METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

TÄMÄN JUHLAJULKAISUN OVAT TOIMITTANEET METSÄTIETEELLINEN TUTKIMUSLAITOS JA SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — DENNA FESTPUBLIKATION HAR UTGIVITS AV FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN OCH FINSKA FORSTSAMFUNDET — MÉMOIRE PUBLIÉ SOUS LA RÉDACTION DE L'INSTITUT DE RESERCHES FORESTIÈRES ET DE LA SOCIÉTÉ FORESTIÈRE DE FINLANDE

40

HELSINKI 1952

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

TÄMÄN JUHLAJULKAISUN OVAT TOIMITTANEET METSÄTIETEELLINEN TUTKIMUSLAITOS JA SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — DENNA FESTPUBLIKATION HAR UTGIVITS AV FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN OCH FINSKA FORSTSAMFUNDET — MÉMOIRE PUBLIÉ SOUS LA RÉDACTION DE L'INSTITUT DE RESERCHES FORESTIÈRES ET DE LA SOCIÉTÉ FORESTIÈRE DE FINLANDE

40

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino



1952

Olli Kivikkeinen

COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40

OLLI HEIKINHEIMO

70-VUOTISJUHLAJULKAISU

COMMENTATIONES
IN HONOREM PROFESSORIS OLLI HEIKINHEIMO
SEPTUAGENARII EDITAE

HELSINKI MCMLII

METSÄTIETEELLINEN TUTKIMUSLAITOS
FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA
FINSKA FORSTSAMFUNDET

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE
40

N:ot 1—17 toimittanut Metsätieteellinen tutkimuslaitos
Nris 1—17 hava utgivits av Forstliga forskningsanstalten
No 1—17 edité par Institut de Recherches Forestières

N:ot 18—36 toimittanut Suomen Metsätieteellinen Seura
Nris 18—36 hava utgivits av Finska Forstsamfundet
No 18—36 edité par Société forestière de Finlande

	Professori Olli Heikinheimo 70 vuotias	1— 4
	Professor Olli Heikinheimo 70 år	5— 8
	70e anniversaire du Professeur Olli Heikinheimo	9—12
40,15	Aaltonen, V. T., Earth radiation in the light of forest investigations	1—42
	Selostus: Maansäteily metsätutkimusten valossa	43—47
40,18	Ahola, V. K., Mukurapuista	1— 9
	Summary: On gnarly trees	10
40,10	Aro, Paavo, Metsäteknologiset kysymykset Turun akatemian väitöskirjoissa	1— 9
	Summary: Forest technology problems in the theses of Turku Academy	9
40,28	Blomgrén, Y., Tuomarniemen metsänviljelytöistä ja niiden tuloksista	1—14
	Referat: Waldkulturarbeiten und ihre Erfolge im Revier Tuomarniemi	15
40,35	Heikkilä, Topi, Metsän arvon laskemisesta	1—20
	Referat: Über die Waldbewertung	21—22
40,5	Heikurainen, Leo ja Huikari, Olavi, Turvelajin mikroskooppinen määrittäminen	1—27
	Summary: The microscopic determination of peat types	28—29
	Liite:	30—34
40,11	Heiskanen, Veijo, Metsätöistä Yhdysvaltain länsirannikolla	1—25
	Summary: On forest work on the West Coast of USA	25
40,6	Holopainen, Viljo, Britannian kaivospuun tuonnin näköaloista	1—14
	Summary: The trend of the United Kingdom imports of pitwood	14—17

40,29 Hustich, Ilmari, Barrträdsarternas polara gräns på norra halvklotet ..... 1—20
Summary: The polar limits of the coniferous species 20

40,1 Ilvessalo, Yrjö, Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta ..... 1—25
Summary: On the relation between growth and removal in forest stands ..... 26—29

40,26 Kalela, Aarno, Kainuun alueen metsätyypeistä ..... 1—15
Referat: Über die Waldtypen des Kainuu-Gebietes zwischen Mittel- und Nordfinnland ..... 16—17

40,21 Kalela, Erkki K., Metsiemme kuusettumisesta erään esimerkin valossa ..... 1—22
Referat: Die Verfichtung der Wälder Finnlands im Lichte eines Beispiels ..... 23—24

40,33 Kangas, Esko, Maannousemasienen *(Polyporus annosus* Fr.*)* esiintymisestä, tartunnasta ja tuhoista Suomessa ..... 1—32
Referat: Über Auftreten, Infektion und Schäden des Wurzelschwamms *(Polyporus annosus* Fr.*)* in Finnland ..... 33—34

40,31 Kauttu, Kalle, Havaintoja valaistuksen, ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden vaihteluista eräässä kuusikossa ..... 1—19
Referat: Beobachtungen über Schwankungen von Belichtung, Lufttemperatur und relativer Feuchtigkeit in einem Fichtenbestand 20—21

40,14 Kujala, Viljo, Eräistä ruskettumisilmiöistä elävien puiden rungoissa ..... 1—22
Referat: Über einige Verbräunungserscheinungen in lebenden Baumstämmen in Süd- und Mittel-Finnland ..... 23—24

40,30 Laitakari, Erkki, Myrskyistä ja myrskyn tuhoista Suomessa vv. 1911—1950 ..... 1—27
Summary: On storms and stormdamage in Finland during the period 1911—1950 ..... 28—29

40,25 Lappi-Seppälä, M., Männyn sydänpuusta ja runkomuodosta ..... 1—24
Referat: Über Verkernung und Stammform der Kiefer ..... 25—27

40,22 Lihtonen, V., Metsiemme tulevan kehityksen ääriviivoja. Tutkimusmenetelmän esittely ..... 1—39
Summary: On the future development of finnish forests. On research methods ..... 40—42

40,24 Lindfors, Jarl, Skogsodlingsverksamheten på bolagsmarkerna i Finland åren 1940 — 1950 ..... 1— 8
Summary: Reforestations in the forests of timber companies in Finland 1940—1950 9

40,16 Løfting, E. C. L., Grundlag og retningslinier for træarts- og proveniensvalg i Danmarks hede- og klitplantager ..... 1—25

40,12 Lukkala, O. J., Rämemäntyjen perinnöllisyydestä ..... 1—20
Summary: On the heredity of *räme*-pines ..... 20—22

40,17 Malmström, Carl, Svenska gödslingsförsök för belysande av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark .. 1—27

40,9 Miettinen, Leevi, Piirteitä Murrayn männyn kasvusta ja kehityksestä ..... 1—13
Summary: On the growth and development of lodgepole pine stands *(Pinus contorta latifolia* S. Wats.) ..... 13—14

40,2 Mikola, Peitsa, Havumetsien viimeaikaisesta kehityksestä metsänrajaseudulla ..... 1—32
Summary: On the recent development of coniferous forests in the timber-line region of northern Finland ..... 33—35
40,27 Multamäki, S. E., Suo metsän kasvupaikkana ..... 1—11
Summary: Swamps as a habitat for forests ..... 12—13
40,4 Nyyssönen, Aarne, Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamänniköissä ..... 1—18
Summary: On tree growth and its ascertainment in selectively cut scots pine stands ..... 19—20
40,36 Osara, N. A., Eräs kuusen istutus ..... 1—12
Summary: A spruce plantation 12
40,34 Pekkala, Mauno, Lars Gabriel von Haartman valtio- ja metsätalousmiehenä ..... 1—22
Summary: Lars Gabriel von Haartman as a statesman and a forest politician ..... 23—24
40,23 Perttula, U., Metsäkasvien kukinta-ajoista ja niitten aiheuttamista värinäkymistä ..... 1—23
Summary: On the blossoming periods and the colour aspects of forest flowers ..... 24—25
40,8 Rummukainen, Ukko, Koivun mantokuoriaisen, *Scolytus ratzeburgi* Jans. luontumuksesta ..... 1—13
Summary: On the inclination of birch sapwood borer, *Scolytus ratzeburgi* Jans. ..... 13—14
40,20 Saari, Eino, FAO:n suositus metsäpolitiikan periaatteiksi 1— 9
Summary: Principles of forest policy as recommended by FAO 10
Liite ..... 11—12
40,13 Sarasto, Juhani, Metsäojituksen aiheuttamista aluskasvillisuuden muutoksista eräissä suotyypeissä ..... 1—30
Referat: Über Veränderungen in der Untervegetation einiger Moortypen als Folge der Waldentwässerung ..... 31—32
40,7 Sarvas, Risto, On the flowering of birch and the quality of seed crop ..... 1—35
Selostus: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta ..... 35—38
40,32 Sirén, Gustaf, Hakkuun vaikutuksesta kuusipuun rakenteeseen korpimailla ..... 1—33
Summary: On the effect of releasing cutting upon wood structure of spruce on peat-moors ..... 34—36
40,19 Vesterinen, Emil, Muuan peruskirja ..... 1— 6
Summary: An important document 6
40,3 Viro, P. J., Kivisyyden määrittämisestä ..... 1—16
Summary: On the determination of stoniness ..... 17—18
Liite ..... 19—23

868 sivua ja 1 muotokuva.
868 sidor och 1 porträtt.

PROFESSORI OLLI HEIKINHEIMO

70 VUOTIAS

Toukokuun 12. p:nä 1952 täyttää Suomen Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen johtaja professori K l a s O l o f (O l l i) H e i k i n h e i m o 70. ikävuotensa.

Olli Heikinheimo, Suomen metsänhoitotieteen arvovaltaisin nykyedustaja, on synnynnäinen metsämies. Metsänhoitajan poikana ja tähän alaan täydestä sydämestään innostuneena sekä erikoisen lahjakkuuden tukemana hän on voinut saavuttaa kunniasijan ammattitoverien laajassa piirissä.

Ennen varsinaisen tiedemiestoimintansa aloittamista Olli Heikinheimo kehittyi käytännön koulussa taitavaksi metsänhoitajaksi. Samalla hän sai omakohtaisesti tuta syvän tiedon välttämättömyyden metsätalouden tehtävien menestyksellisessä hoitamisessa sekä siinä ilmenevät puutteet. Hän tajusi elävästi, että tarvittiin hyvän ammattitaidon omaavia metsänhoitajia, mutta sen lisäksi vielä huomattava määrä taitavia metsäteknikoita. Hänen osalleen tulikin jo varhain Tuomarniemen ja Evon metsäkoulujen johtajana tulevien metsäteknikoiden kasvattaminen.

Mutta pätevän metsämieskunnan kouluttaminen edellytti tieteen tehokasta apua. Tarvittiin ennen kaikkea perusteellista Suomen metsien erikoislaadun ja niiden kehitysilmiöihin vaikuttavien syiden tieteellistä selvittelyä. Olli Heikinheimo pani merkille, että varemmin tavattoman laajuuden saavuttaneella kaskenpoltolla on metsissämme suuri ja syvälle ulottuva merkitys. Tämän laajan kysymyksen hän otti tutkimuksensa kohteeksi ja julkaisi

tulokset klassillisen arvon saaneessa laajassa teoksessaan kaskiviljelyksen vaikutuksesta Suomen metsiin. Toinen Suomen metsätaloudelle mitä tähdellisin, vain perusteellisin tutkimuksin selvitettävissä oleva kysymys, joka lankesi Olli Heikinheimon osalle, on Pohjois-Suomen kuusimetsäkysymys. Kun nyt tunnemme noiden metsien ulottuvaisuuden ja laajuuden sekä paljon siitäkin, miten niiden hoidossa vastaantulevat suuret vaikeudet ovat voitettavissa, on tästä kiitettävä Olli Heikinheimon sitkeätä, määrätietoisen lujaotteista tutkimustyötä. Ennen muita tämä perustavien tutkimusten sarja on Pohjois-Pohjanmaalta syntyisin olevan metsänhoitajan ja tiedemiehen kiitos ja lahja kotimaakunnalleen.

Mutta välttämättömän tieteellisen pohjan laskeminen Suomen metsätaloudelle ei tietenkään ole yhden eikä harvan miehen työllä aikaansaatavissa, vaan siinä tarvitaan useiden tutkijain kiinteää yhteistyötä. Tämän on Olli Heikinheimo täysin ymmärtänyt, ja yhteistyön merkeissä hän pian joutuikin uurastamaan. Kun näet olosuhteet olivat kehittyneet niin pitkälle, että kauan suunnitteilla ollut metsätieteellinen tutkimuslaitos saattoi aloittaa toimintansa, uskottiin Olli Heikinheimolle tämän uuden laitoksen johto. Tällä tärkeällä ja kunniakkaalla paikalla on hän sitten tähän päivään asti menestyksellisesti toiminut. Hän on myös nähnyt tämän laitoksen valtavan kehityksen ja siihen tehokkaasti vaikuttanut.

Johtamansa tutkimuslaitos ei merkinnyt Olli Heikinheimolle ensi sijassa suuria kirjastoja, laboratorioita tai virastoja, vaan eläviä metsiä, taimitarhoja, käytäntöön liittyvää ja tuloksia kirjaavaa kokeilutyötä kaikkialla Suomen metsissä sekä varsinkin tarkoituksen mukaisesti valituissa, erilaisia metsäbiologisia ja metsätaloudellisia olosuhteita vastaavissa kokeilualueissa. Tosipohjaisuus on siten ollut yksi Olli Heikinheimon johtaman tieteellisen tutkimuslaitoksen pääperiaatteista.

Mitä Olli Heikinheimo on tiedemiehenä henkilökohtaisesti aikaansaanut pitkänä toimikautenaan Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa, siitä tietävät kertoa hänen monilukuiset painavat tutkimuksensa tämän laitoksen ja muissa ammattialan julkaisuissa.

Näistä ansaitsevat edellä mainittujen lisäksi erityistä huomiota metsäpuittemme siementämiskykyä selvittelevät tutkimukset, jotka ovat tarjonneet mitä tärkeintä perustietoa sekä jatkuvalle tieteelliselle tutkimukselle että käytännön toiminnalle. Edelleen ovat hyvin merkittäviä tutkimukset metsänviljelysmenetelmistä sekä taimien kasvattamisesta taimitarhassa kuin myös

metsägeneettisesti suurimerkityksinen selvitys metsäpuittemme maantieteellisistä roduista. Nimenomaan on korostettava, että Olli Heikinheimo on kaukonäköisesti havainnut jo varhain metsägenetiikassa erään uudenaikaisen, tehostetun metsänhoidon avainkysymyksen ja määrätietoisesti parin vuosikymmenen ajan tehnyt työtä tämän ajatuksen innoittamana. Tähän liittyvät myös läheisesti hänen visakoivuun ja sen kasvattamiseen kohdistuneet tutkimuksensa.

Edellä mainittuihin julkaisuihin sisältyy kuitenkin vain osa Olli Heikinheimon tutkimustyön tuloksista. Paljon uusia tuloksia on jo nähtävissä ja hyvin paljon vielä kypsymässä laitoksen kokeilualueissa. Nämä ovatkin jo nykyisin ja tulevaisuudessa yhä lisääntyvässä määrässä metsänhoidollisen tiedon ja tutkimuksen lähteitä, tiedon puutarhoja, joiden perustajalle Suomen metsänhoitoväki on syvästi kiitollinen. Niinkuin jokainen niissä kävijä havaitsee, on niiden sijoituksessa ja hoidossa aina tahdottu saada ilmi myös Suomen metsäluonnon milloin lyyrillisen herkkä, milloin ylevä kauneus. Suunnittelija on tajunnut, että luonnon kauneuden huomioon ottaminen luo juhlamieltä keskelle arkea ja loihtii esiin rakkautta, jota kaikki inhimillinen työ menestyäkseen kaipaa. Ikäänkuin itsestään selvänä seurauksena kaikesta tästäkin on ollut, että myös maamme kansallis- ja luonnonpuistojen hoito on uskottu sille laitokselle, jonka johtajana on Olli Heikinheimo.

Olli Heikinheimo on erittäin ansiokkaasti osallistunut myöskin kansainväliseen metsätutkimukseen. Hänen koruton, asiallinen, tieto- ja kokemusrikas personallisuutensa on herättänyt kaikkialla metsänhoitomiesten kunnioituksen, ja hänen aikaansaannoksensa metsänhoidon kehittämisessä on saanut osakseen erikoisen arvonannon varsinkin Pohjoismaissa, missä niiden käytännöllinen merkitys on välittömin.

Olli Heikinheimon johdolle Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa on ollut ominaista pakkoa vieroksuva, innokkaaseen työhön kannustava tutkimuksen vapaus. Hänen johtamansa laitoksen rikkaiden saavutusten taikasauvana on osaltaan myöskin hänen muita ymmärtävä, omaa etua vierova, innostava ja vastoinkäymisissä lohduttava suhtautumisensa kaikkiin tutkijatovereihin, erityisesti nuoriin tieteen harjoittajiin sekä kaikkiin, vähimpiinkin apulaisiin. Tällaiseen elämän asenteeseen saattaa hänet hänen sukuperintönä saamansa luottava mielenlaatu, jota hänen kristillinen vakaumuksensa yhä on kirkastanut.

Olli Heikinheimon tutkijatoverit ovat tahtoneet osoittaa hänen merkkipäivänsä johdosta kiitoksensa ja kunnioituksensa omistamalla hänelle osan arkisen aherruksensa tuloksista, tämän juhlajulkaisun.

METSÄTIETEELLINEN TUTKIMUSLAITOS
SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

PROFESSOR OLLI HEIKINHEIMO

70 ÅR

Den 12 maj 1952 fyller chefen för Forstliga forskningsanstalten i Finland, professor dr. Klas Olof (Olli) Heikinheimo 70 år.

Olli Heikinheimo, för närvarande den mest auktoritative finske representanten för skogsskötseln som vetenskaplig disciplin, har medfödda anlag för skogsmannabanan. Han är son till en forstmästare och av hela sitt hjärta hängiven skogssaken. Härigenom och på grund av sin stora begåvning intager han en hedersplats i skogsmännens vida krets.

Före det Olli Heikinheimo gav sig in på den vetenskapliga banan skaffade han sig i praktiken stor skicklighet som skogsvårdare. Härvid fick han personligen erfara, att det för ett framgångsrikt genomförande av skogliga åtgärder fordras djupgående kunskaper, och märkte även bristerna i vårt vetande på detta område. Han insåg till fullo, att det fordrades forstmästare med gedigna fackkunskaper, men även att det ytterligare behövdes ett stort antal kunniga skogsskolegångna fackmän, skogstekniker. Redan tidigt kom han även att utbilda blivande skogstekniker då han var direktor för Domarnäs och Evois skogsskolor.

Utbildningen av en kompetent fackmannakår förutsatte ett kraftigt stöd från vetenskapens sida. Framför allt behövdes det en grundlig vetenskaplig utredning rörande de faktorer, av vilka våra skogars särprägel och deras dynamik beror. Olli Heikinheimo lade märke till, att det tidigare synnerligen allmänt bedrivna svedjebruket haft en omfattande och djupgående inverkan på vårt skogstillstånd. Han grep sig an med att undersöka denna fråga och publicerade resultaten i sitt klassiskt vordna digra verk om svedjebrukets

inverkan på Finlands skogar. Ett annat problemkomplex av största betydelse för vårt skogsbruk är frågan om de nordfinska granskogarna. Även dess utredning, som förutsatte ingående forskning, kom på Olli Heikinheimos del. Vi har att tacka hans oförtrutna och målmedvetna, av ett fast grepp på uppgiften präglade arbete för den kännedom vi har om dessa skogars utbredning och omfång, samt till stor del även för det vi vet om huru de stora svårigheter skall bemästras, som möter vid deras skötsel. Denna serie grundläggande undersökningar är framom allt det övriga bland Olli Heikinheimos omfattande produktion denne nordösterbottniske forstmästares och vetenskapsmans tacksamma gåva till sin hembygd.

Den vetenskapliga grund, som med nödvändighet måste läggas för Finlands skogshushållning, kan naturligtvis ej bliva ett verk av en enda man, ej ens av ett fåtal, utan fordrar nära samarbete mellan ett stort antal forskare. Detta har Olli Heikinheimo till fullo förstått, och inom kort kom han även att på ledande plats organisera ett sådant samarbete då han ombetroddes chefskapet för vår forstliga forskningsanstalt när den efter långvariga förberedelser äntligen kunde börja sin verksamhet. På denna viktiga och ärofulla post har han sedan dess med framgång verkat ända tills nu. Han har fått bevittna denna institutions storartade utveckling och själv i högsta grad medverkat därtill.

För Olli Heikinheimo har den anstalt han lett icke i främsta rummet inneburit vidsträckta bibliotek och laboratorier, ej heller ett stort ämbetsverk. Den har tvärtom inneburit levande skogar, plantskolor, en på praktiska mål inriktad forskning överallt i Finlands skogar, men i synnerhet på för ändamålet utvalda försöksområden, vilka representera olika skogsbiologiska förhållanden och olika avsättningslägen. Med Olli Heikinheimo som chef har forskningsanstalten alltså haft som en av sina ledande principer att hålla sig på verklighetens fasta grund.

Vad Olli Heikinheimo under sin mångåriga verksamhet vid Forstvetenskapliga forskningsanstalten personligen åstadkommit som vetenskapsman, därom vittna de talrika, tungt vägande undersökningar, som han offentliggjort i forskningsanstaltens publikationsserie och i övriga fackorgan.

Förutom de redan nämnda utredningarna må här särskilt framhållas hans undersökningar över våra skogsträds fröproduktion, undersökningar, som skapat en fast grund såväl för fortsatt vetenskaplig forskning som för praktisk skogsvård. Märkliga äro även hans undersökningar över skogs-

odlingsmetoderna samt över plantskoledriften och likaså de ur skogsgenetisk synpunkt betydelsefulla studierna över våra skogsträds geografiska raser. Det måste uttryckligen framhållas, att Olli Heikinheimo framsynt nog redan tidigt tillerkänt skogsgenetiken en nyckelställning i den modärna, intensifierade skogsvården, och att han under ett par decennier målmedvetet arbetat med detta som ledstjärna. Härtill ansluter sig mycket nära även hans undersökningar över masurbjörken och dess odling.

De nämnda undersökningarna innehålla dock endast en del av Olli Heikinheimos forskningsresultat. Mycket nytt kan redan skönjas och åtskilligt annat är ännu i vardande på forskningsanstaltens försöksområden. Dessa områden äro redan nu, och bli det framdeles i än högre grad, givande källor för vetande och forskning, kunskapens örtagårdar, för vilka Finlands skogsmän äro deras grundare djupt tacksamma. Var och en som besökt försöksområdena har lagt märke till huru man vid valet av dem och vid deras vård velat få fram skönheten i det finska skogslandskapets än lyriskt veka, än kargt storvulna scenerier. Den som valt och planlagt dessa områden har förstått, att naturens skönhet stämmer sinnet till fest mitt i vardagens id och frammanar den kärlek till arbetet, som varje gren av mänsklig verksamhet behöver för sin framgång. En självskriven följd av denna inställning har varit, att vården även av våra national- och naturparker ombetrotts den inrättning, vars chef Olli Heikinheimo är.

Olli Heikinheimo intager en framstående plats även inom den internationella skogsforskningen. Hans anspråkslösa, av saklighet och erfarenhet präglade kunskapsrika personlighet har överallt väckt skogsmännens högaktning, och de resultat han nått vid utvecklandet av skogsvården har rönt en stor uppskattning i synnerhet i Norden, där deras praktiska betydelse är störst.

Olli Heikinheimo har lett sin anstalt i en anda främmande för allt tvång och präglad av den frihet för forskningen, som sporrar till ivrigt arbete. En i hög grad bidragande orsak till de under hans ledning i forskningsanstalten uppnådda rika arbetsresultaten är, att han aldrig traktat efter egen vinning, utan ständigt visat förståelse för sina forskarekamrater, i synnerhet för de unga vetenskapsmännen och även för de ringaste bland medhjälparena, alltid redo att entusiasmera dem och i motgång att trösta dem. Denna livsinställning beror på hans medfödda förtroendefulla sinnelag, som hans kristna övertygelse ytterligare befäst.

Olli Heikinheimos forskarekamrater hava i anledning av hans bemärkelsedag önskat framföra sitt tack och sin vördnad genom att i form av denna festpublikation tillägna honom en del resultat av sin vardagsgärning.

FORSTLIGA FORSKNINGSANSTALTEN
FINSKA FORSTSAMFUNDET

70^{e} ANNIVERSAIRE DU

PROFESSEUR OLLI HEIKINHEIMO

Le 12 Mai 1952 M. le Professeur Klas Olof (Olli) Heikinheimo, Docteur ès lettres, directeur de l'Institut de Recherches Forestières, célèbrera son 70:ème anniversaire.

Le Professeur Olli Heikinheimo, à l'heure actuelle le chercheur le plus en vue parmi les spécialistes finlandais dans le domaine de la sylviculture, est pour ainsi dire forestier de naissance. Fils de forestier, s'intéressant passionnément au domaine qu'il a choisi et doué de qualités exceptionnelles, il jouit d'une estime particulière parmi ses nombreux collègues.

Avant d'embrasser la carrière scientifique M. Heikinheimo apprit à fond, en le pratiquant, le métier de forestier. Il se rendit compte ainsi que de solides connaissances sont indispensables pour mener à bien les travaux dans le domaine forestier et pour y faire les améliorations indispensables. Il reconnut la nécessité de former des cadres de grade supérieur, en leur donnant une solide instruction et celle non moins grande de former des cadres de grade inférieur. En sa qualité de directeur des écoles forestières de Tuomarniemi et d'Evo il prit bientôt une part active à la formation de ces derniers.

Mais la formation de techniciens à la hauteur de leur tâche impliquait des connaissances se basant sur des données scientifiques. Il fallait en premier lieu établir par la recherche les caractères particuliers des forêts de Finlande et les conditions influençant leur développement. M. Heikinheimo s'aperçut que la méthode d'écobuage, autrefois généralement pratiquée dans les forêts finlandaises a sur la forêt une influence notable et persistante.

Il fit de cette question importante le sujet d'un vaste travail de recherche et en publia les résultats dans un grand ouvrage traitant de l'influence de l'écobuage sur les forêts finlandaises, ouvrage devenu classique. Il s'intéressa encore à une autre question de la plus haute importance pour l'économie forestière en Finlande, celle de l'épicea dans la Finlande du Nord. Elle ne pouvait être résolue qu'à la suite de recherches approfondies. S'il nous est possible à présent de situer ces forêts, si nous en connaissons l'étendue et si nous sommes en mesure de résoudre les problèmes que nous pose leur mise en valeur, c'est que M. Heikinheimo y a consacré des travaux persévérants, concentrés et énergiques. Cette série de travaux de recherche fondamentale sont un don magnifique fait à son pays par ce forestier natif du Nord de la Finlande.

Toutefois un seul homme n'aurait pu jeter les fondations scientifiques indispensables à l'économie forestière finlandaise, cela n'est même pas l'oeuvre d'un petit groupe, c'est celle d'une équipe, travaillant en étroite coopération. M. Heikinheimo s'en rendit entièrement compte et il travailla de bon coeur avec ses collègues. Lorsque les circonstances permirent la réalisation d'un projet de longue date, l'organisation de l'Institut de Recherches Forestières, M. Heikinheimo en fut nommé directeur. Depuis et jusqu'à ce jour il a occupé avec plein succès ce poste important. Il lui a été donné de suivre le magnifique développement de ce centre important et d'y contribuer dans une large mesure.

L'institut de recherches qu'il dirige ne fut pas pour M. Heikinheimo en premier lieu de grandes bibliothèques, de vastes laboratoires et des bureaux bien installés, mais la forêt vivante, des pépinières, des essais se rattachant aux travaux pratiques et donnant, partout dans les forêts de Finlande, les résultats les plus variés. C'était en particulier des terrains d'expérience soigneusement choisies pour leur caractère biologique et économique en vue de recherches approfondies. L'observation des faits réels a toujours constitué la base du travail de l'institut de recherche dirigé par M. Heikinheimo.

Les travaux fort nombreux et importants publiés par M. Heikinheimo dans les bulletins de l'Institut de Recherches Forestières et dans nombre d'autres publications techniques du domaine forestier témoignent du travail fait par lui à titre personnel pendant la période où il fut attaché à cet institut. Nommons en plus des travaux déjà cités plus haut ses recherches sur la faculté de fructification des arbres, ouvrage qui a fourni des données de

base à d'autres travaux de recherche et aux travaux en forêt. Ceux sur les méthodes des sylviculture et sur l'élevage des plants en pépinière ont une large portée. Citons enfin l'étude extrêmement intéressante au point de vue de la génétique forestière des races géographiques de nos essences. Il faut souligner ici que M. Heikinheimo eut la prévoyance de reconnaître très tôt dans la génétique forestière un facteur des plus importants pour la sylviculture moderne et rationnelle, conception qu'il a poursuivie avec enthousiasme depuis deux décades. Ses recherches sur le bouleau madré et sa culture constituent une partie de ces travaux.

Cependant, les publications nommées ci-dessus ne reproduisent qu'en partie les résultats des recherches de M. Heikinheimo. Les expériences faites sur les terrains d'essai de l'institut de recherche ont donné nombre de nouveaux résultats et d'autres sont en voie d'accomplissement. Ce sont là dès maintenant et encore plus dans l'avenir des sources de savoir, des pépinières de la science au créateur desquelles les forestiers de Finlande doivent une profonde reconnaissance.

Ceux qui connaissent les forêts finlandaises ont pu remarquer que les soins dont elles ont été l'objet ont eu pour but non seulement le meilleur rendement possible, mais encore la conservation de leurs beautés naturelles, qu'elles soient d'une douce poésie, ou d'une majesté imposante. Il est évident que le directeur de la conservation des forêts a été sensible à l'influence qu'exerce sur la vie de tous les jours la beauté de la nature, il a compris qu'elle fait naître chez l'homme cet amour du beau, qui est une condition importante pour le succès des efforts quotidiens. On fut pour cette raison entièrement d'accord pour confier la conservation des parcs nationaux à l'institut dirigé par M. Heikinheimo.

M. Heikinheimo s'est distingué également dans la recherche forestière internationale. Sa simplicité, son objectivité, ses connaissances et son expérience si riche lui ont valu l'estime des forestiers de tous pays. Son oeuvre pour le développement de la sylviculture est très appréciée dans les pays du Nord, pour lesquels elle a une importance toute particulière.

En sa qualité de directeur de l'Institut de Recherches Forestières M. Heikinheimo n'a jamais exercé de contrainte sur ses collaborateurs, il leur a laissé une liberté dans la recherche qui a été pour eux une inspiration au travail assidu. Ses rapports avec les autres chercheurs de l'institut, même avec les jeunes et avec ses adjoints les plus humbles ont toujours été carac-

térisés par la compréhension et le désintéressement, il a su les encourager et les soutenir. C'est là le secret des résultats importants obtenus dans cet institut. Il doit ces qualités à une heureuse nature, adoucie encore par la foi chrétienne.

Les chercheurs dans le domaine forestier, collègues du Professeur Heikinheimo ont voulu lui rendre un hommage respeetueux et lui exprimer leur reconnaissance en lui dédiant cet ouvrage, fruit de leurs efforts quotidiens.

L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES
LA SOCIÉTÉ FORESTIÈRE DE FINLANDE

METSIKÖN KASVUN JA POISTUMAN VÄLISESTÄ SUHTEESTA

YRJÖ ILVESSALO

ON THE RELATION BETWEEN GROWTH AND REMOVAL IN FOREST STANDS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	3
Luonnonnormaalit metsiköt	5
Kokonaiskasvu ja kokonaispoistuma	6
Suomen eteläpuolisko	6
Perä-Pohjola	11
Vuotuinen kasvu ja poistuma	14
Suomen eteläpuolisko	16
Perä-Pohjola	18
Hoidettujen ja luonnonnormaalien metsiköiden keskinäinen suhde	20
Loppukatsaus	24
Summary in English	26

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Johdanto

Metsikön puuston kasvua pidetään monessa suhteessa ja monta tarkoitusta varten tärkeänä metsikön tunnuksena. Usein kuitenkin unohdetaan, että kasvun tuntemisen ja seuraamisen rinnalla poistuman — olipa se luontaista itseharvenemista tai tuhon aiheuttamaa poistoa taikka hakkuupoistoa — tunteminen ja seuraaminen on suurimerkityksinen. Tällä tutkielmalla, joka pääosalta perustuu kirjoittajan varhaisempiin tutkimuksiin, on lähinnä tarkoituksena saada entistä enemmän huomiota kiinnittymään kasvun ja poistuman väliseen suhteeseen.

Esityksessä puhutaan kokonaiskasvusta, kokonaispoistumasta, vuotuisesta kasvusta ja poistumasta sekä niihin läheisesti liittyvistä ilmiöistä, joita kaikkia Lönnroth on johdonmukaisesti eritellyt metsikön kehitystä koskevassa tutkimuksessaan.[1]) Lönnrothin käyttämistä selvistä ilmiöiden nimityksistä poiketaan jossain määrin siinä tarkoituksessa, että vältettäisiin sekaannusta taloustieteellisen tutkimuksen ottamiin nimityksiin.

Tällaisten ilmiöiden täydellinen ja tarkoin todellisuutta osoittava selvittäminen vaatii pitkän ajan, parhaiten koko kiertoajan mitattavia kestokoealoja. Näin pitkän ajan kuluessa saattaa kuitenkin tapahtua myös paljon sellaista, joka lopulta voi viedä varman pohjan tutkimukselta ja muuttaa sen alkuperäistä tarkoitustakin. Tästä syystä koetetaan hakea pohjaa lyhyemmässä ajassa tehdyistä tutkimuksista.

Niinkuin aiemmin mainittiin, poistuma on sekä itseharvenemisesta aiheutuvaa luontaista poistumaa, johon liittyy tuhojen — myrskyn, kulon, lumenpainon, vahinkohyönteisten ja -sienien yms. — aikaan saama poistuma, että hakkuupoistoa. Tässä tutkielmassa tarkastellaan pääasiallisesti kasvun ja itseharvenemisesta aiheutuvan luontaisen poistuman keskinäistä suhdetta. Täydennykseksi kuvataan vertailumielessä kasvun ja poistuman välistä suhdetta parinkymmenen kestokoealan perusteella, jotka käsittävät säännöllisesti harvennettuja metsiköitä.

Vertailut rajoitetaan kasvun ja poistuman kokonaismääriin. Runkolukusarjoihin ja muihin metsikön tunnuksiin, jotka perinpohjaisemmin

[1]) Erik Lönnroth, Theorethisches über den Volumzuwachs und -abgang des Waldbestandes. Acta forestalia fennica 34.32.

valaisevat asiaa, ei tässä suppeassa tarkastelussa syvennytä, sillä eri tavoilla käsiteltyjen metsiköiden kehityksen vertailu on määrällisten, laadullisten ja rahallisten tulosten suhteen laajamittaisen tutkimuksen alaisena Suomen Akatemian ja Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen yhteistyönä.[1])

[1]) Pienenä esijulkaisuna tästä on valmistunut: Aarne Nyyssönen, Vertailevia havaintoja hoidettujen ja luonnontilaisten männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. *(Summary:* Comparative observations on the structure and development of tended and natural Pine stands). Silva Fennica 68. Helsinki 1950.

Luonnonnormaalit metsiköt

Luonnontilaisten metsiköiden kehityksen tutkimista voidaan monessa suhteessa pitää metsätieteellisen tutkimuksen perustutkimuksena. Näin on asianlaita erityisesti, kun tutkimus kohdistetaan luonnonnormaaleihin metsikköihin. Tällaisella tutkimuksella saadaan selvitetyksi, kuinka eri metsikkölajit erilaisilla kasvupaikoilla täysitiheinä kehittyvät ihmisen niihin kajoamatta. Suomessa on aivan erityisesti pyritty tällaisella tutkimuksella luomaan monipuolista pohjaa vertailuperusteiksi ihmisen käsittelemien ns. talousmetsiköiden tutkimiselle.[1]) Siten voidaan saada selvitetyksi, mitenkä erilaiset puuston käsittelytavat, suon ojitus, metsänviljelyn käyttäminen luontaisen uudistamisen asemesta jne. vaikuttavat metsikön kehitykseen.

Voidaan sanoa, että luonnonnormaalien metsiköittemme tutkiminen on suurelta osalta tapahtunut viime hetkessä. Luonnonnormaalit metsiköt ovat näet viime vuosikymmenien aikana vähenemistään vähenneet niin, että sellaisia nykyisin löydetään vain sattumoisin muualta kuin joistakin syrjäisimmistä seuduista. Tämä johtuu tietenkin siitä, että hakkuu muodossa tai toisessa on ulottunut miltei kaikkialle.

Metsiköiden kehityksen tutkiminen kohdistuukin nykyisin jo miltei yksinomaan eri tavoilla käsiteltyihin talousmetsikköihin. Se on edellisessä mainituista syistä luonnollista ja metsätalouden kehittämisen kannalta tärkeää ja kiireellistä.

---

[1]) Erik Lönnroth, Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Acta forestalia fennica 30. Helsinki 1925.

Yrjö Ilvessalo, Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä. *(Referat:* Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen). Acta forestalia fennica 15. Helsinki 1920.

Yrjö Ilvessalo, Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. *(Referat:* Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland). Acta forestalia fennica 15.4. Helsinki 1920.

Yrjö Ilvessalo, Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. *(Summary:* Growth of natural normal stands in central North-Finland). Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 24.2. Helsinki 1937.

M. Lappi-Seppälä, Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. *(Selostus:* Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivusekametsikön kehityksestä). Metsätiet. tutkimuslaitoksen julkaisuja. — Comm. Instituti Forestalis Fenniae 15.2). Helsinki 1930.

Leevi Miettinen, Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. *(Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände). Metsätiet. tutkimuslaitoksen julkaisuja — Comm. Instituti Forestalis Fenniae 18.1). Helsinki 1932.

Seuraava esitys luonnonnormaaleista metsiköistä perustuu vv. 1916—20 Suomen eteläpuoliskon ja vv. 1928—36 Perä-Pohjolan luonnonnormaaleille metsiköille valmistettuihin kasvutaulukkoihin. Eteläpuolisko ulottuu tässä tutkimusalueena Porin—Virtain—Viitasaaren—Iisalmen—Nurmeksen seutuihin saakka pohjoiseen. Perä-Pohjola käsittää Pohjois-Suomen keskisen osan.

Pohjaa tutkimukseen ovat antaneet erityisesti runkolukusarjat, jotka ilmaisevat puiden lukumäärän metsikön jokaisessa toisistaan erotetussa läpimittaluokassa ja joiden kehitystä on tutkittu hyvin lukuisien koealojen perusteella. Keskimääräiset runkolukusarjat on laskettu kasvutaulukoita valmistettaessa todennäköisyyslaskentaa ja graafista menetelmää apuna käyttäen. Vertaamalla vierekkäisten ikälukujen keskimääräisiä runkolukusarjoja keskenään metsätyypeittäin ja puulajeittain nähdään, kuinka paljon kunkin läpimittaluokan puita keskimäärin on poistunut tarkasteltuna vuosijaksona.

Tällä tavalla tehty tutkimus johtaa minimimäärään, sillä laskelmilla ei saada luontaisen poistuman runkolukusarjoissa riittävästi esille sellaisten puiden poistumista, jotka ovat huomattavasti sarjan varsinaista yläpäätä suurempia. Tällaistenkin puiden poistumista tapahtuu tuhojen aiheuttamana. Ne lienevät kuitenkin luonnonnormaaleiksi luetuissa metsiköissä verraten harvalukuisia.

Kokonaiskasvu ja kokonaispoistuma

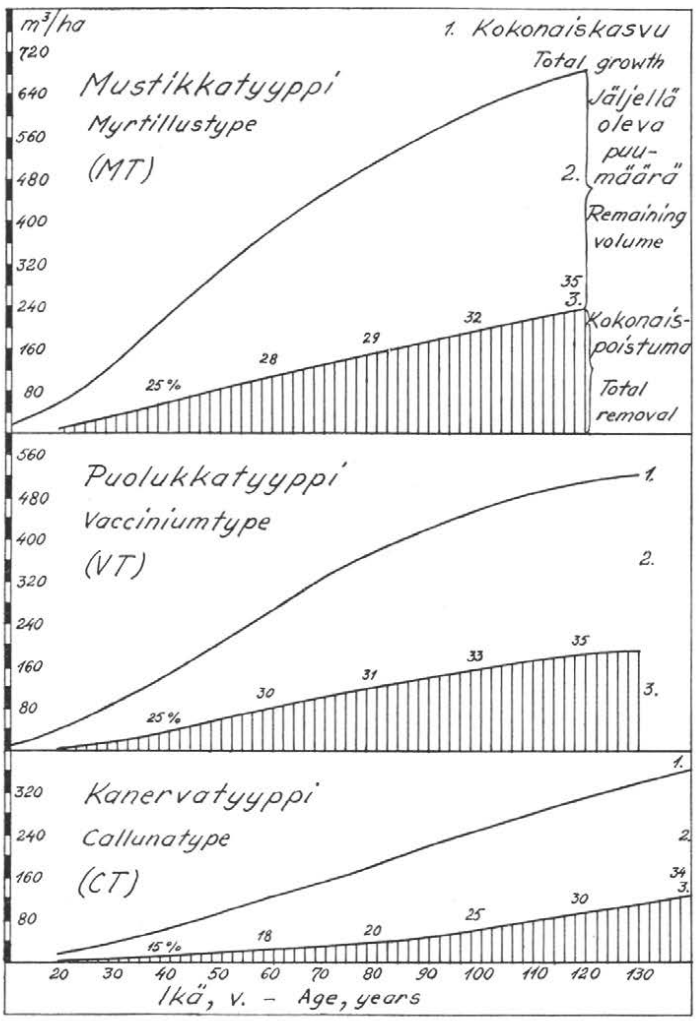
Kokonaiskasvuksi nimitetään tässä sitä kuoretonta puumäärää, k-m³/ha, joka metsikössä on syntynyt kuhunkin ikään mennessä. Se on siis luonnonnormaalissa metsikössä kullakin iällä jäljellä olevan puuston ynnä siihen mennessä itseharvenemisen ja tuhojen johdosta poistuneen puumäärän summa. Muissa metsiköissä poistuneeseen puumäärään luetaan lisäksi hakkuupoisto. Kokonaispoistumaksi nimitetään taas kuhunkin ikään mennessä äsken mainituista syistä poistuneita puumääriä.

Suomen eteläpuolisko

Kokonaiskasvun ja kokonaispoistuman kehitys luonnonnormaalin puhtaan mänty-, kuusi- ja koivumetsikön kasvaessa taimistosta vanhaksi puustoksi nähdään kuvista 1—3. Samat kuvat osoittavat kokonaiskasvun ja kokonaispoistuman erona kullakin iällä metsikössä jäljellä olevan puumäärän.

Kokonaiskasvu suurenee verraten suoraviivaisesti, mutta kuitenkin aivan nuorella iällä hitaasti, sitten useita vuosikymmeniä nousevassa määrässä, kunnes se vanhalla iällä taas hidastuu. Suureneminen on sitä nopeampaa, mitä rehevämpi metsätyyppi on. Samalla metsätyypillä männikkö voittaa luonnontilassa yleensä alikasvoksena nousseen kuusikon ja kuusikko, nuorinta ikää lukuun ottamatta, vuorostaan koivikon.

Kokonaispoistuman kehitys on saman tapainen kuin kokonaiskasvun, mutta yleensä tasaisempi ja paljon hitaampi, joten jäljellä oleva puumäärä suurenee jatkuvasti niin vanhaan ikään saakka, kuin tutkimus tässä ulottuu. Poistuma, joka luonnontilaan jätetyssä metsikössä lahoaa käyttämättömänä maahan, on huomattavan suuri. Se kohoaa joissakin kuvien 1—3 osoittamissa tapauksissa jo keskimääräisenä kiertoaikana



Kuva — *Fig. 1.* Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalin m ä n t y-metsikön kokonaiskasvun (1), kokonaispoistuman (3) ja jäljellä olevan puumäärän (2) kehitys. — *Development of the total growth (1), the total removal (3) and the remaining volume (2) of naturally normal p i n e stand in the southern half of Finland.*

aina 150 m³:iin saakka hehtaaria kohden ja merkitsee silloin n. kolmannesta metsikön kasvupaikallaan kaikkiaan tuottaman runkopuun määrästä.

Poistuvien puiden runkoluku on hyvin suuri, kiertoajan kuluessa puulajista riippuen ainakin 90—95 % siitä puiden lukumäärästä, joka metsikössä oli n. 10 vuoden ikäisenä taimistona. Mutta ne käsittävät puulajiemme luonnonmukaisen kehityksen tapaan pääasiallisesti runkolukusarjan alkupuoleen kuuluvia syrjäytyneitä puita.

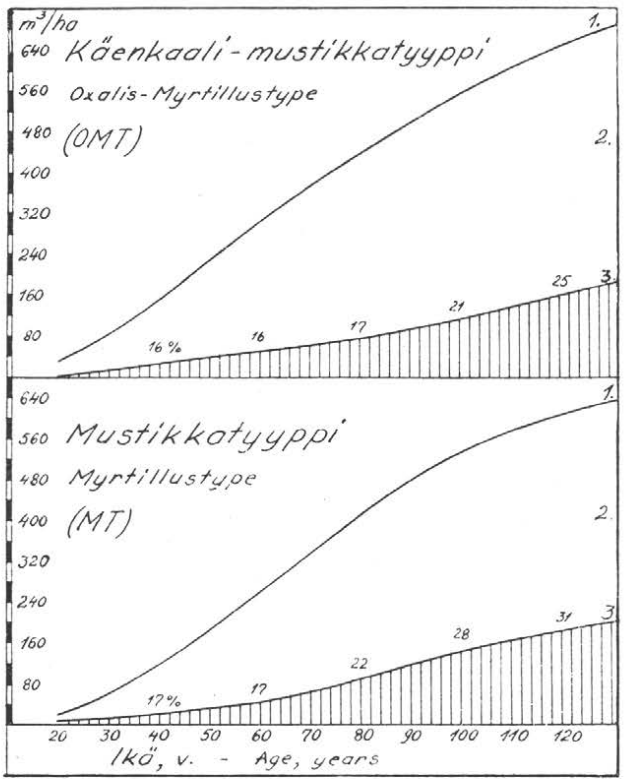
Mäntymetsikössä poistuma on tietyllä iällä kuutiometreinä sitä suurempi, mitä rehevämpi metsätyyppi on. Sadanneksina kokonaiskasvusta poistuma näyttäisi olevan mustikka- ja puolukkatyypeillä jotakuinkin yhtä suuri. Puolukkatyypillä sekä kasvu että poistuma käsittävät pienempiä puita mutta suuremman lukumäärän, mikä johtaa likimäärin samaan poistumasadannekseen. Kanervatyypillä puuston kehitys on paljon hitaampaa sekä kasvun että poistuman suhteen. Kuutiometreinä laskettuna sitä suurempi poistuma mitä parempi metsätyyppi ei johdu poistuvien puiden lukumäärän suuremmuudesta vaan niiden keskimäärin suuremmasta koosta. Puiden koko suurenee ja kasvutila laajenee varhaisesta taimi-iästä lähtien sitä nopeammin, mitä rehevämpi metsätyyppi on.

Puuston parempi kasvukyky saa aikaan paljon suuremman kokonaiskasvun mustikkatyypillä puolukkatyyppiin verrattuna ja tällä vuorostaan kanervatyyppiin verrattuna. Tästä johtuu, että jäljellä oleva puumäärä on suuremmasta poistumasta huolimatta mustikkatyypillä huomattavasti suurempi kuin puolukkatyypillä ja tällä taas paljon suurempi kuin kanervatyypillä.

Luonnonnormaalissa kuusimetsikössä kokonaispoistuma on käenkaali-mustikkatyypillä nuorella ja osittain vielä keski-iälläkin kuutiometreinä vähän suurempi, mutta sadanneksina kokonaiskasvusta jotensakin saman suuruinen kuin mustikkatyypillä. Keski-iän jälkipuolelta lähtien poistuma näyttäisi kohoavan mustikkatyypillä jyrkemmäksi ja samalla suuremmaksi kuin käenkaali-mustikkatyypillä. Se voinee viitata liian heikkoon aiempaan itseharvenemiseen, joka aiheuttaa jonkinlaista poistuman patoutumaa ja johtaa jäljellä olevan puumäärän eron suurenemiseen näiden metsätyyppien välillä. Runkoluku on näet esim. 30 v. iällä käenkaali-mustikkatyypillä 64 % mutta 110 v. iällä 90 % mustikkatyypin runkoluvusta.

Koivumetsikössä kokonaispoistuma on sekä kuutiometreinä että sadanneksina kokonaiskasvusta sitä suurempi mitä rehevämpi metsätyyppi on. Samaa sääntöä noudattaa jäljellä oleva puumäärä.

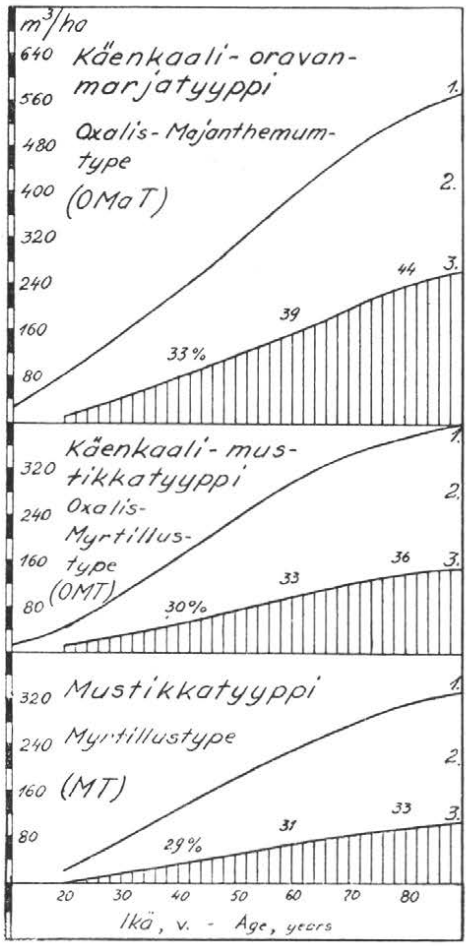
Verrattaessa keskenään eri puulajien metsiköiden kokonaiskasvua, kokonaispoistumaa ja jäljellä olevaa puumäärää havaitaan monta huomattavaa eroavaisuutta.



Kuva — *Fig. 2.* Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalin kuusi metsikön kokonaiskasvun (1), kokonaispoistuman (3) ja jäljellä olevan puumäärän (2) kehitys. — *Development of the total growth (1), the total removal (3) and the remaining volume (2) of naturally normal spruce stand in the southern half of Finland.*

Mäntymetsikössä kokonaiskasvu ja kokonaispoistuma sekä jäljellä oleva puumäärä ovat kaikki samalla metsätyypillä ja samalla iällä suuremmat kuin luonnontilassa syntyneessä ja kehittyneessä kuusikossa. Kuusikon hyvin paljon hitaampi itseharveneminen ja myöhemmän iän suurempi kasvu johtavat siihen, että siinä erityisesti jäljellä oleva puumäärä vanhalla iällä lähenee männikön vastaavaa puumäärää. Huomiota ansaitsee vielä se, että mustikkatyypin männikkö voittaa myös tällaisen luonnontilaisen käenkaali-mustikkatyypin kuusikon, jäljellä olevan puumäärän suhteen kuitenkin vain n. 70 vuoden ikään saakka.

Vain säännöllisesti metsikköä harventaen saattanee olla mahdollista, että kuusikko mainituilla kahdella metsätyypillä saavuttaa tai ehkä — lähinnä käenkaali-mustikkatyypillä — voittaa männikön tarkasteltujen ilmiöiden kehityksessä. Viljelykuusikon ja luonnonmännikön vertailussa



Kuva — *Fig. 3.* Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalin koivu metsikön kokonaiskasvun (1), kokonaispoistuman (3) ja jäljellä olevan puumäärän (2) kehitys. — *Development of the total growth (1), the total removal (3) and the remaining volume (2) of naturally normal birch stand in the southern half of Finland.*

Kalela on osoittanut suhteen jäljellä olevan puumäärän ja vuotuisen kasvun osalta tällaiseksi jo nuorehkolta tai ainakin keskiältä lähtien.[1])

Mänty- ja koivumetsiköiden vertailu paljastaa hyvin selvästi luonnontilaisen koivikon suhteellisen pienen puun tuoton. Jo mustikkatyypin männikössä kokonaiskasvu on jotakuinkin yhtä suuri ja jäljellä oleva puumäärä suurempi kuin lehtomaan, käenkaali-oravanmarjatyypin, koivikossa. Käenkaali-mustikkatyypin koivikon mustikkatyypin männikkö voittaa ylivoimaisesti. Myöskin luonnontilassa noussut ja kehittynyt kuusikko voittaa vastaavan metsätyypin koivikon kokonaiskasvun ja erityisesti jäljellä olevan puumäärän suhteen. Poistuma jää kuusikossa pienemmäksi.

Syy koivikon suhteellisen pieneen puun tuottoon ei ole siinä, että itseharveneminen olisi muihin puulajeihin verrattuna hidas ja viivyttäisi kehitystä. Koivikko harvenee päinvastoin nopeammin kuin muiden puulajien metsiköt. Koivu vaatii siis enemmän kasvutilaa.[2]) Erityisesti on huomattava koivikon voimakas itseharveneminen sekä kuutiomääränä että sadanneksina kokonaiskasvusta parhaalla kasvupaikalla, käenkaali-oravanmarjatyypillä.

[1]) Erkki K. Kalela (Cajander), Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. *(Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland). Metsätiet. tutkimuslaitoksen julkaisuja — Comm. Instituti Forestalis Fenniae 19.3. Helsinki 1933.

[2]) Kasvutilan tarvetta eri puulajien luonnonnormaaleissa metsiköissä ja eri metsätyypeillä valaisee V. T. Aaltosen siv. 5 mainittujen kasvutaulukoiden perusteella tekemä tutkimus: Metsikön itseharvenemisesta ja puiden kasvutilasta luonnonmetsissä. *(Referat:* Über die Selbstabscheidung und den Wuchsraum der Bäume in Naturbeständen). Metsätiet. koelaitoksen julkaisuja — Comm. Instituti Forestalis Fenniae 9. Helsinki 1925.

Jos metsikön kasvatuksessa lähdetään siitä, mihin sen luonnonmukainen kehitys viittaa, on koivulle pyrittävä saamaan kasvutilaa enimmän, lähinnä sitä männylle ja vasta viimeisenä järjestyksessä kuuselle, joka ilmeisesti pystyy kasvamaan edellisiä tiheämmässä. Tämä merkitsee siis nuoren taimistoiän ohi mentyä vahvimpia harvennushakkauksia koivikoissa, mikä viime aikana on käytännössäkin selvästi todettu. Niinkuin aiempi vertailu eri puulajien kesken osoitti, koivikon puun tuotto ei kohoa tietyllä metsätyypillä läheskään männyn ja kuusen tasalle. Tästä syystä pyrkimys olisi kohdistettava koivikossa vahvoja harvennuksia suorittaen erityisesti arvokkaiden puiden kasvatukseen. Se edellyttää riittävää menekkiä pienikokoiselle koivulle, jolloin myös kiertoaika ilmeisesti voidaan supistaa verraten lyhyeksi.

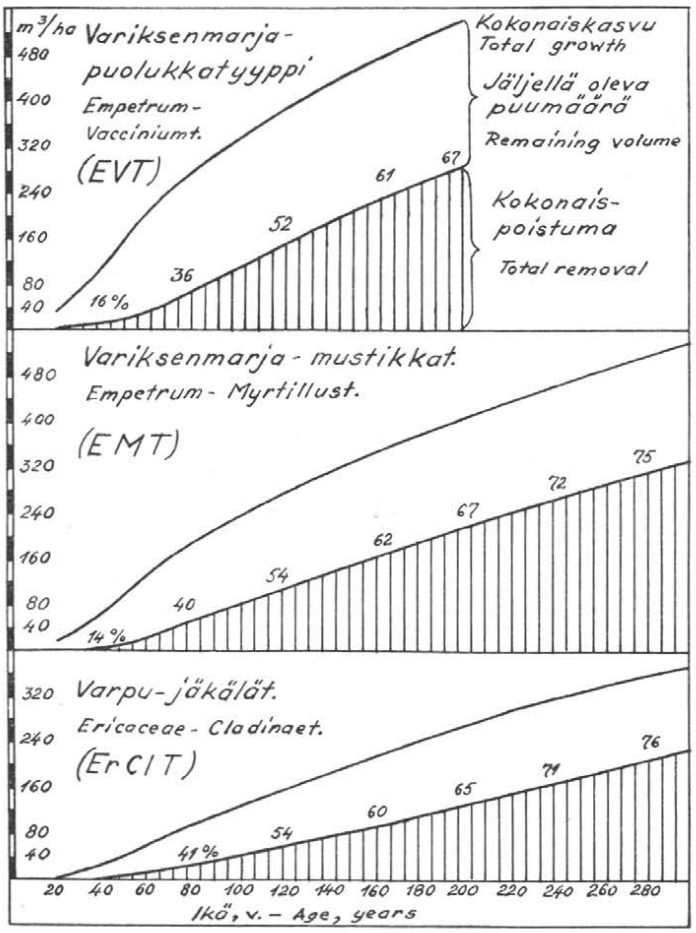
Perä-Pohjola

Kasvun ja poistuman suhde on saanut Perä-Pohjolan metsien kohdalta enemmän huomiota osakseen kuin maan eteläpuoliskossa. Tämä johtunee siitä, että asiaa on koetettu tuoda Perä-Pohjolan osalta enemmän esille, koska sillä siellä on yhä suurempi merkitys.

Kokonaiskasvun, kokonaispoistuman ja niiden erona jäljelle jäävän puumäärän kehitys nähdään kuvasta 4. Jokainen näistä on ainakin männikössä samalla iällä kuutiometreinä sitä suurempi mitä parempi metsätyyppi on. Poistuma on sadanneksina kasvusta kaikilla kolmella metsätyypillä samalla iällä — taimistoa lukuun ottamatta — jotakuinkin yhtä suuri.

Pohjois-Suomen metsissä puuston kuutiomäärä keskimäärin metsähehtaaria kohden on valtakunnan metsien arvioinnin mukaan verraten pieni, jopa sikäläisten metsien runsaista vanhoista ikäluokista huolimatta melkoisen yleisesti vain puolet siitä kuin maan etelä- ja keskiosien paljon nuoremmissa metsissä.[1]) Tämä ei kuitenkaan johdu yksinomaan metsämaiden ja ilmaston karummasta luonteesta eikä myöskään hakkuista. Siihen on ainakin tiheinä nousseissa mäntymetsiköissä kuvien 4 ja 5 mukaan suurena syynä luontainen poistuma. Tämä itseharvenemisesta aiheutuva poistuma on kylläkin nuorella ja osaksi vielä keskiiällä pieni. Mutta sen jälkeen se, ikäänkuin liiallisen tiheyden aiheuttamasta tukehtumisesta johtuen, kohoaa nopeasti suureksi. Se käsittää n. 100 vuoden iästä lähtien puolet ja 200 vuoden iällä kaksi kolmannesta kokonaiskasvusta.

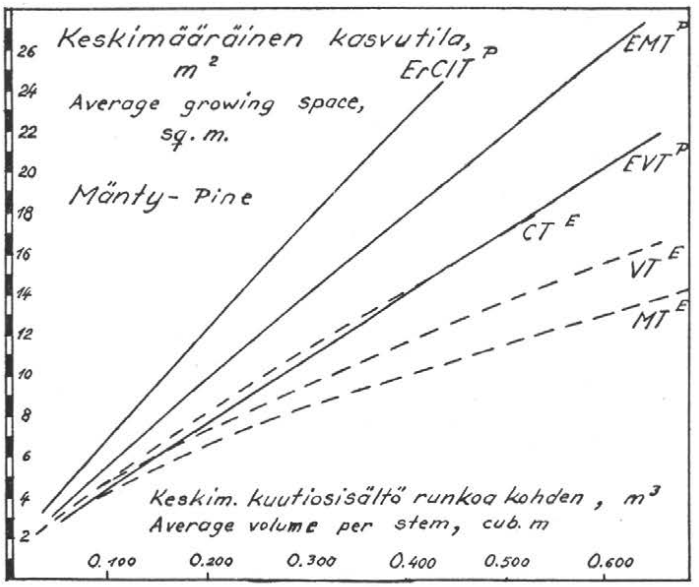
[1]) Yrjö Ilvessalo, Suomen metsävarat ja metsien tila. *(Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland). Metsätiet. tutkimuslaitoksen julkaisuja — Comm. Instituti Forestalis Fenniae 30. Helsinki 1942.



Kuva — *Fig. 4.* Perä-Pohjolan luonnonnormaalin m ä n t y metsikön kokonaiskasvun, kokonaispoistuman ja jäljellä olevan puumäärän kehitys. — *Development of the total growth, the total removal and the remaining volume of naturally normal p i n e stand in central North Finland.*

Kuva 5 osoittaa, että saman kokoisen rungon kasvutila on sekä maan eteläpuoliskon että Perä-Pohjolan luonnonnormaalissa mäntymetsikössä sitä pienempi mitä parempi metsätyyppi on. Perä-Pohjolassa kasvutilan vaatimus on kuitenkin erityisen suuri, mikä johtunee ennen kaikkea kasvupaikan maan ja ilmaston karummasta luonteesta yhteisesti. Siihen viittaa myös seuraava lukusarja, josta esimerkkinä nähdään että kokonaiskasvu on Perä-Pohjolan variksenmarja-mustikkatyypillä n. 80 vuoden ikään saakka hieman suurempi ja sen jälkeenkin verraten vähän pienempi mutta kokonaispoistuma taas suurempi kuin eteläpuoliskon kanervatyypillä.

	Kokonaiskasvu m³/ha			Kokonaispoistuma m³/ha		
Ikä:	40 v.	80 v.	120 v.	40 v.	80 v.	120 v.
Perä-Pohjola EMT	62	186	272	9	75	148
Eteläpuolisko CT	59	183	313	9	37	95



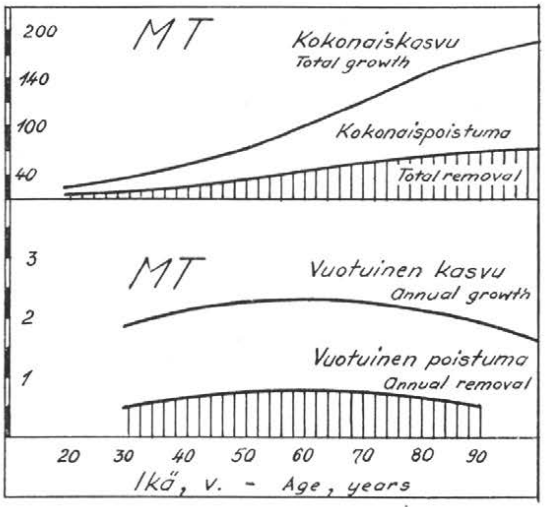
Kuva — *Fig. 5.* Luonnonnormaalin metsikön saman kokoisen männyn rungon keskimääräinen kasvutila eri metsätyypeillä Suomen eteläpuoliskossa = E ja Perä-Pohjolassa = P. — *Average growing space of a pine stem of equal size in naturally normal stands on different forest types in the southern half of Finland = E and in central North Finland = P.*

Itseharvenemisesta aiheutuva poistuma kohoaa jo 120 v. ikään mennessä niin suureksi, että jollei harvennushakkauksia aleta suorittaa aikanaan menetetään ½—⅔ metsikön kasvupaikalla tuottamasta puumäärästä.

Kuusimetsiköistä ei ole käytettävissä samanlaisia perustietoja kuin männiköistä sen johdosta, ettei kasvutaulukoiden laadinnassa voitu löytää riittävästi eri ikäluokkien luonnonnormaaleja kuusikoita.

Koivumetsiköistä, joilla Perä-Pohjolassa ei ole taloudellisessa mielessä ensinkään samaa merkitystä kuin männiköillä eikä myöskään sitä kuin eteläpuoliskon koivikoilla, on vertailua varten otettu pohjois-mustikkatyyppiin luettu luonnonnormaali koivikko. Sen kokonaiskasvun, kokonaispoistuman ja jäljellä olevan kuutiomäärän kehitystä valaisee kuva 6.

Pohjoisen mustikkatyypin koivikko ei vedä vertoja kokonaiskasvussa edes variksenmarja-mustikkatyypin männikölle. Poistuma siinä on aluksi huomattavasti suurempi kuin mainitussa männikössä, mutta



Kuva — *Fig. 6.* Perä-Pohjolan luonnonnormaalin koivu metsikön kehitys mustikkatyypillä.—*Development of naturally normal birch stand of Myrtillus type in central North Finland.*

myöhemmin suhde muuttuu päinvastaiseksi. Tällaisen pohjoisen koivikon kehitys on niin heikko, että se jää hyvin paljon jälkeen sellaisestakin eteläpuoliskon koivikosta, joka kasvaa koivulle aivan liian karulla puolukkatyypillä. Niinpä mainittuja metsätyyppejä verraten 100 vuoden ikäisessä luonnonnormaalissa koivikossa kokonaiskasvu on Perä-Pohjolassa 183 m³/ha mutta eteläpuoliskossa 265 m³/ha, kokonaispoistuma vastaavasti 85 m³ ja 90 m³, jäljellä oleva puumäärä 128m³ja 175m³, runkoluku 1 550 kpl/ha ja 960 kpl/ha sekä vielä keskiläpimitta rinnankorkeudelta 12 cm ja 16 cm.

Kun mäntymetsikön kokonaiskasvu on 100 v. iällä variksenmarja-puolukkatyypillä 330 m³/ha mutta koivikon luokkaa paremmalla metsätyypillä vain 183 m³, on koivu selvästi väistyvä männyn hyväksi. Puiden keskikoossa on sitä paitsi suuri ero männyn eduksi.

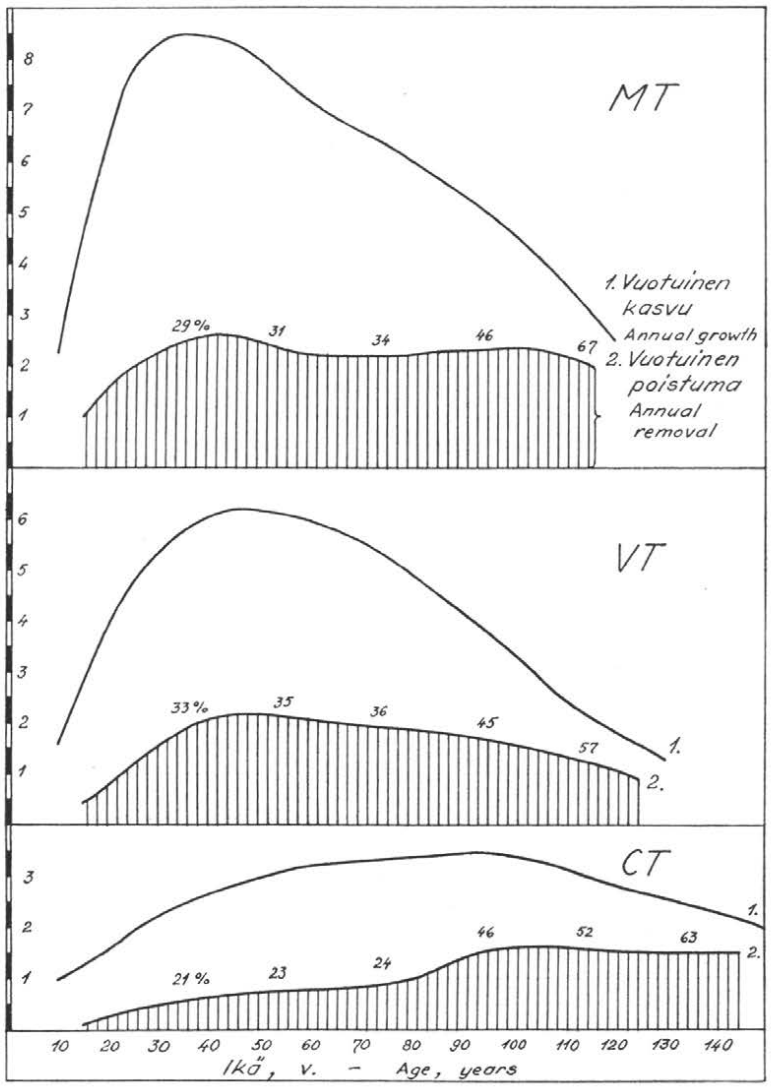
Vuotuinen kasvu ja poistuma

Vuotuisen kasvun ja vuotuisen poistuman suhdetta valaiseva graafinen kuva (7—10) muodostuu luonnollisesti aivan toisenlaiseksi kuin kokonaiskasvun ja kokonaispoistuman suhdetta osoittava kuva. Edellisessähän on kysymys kunkin vuoden määrästä sellaisenaan, jälkimmäisessä taas kasautuvasta määrästä.

Luonnonnormaalissa metsikössä sekä kasvun että poistuman määrä on kuutiometreinä taimistoiällä pieni, suurenee sitten jyrkästi maksimiinsa ja alkaa jälleen pienentyä. Kasvu nousee paljon jyrkemmin kuin poistuma, mistä seurauksena on jäljellä olevan puumäärän suureneminen. Kasvun väheneminen on samoin poistuman vähenemistä jyrkempi, mutta kasvu on silloinkin niin paljon poistumaa suurempi, että jäljellä oleva puumäärä yhä suurenee, joskin hidastuvassa tahdissa. Hyvin vanhalla iällä, metsätyypin ja puulajin mukaan vaihdellen, poistuma saavuttaa ja lopuksi ylittää kasvun. Silloin jäljellä oleva puumäärä pienenee pie-

nenemistään, vaikka hitaasti, kunnes viimeinenkin puu kuivuneena poistuu nousevan uuden puustopolven päältä.

Kun talousmetsiköistä aika ajoin monessa erässä poistetaan ennen muuta kuivunutta ja kuivuvaa puuta, ei useinkaan tulla ajatelleeksi ja nähneeksi, kuinka huomattava merkitys luontaisista syistä aiheutuvalla poistumalla on. Nettokasvu vähenee luonnonnormaalissa metsi-

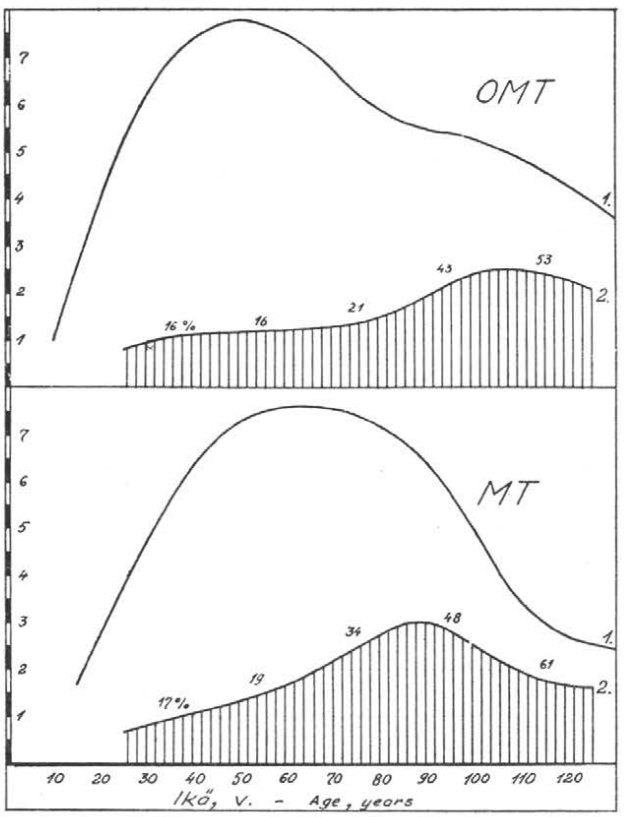


Kuva — *Fig. 7.* Vuotuisen juoksevan kuutiokasvun (1) ja poistuman (2) keskinäinen suhde Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalissa m ä n t y-metsikössä. — *Mutual relation between the current annual volume growth (1) and removal (2) in naturally normal p i n e stand in the southern half of Finland.*

kössä useimmiten jo keski-iällä kahteen kolmannekseen ja viimeistään n. 100 v. iällä enintään puoleen bruttokasvusta.

Suomen eteläpuolisko

Mäntymetsikössä vuotuinen poistuma on metsikön parhaassa kasvuiässä, n. 30 vuodesta n. 80 vuoden vaiheille saakka, mustikka- ja puolukkatyypillä 30 tai runsas 30 % kasvusta. Kanervatyypillä sadannes on samana aikakautena n. 10 pienempi; poistuvien puiden lukumäärä on kylläkin suuri, mutta niiden keskikoko on puuston hitaan kehityksen johdosta pieni. N. 100—110 v. iällä poistuma käsittää jo puolet kasvusta; kanervatyypilläkin se aiempaa hitauttaan korjaten kohoaa tähän määrään. Näyttää siltä, että poistuma peittää kasvun mustikkatyypillä keskimäärin 130—150 v. iällä, puolukkatyypillä jonkin verran myöhemmin ja kanervatyypilläkin ehkä ennen 200 v. ikää.

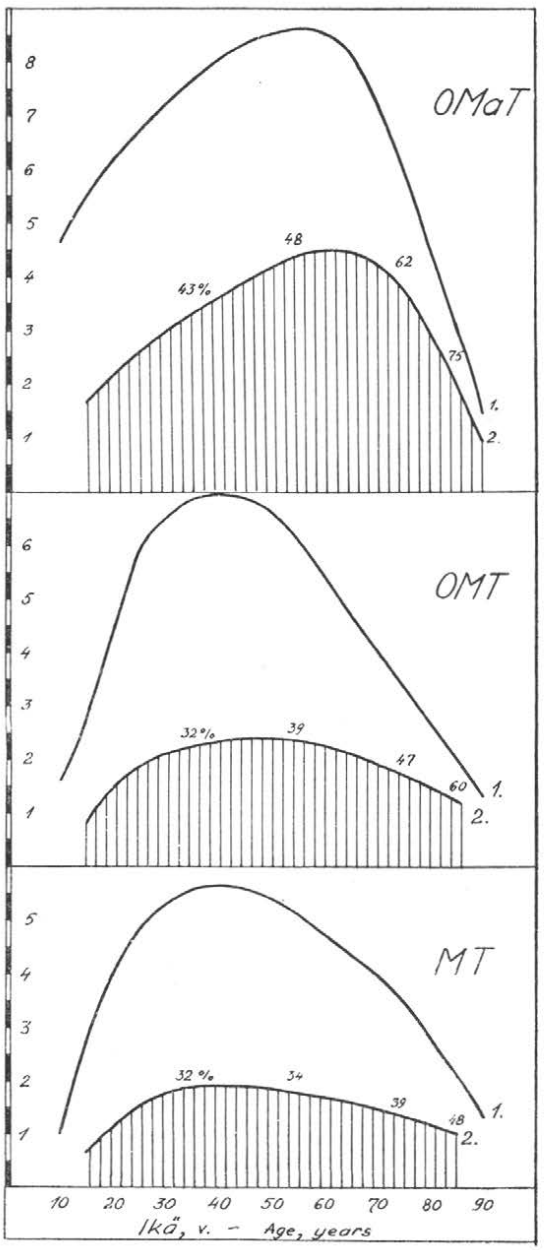


Kuva — *Fig. 8.* Vuotuisen juoksevan kuutiokasvun (1) ja poistuman (2) keskinäinen suhde Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalissa k u u s i metsikössä. — *Mutual relation between the current annual volume growth (1) and removal (2) in naturally normal s p r u c e stand in the southern half of Finland.*

Kuusimetsikössä poistuman vuotuismäärä on nuorella ja pääasiallisesti keskiälläkin paljon pienempi kuin vastaavan metsätyypin männikössä. Mutta sitten se korjaa hitauttaan. Puusto on liian täysi, ja poistuma kohoaa 30—40:een sadannekseen ja 100—110 v. iästä lähtien puoleen kasvusta. Nettokasvu jatkuu pitempään kuin männikössä.

Koivumetsikössä vuotuinen poistuma kehittyy paljon nopeammin kuin kuusikossa ja myös nopeammin kuin männikössä. Se suurenee kasvuun verrattuna sitä nopeammin mitä parempi metsätyyppi on. Lehtomaalla se käsittää jo 60 v. iällä, käenkaali - mustikkatyypillä vähän alle 80 v. ja mustikkatyypillä viimeistään 90 v. iällä n. puolet kasvun määrästä. Tämäkin osoittaa, että harvennushakkauksia on luontoa seuraten enimmin kiirehdittävä koivikoissa.

Suorittamalla harvennushakkauksia ja vanhemmalla iällä väljennyshakkauksia riittävän usein voidaan kaikkien puulajien metsiköissä pelastaa huomattavan suuri puumäärä ennen pystyyn kuivumista, siis tuoreena puuna, käyttöön. Harvennushakkausten taloudellinen kannattavuus on tietenkin yleensä määräävä tekijä.



Kuva — *Fig. 9.* Vuotuisen juoksevan kuutiokasvun (1) ja poistuman (2) keskinäinen suhde Suomen eteläpuoliskon luonnonnormaalissa k o i v u metsikössä. — *Mutual relation between the current annual volume growth (1) and removal (2) in naturally normal b i r c h stand in the southern half of Finland.*

Vuotuista kasvua ja poistumaa osoittavia kuvia tarkastelemalla havaitaan, että vuosittaista kasvua vastaava tuoreen runkopuun hakkuumäärä johtaa jäljellä olevan puumäärän pienenemiseen, jollei hakkuumäärään sisällytetä myös luontaista poistumaa.

Perä-Pohjola

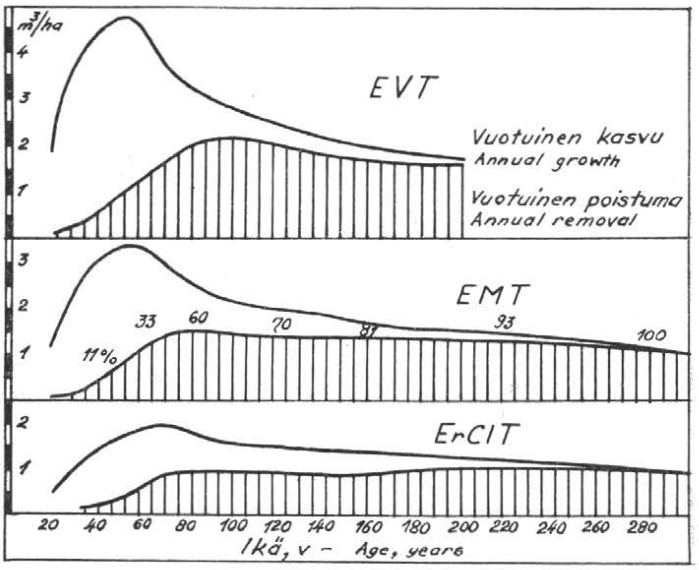
Luonnonnormaaleissa mäntymetsiköissä vuotuinen poistuma on puuston ensimmäisinä vuosikymmeninä hyvin pieni, vielä paljon pienempi kuin eteläpuoliskon kanervatyypillä. Ilmeisesti tästä on seurauksena suuri liikatiheys ja siitä johtuva poistuman jyrkkä nousu n. 60 v. iästä lähtien (kuva 10). Poistuma lähestyy kasvua nopeassa tahdissa. Vielä 40 v. iällä poistuma on näet metsätyypin mukaan vaihdellen vain 11—14 % kasvusta, 60 v. iällä se on 29—33 %, mutta 80 v. iällä 53—61 %, 100 v. iällä 56—75 % ja 180 v. iällä 77—84 %, kunnes se 260—280 v. iällä saavuttaa kasvun, eikä siis nettokasvua enää ole.

Vaikkakin Perä-Pohjolan metsistä vain pieni osa on luonnonnormaaleja, niistä on kuitenkin suuri osa luonnontilassa siinä mielessä, ettei mitään säännöllisiä harvennushakkauksia ole voitu suorittaa pienpuun puuttuvan tai riittämättömän menekin takia. Valtakunnan metsien arvioinnin mukaan Perä-Pohjolan kasvullisten maiden metsistä oli vv. 1936-38 n. $^4/_5$ yli 80-vuotisia ja n. $^2/_3$:ssa ei havaittu arvioinnissa jälkiä siitä, että edellisen 10-vuotiskauden aikana olisi mitään hakkuuta suoritettu. Samalla arviointi osoitti, että runsaalla puolella koko alasta olisi seuraavana 10-vuotiskautena 1939—48 ainakin jonkinlainen hakkaus tarpeen. Seuraus hakkuiden ja erityisesti harvennushakkauksien viivästymisestä ilmeni siinä, että Perä-Pohjolan alueella oli pystyyn kuivuneita puita runsaan viiden vuoden kasvua vastaava puumäärä.

Perä-Pohjolan metsissä on siis — sellaisina kuin ne nykyisin ovat — hyvin huomattava luontainen poistuma. Tästä aiheutuu suuri menetys sen johdosta, että kuivuneilla puilla on varsin rajoitettu käyttötarkoitus. Menetystä lisää vielä paljon se, että suuri osa kuivuneista puista kaatuu maahan lahoamaan. Tätä erityisesti Pohjois-Suomen metsätaloutta vaivaavaa rasitusta ei voida keventää muuten kuin parantamalla kaikin keinoin menekkiä, mikä tekee järkevän metsänhoidon mahdolliseksi.

Perä-Pohjolan kuusimetsiköistä ei ole olemassa pohjaa vastaavanlaista kasvun ja poistuman vertailua varten. Vertailu ei olekaan niin merkityksinen kuin männyn suhteen, sillä kuusi on järkevän metsänhoidon voittaessa alaa väistyvä tuottoisamman männyn hyväksi metsämaiden pääosalta. Samoin on käyvä kuustakin vähätuottoisemman koivun. Kuitenkin on otettu kuvaan 6 esimerkki koivumetsiköstä pohjois-mustikkatyypiltä. Se ei pysty kilpailemaan kasvussa edes variksenmarja-mustikkatyypin männikön kanssa. Mutta se näyttää har-

venevan jo nuorella iällä sen verran, ettei »tukehtumista» myöhemmin tapahdu. Mäntyä samalla iällä keskimäärin paljon pienemmällä koivulla on väljempi kasvutila, minkä johdosta suhteellisesti suurempi osa koivuista pysyy hengissä eikä poistuma kohoa männyn tasalle.



Kuva — *Fig. 10.* Vuotuisen juoksevan kuutiokasvun ja poistuman keskinäinen suhde Perä-Pohjolan luonnonnormaalissa m ä n t y-metsikössä. — *Mutual relation between the current annual volume growth and removal in naturally normal p i n e stand of central North Finland.*

Hoidettujen ja luonnonnormaalien metsiköiden keskinäinen suhde

Niinkuin aiemmin mainittiin, tämä tutkielma kohdistettiin varsinaisesti luonnonnormaaleihin metsikköihin. Jonkinlaisen käsityksen saamiseksi siitä vaikutuksesta, mikä metsänhoidolla, säännöllisillä harvennushakkauksilla, voisi olla metsikön kehitykseen ja puun tuoton määrään, on vertauksen vuoksi tutkittu 20 kestokoealalta saatuja tuloksia. Koealat rajoitettiin 20:een, sillä enempää sellaisia »puhtaiksi» metsiköiksi katsottavia kestokoealoja, jotka on säännöllisesti harvennettu ja mitattu vähintään 20 v. (21—26 v.) ajan, ei tähän tarkoitukseen ollut käytettävissä.

Jos jokaisen tarkastetun kestokoealan ajatellaan edustavan yhtä hehtaaria, saadaan yhteensä 20 hehtaarin suuruinen säännöllisin harvennushakkauksin käsitelty metsäalue. Sen pinta-alasta on käenkaali-mustikkatyyppiä 35 %, mustikkatyyppiä 45 %, puolukkatyyppiä 10 % ja kanervatyyppiä 10 %, joten alue on metsätyyppisuhteiltaan tuntuvasti maan eteläosan keskimäärää parempi. Puulajisuhteet ovat seuraavanlaiset: mäntymetsää 60 %, kuusimetsää 20 % ja koivumetsää 20 %. Nämä jakaantuivat mittauskauden alussa ikäluokkiin seuraavasti: 21—30 v. 15 %, 31—40 v. 20 %, 41—50 v. 35 %, 51—60 v. 20 %, 61—70 v. 5 % ja 71—80 v. 5 %. Koealametsiköistä oli syntynyt luonnonsiemennyksestä 8, tätä hyvin läheisesti muistuttavasta hajakylvöstä 10 ja ruutukylvöstä 2.

Kasvutaulukoiden perusteella muodostettiin tätä metsäaluetta metsätyyppien, puulajien ja ikäluokkien suhteen vastaava luonnonnormaali metsäalue. Sitä koskevia laskelmia varten otettiin luonnonnormaalien metsiköiden vastaavat kasvu-, poistuma- ym. luvut kasvutaulukoista sellaisinaan. Näin ajateltua luonnonnormaalia metsäaluetta verrataan edellisessä esitetyllä tavalla saatuun hoidettuun metsäalueeseen.

Vertailun päätulokset nähdään siv. 21 esitetystä asetelmasta.

20 hehtaarin suuruinen metsäalue — *A forest area of 20 hectares*

	1. Harvennushakkauksin käsitelty *1. Treated with thinnings*		2. Luonnonnormaali *2. Naturally normal*
Tutkimusajan — *During the time of experiment*			
alkukuutiomäärä — *initial volume*	2 986 m³	*cub. m. excl. bark*	2 765 m³
kokonaiskasvu — *total growth*	3 447 »	»	2 998 »
kokonaispoistuma — *total removal*	1 927 »	»	841 »
loppukuutiomäärä — *final volume*	4 506 »	»	4 922 »
Vuotuinen juokseva kuutiokasvu — *Current annual increment*			
alussa — *initial*	162 »	»	134 »
lopussa — *final*	152 »	»	122 »
kasvu-% alussa — *increment per cent, initial*	5.4	»	4.4
kasvu-% lopussa — *increment per cent, final*	3.4	»	2.5

Kaikki kuutiomäärät ovat kuorettomia.

Lukujen vertailu osoittaa säännöllisin harvennushakkauksin käsitellyn metsän luonnonnormaalia tuottoisammaksi.

Alkukuutiomäärä on harvennuksin hoidetussa metsässä 221m³ eli 8 % suurempi kuin luonnonnormaalissa metsässä. Mutta kokonaiskasvu koko tutkittuna aikakautena on hoidetussa metsässä 449 m³ eli 15 % suurempi kuin luonnonnormaalissa. On hyvin huomattavaa, että tällainen tulos on saavutettu vaikka hoidetusta metsästä on hakattu kokonaispoistumana 1 927 m³, samalla kun luonnonnormaalissa metsässä on kuivunut ja lahonnut käyttämättä 841 m³. Vaikka poistuma on hoidetussa metsässä 1 086 m³ suurempi eli 2.3 kertaa niin suuri kuin luonnonnormaalissa metsässä, niin loppukuutiomäärä on kuitenkin vain 416 m³ pienempi kuin luonnonnormaalissa metsässä.

Aiemman hoidon ansiosta vuotuinen juokseva kuutiokasvu oli hoidetussa metsässä tutkimuskauden alussa 21 % suurempi kuin luonnonnormaalissa. Huomattavasti yli kaksinkertaisesta poistumasta ja 416 m³ eli 8 % pienemmästä loppukuutiomäärästä huolimatta kasvu on hoidetussa metsässä tutkimuskauden lopussa 25 % suurempi kuin luonnonnormaalissa metsässä. Kasvusadannes oli tutkimuskauden alussa hoidetussa metsässä 23 % suurempi ja tutkimuskauden lopussa 36 % suurempi.

Hoidettu metsä on siis antanut hyvin huomattavasti paremman tuloksen kuin luonnonnormaali metsä. Edellisestä on korjattu käyttöön

paljon puuta, mutta kuitenkin kokonaiskasvu on siinä 15 % suurempi, ja vuotuinen kasvu on sekä kuutiometreinä että sadanneksina luonnonnormaalin metsän kasvuun verrattuna entistä suurempi.

On myönnettävä, että hoidettu metsä on käsittänyt erityisen tarkoin ja melkoisen säännöllisin väliajoin harvennettua puustoa. Tavallisella metsänhoidolla ja laajalla alueella on vaikea saavuttaa näin hyvää tulosta. Mutta joka tapauksessa esimerkki selvästi osoittaa, että järkevällä metsänhoidolla voidaan jo parissa vuosikymmenessä paljon saavuttaa. Huomattava on myös, että luonnonnormaaleja metsiä on aivan niukasti. Mutta jos taas verrattavaksi olisi otettu tavalliseen tapaan epätyydyttävästi tai huonosti käsitelty metsä, olisi hoidetun metsän edullisuus ilmeisesti osoittautunut yhä suuremmaksi.

Hoidetun metsän edullisuus luonnonnormaaliin ja epätyydyttävästi sekä huonosti käsiteltyyn metsään verrattuna käy selville edellistä monipuolisemmin ja todennäköisesti paljon suuremmassa määrässä, jos tarkastetaan myös keskenään vertauskelpoisia runkolukusarjoja. Se on ilmennyt jo aiemmin mainitussa Suomen Akatemian ja Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen yhteistyönä menossa olevassa tutkimuksessa, josta toistaiseksi on olemassa Nyyssösen, Vuokilan ja Kuuselan alustavia tutkimuksia käsikirjoituksina. Yhä enemmän asia todennäköisesti selviää arvokasvun tarkastelussa, joka myös sisältyy äsken mainittuun tutkimukseen. Siihen viittaa myös eräs pieni kestokoealojen perusteella tehty vertailu, joka osoitti säännöllisesti harventaen hoidetun puuston rahallisen tuoton lyhyehkössä ajassa jopa 50—100 % suuremmaksi kuin se oli vastaavanlaisessa hoitamattomassa metsässä.[1])

Vertailun täydennykseksi on vielä otettu 8 jotakuinkin puhtaiden metsiköiden koealasarjaa, joista kustakin yksi osa on käsitelty säännöllisesti vahvalla harvennuksella ja toinen jätetty kehittymään ilman käsittelyä, siis hoitamatta. Näistä metsiköistä on 4 mänty-, 2 kuusi- ja 2 koivumetsikköjä. Kaksi on käenkaali-mustikkatyypiltä, 3 mustikka-, 1 puolukka- ja 1 kanervatyypiltä sekä 1 kangaskorvesta. Tutkimuskausi on kestänyt eri koealasarjoissa 21—26 v., ja sen alussa metsiköt jakaantuivat ikäluokkiin seuraavasti: 21—40 v. 3 kpl., 41—60 v. 3 kpl. ja 61—80 v. 2 kpl.

Koealojen tulokset on laskettu hehtaarin alaa vastaaviksi ja sarjat on sitten yhdistetty metsäalueeksi. Näin on saatu keskenään verrattavaksi samanlaiselta kasvupaikalta ikäänkuin 8 ha säännöllisesti harvennettua ja 8 ha hoitamatonta metsää. Edellistä nimitetään lyhyesti »hoidetuksi» ja jälkimmäistä »hoitamattomaksi» metsäksi. Tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta.

[1]) Yrjö Ilvessalo, Yksityismetsiemme heikkoudet ja niiden korjaaminen. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki 1948.

8 hehtaarin suuruinen metsäalue — *A forest area of 8 hectares*

	1. Harvennushakkauksin käsitelty (»hoidettu») *1. Treated with thinnings*	2. Käsittelemätön (= »hoitamaton») *2. No treatment*
Tutkimusajan — *During the time of experiment*		
alkukuutiomäärä — *initial volume*	1 062 m³ *cub. m. excl. bark*	1 027 m³
kokonaiskasvu — *total growth*	1 085 »	1 061 »
kokonaispoistuma — *total removal*	661 »	135 »
loppukuutiomäärä — *final volume*	1 486 »	1 953 »
Vuotuinen juokseva kuutiokasvu — *Current annual increment*		
alussa — *initial*	58 »	58 »
lopussa — *final*	51 »	53 »
kasvu-% alussa — *increment per cent, initial*	5.5	5.6
kasvu-% lopussa — *increment per cent, final*	3.4	2.7

Kaikki kuutiomäärät ovat kuorettomia.

Hoidetun metsän alkukuutiomäärä oli 35 m³ ja kokonaiskasvu 24 m³ suurempi kuin hoitamattoman metsän, mutta hoidetusta metsästä saatiin korjatuksi kokonaispoistumana — jos ajatellaan että kaikki puu voitiin käyttää — n. viisinkertainen puumäärä eli 526 m³ enemmän hoitamattomaan metsään verrattuna, jonka poistuma oli kaikki pystyyn kuivunutta puuta.

N. viisinkertaisesta poistumasta johtuu, että loppukuutiomäärä on hoidetussa metsässä huomattavasti pienempi kuin hoitamattomassa. Tästä huolimatta hoidetun metsän vuotuinen juokseva kuutiokasvu on tutkimuskauden lopussa jotakuinkin tasan yhtä suuri kuin hoitamattoman metsän, siis samoin kuin tutkimuskauden alussa. Kasvusadannesten ero on muuttunut hoidetun metsän eduksi. Selitykseksi tuskin voidaan muuta sanoa kuin, että hoidetuissa metsissä on puille hankittu väljempi kasvutila ja että jokaisessa harvennuksessa on pyritty paraskasvuisen puuston jäljelle jättämiseen. Hoitamattomissa metsissä itseharvenemisen johdosta poistuneet puut ovat voineet haitata hyväkasvuisten kehitystä ja vähemmän terveenä yhdyskunnan osana tavalla tai toisella aiheuttaa niidenkin tuhoutumista.

Loppukatsaus

Tutkielman tarkoituksena on koettaa saattaa niitä, joiden hallussa metsää on ja niitä jotka metsien kasvatuksesta huolehtivat, kiinnittämään entistä enemmän huomiota kasvun ja poistuman suhteeseen puuston kehittyessä taimistosta hakkuukypsyyteen.

Poistuma käsittää luonnonnormaaleissa ja muissa luonnontilaan jätetyissä metsissä niin huomattavia puumääriä, että niiden käyttämättä jättäminen merkitsee suurta taloudellista menetystä. Tämä menetys on yleensä sitä suurempi, mitä paremman metsätyypin metsiköstä on kysymys, minkä täytyisi yhä enemmän kiinnittää huomiota asiaan. Luonto osoittaa siis, että metsikön kasvatus edellyttää harvennushakkauksia mahdollisimman suuren puumäärän talteen saamiseksi tuoreena, käyttökelpoisena.

Huomion kiinnittäminen vain tähän ei tietenkään riitä. Yhtä tärkeätä on, että harvennushakkaus suoritetaan järkevän metsänhoidon mukaisesti. Ajattelemisen aihetta antaa se tulos, jonka vv. 1936—38 toimeenpantu II valtakunnan metsien arviointi tässä suhteessa antoi: hyvin kohtuullista arvosteluperustetta soveltaen saatettiin 10-vuotiskautena 1928—37 koko maassa suoritetuista harvennushakkauksista keskimäärin ainoastaan 32 % lukea metsänhoidollisesti edes suurin piirtein hyvin tehdyiksi ja sen tuloksena myös tyydyttävän hyvin onnistuneiksi. Ajattelemisen aihetta antaa edelleen se, että monta miljoonaa hehtaaria pääasiallisesti syrjäisiä metsiämme on puuttuvan tai riittämättömän menekin takia jotenkin kokonaan harvennushakkauksien ulottumattomissa.[1])

Luonnonnormaali mäntymetsikkö voittaa saman metsätyypin luonnonnormaalin kuusimetsikön — vieläpä mustikkatyypin männikkö käenkaali-mustikkatyypin kuusikon — kokonaiskasvussa ja kokonaispoistumassa. Vuotuismäärien kehitystä osoittavista kuvista nähdään, että mäntymetsikkö saavuttaa pitkän etumatkan kuusikosta nuorella ja osaksi vielä keski-iälläkin. Myöhemmin kuusikko koettaa suuremmalla vuotuiskasvulla kääntää suhdetta hyväkseen, mutta se ei siihen pysty. Toisin on laita viljelykuusikon ja nähtävästi hyvillä metsämailla myös säännöllisesti harventaen hoidetun kuusikon.

[1]) Vuoden 1949 metsätalouskomitean mietintöluonnoksesta.

Luonnonnormaalin koivikon puun tuotto on pieni männikköön verrattuna, ja alkutaipaleellaan hitaasti kehittyvä luonnonnormaali kuusikkokin sivuuttaa koivikon myöhemmällä iällä. Luonto osoittaa koivikon suhteellisen suurella itseharvenemisella, että sitä on kasvatettava mahdollisimman nuoresta iästä lähtien vahvemmin harvennuksin kuin männikköä ja tätä vuorostaan samalla perusteella vahvemmin harvennuksin kuin kuusikkoa.

Pohjois-Suomen luonnonnormaali männikkö vaatii erityisesti harventajan auttavaa kättä riittävän varhain ja riittävän voimakkaasti. Jollei se sitä saa, tapahtuu valtavaa puiden kuivumista ja käyttökelpoisen tuoreen puun menetystä, mikä verraten varhain aiheuttaa nettokasvun kutistumisen hyvin pieneksi. Kuusikko on ilmeisesti paljon pienemmän kokonaiskasvunsa johdosta ainakin hyvin suuressa määrässä väistyvä tuottoisamman männyn tieltä. Näin on asianlaita myös yleisesti heikosti kehittyvien pohjoisten koivikoiden, joissa kasvu jää tasaisemmasta poistumasta huolimatta pohjoisen parhaisiin luettavalla metsämaalla pienemmäksi kuin männyn kasvu karuksi luettavilla variksenmarja-mustikkatyypin kankailla.

20:n säännöllisesti harvennetun kestokoealan mittaukset 21—26 vuoden aikana osoittavat tutkittujen — eri metsätyyppien, puulajien ja ikäluokkien — metsiköiden yhteisen kokonaiskasvun ja kokonaispoistuman huomattavasti suuremmaksi, kuin se on kaikin puolin vertauskelpoisissa luonnonnormaaleissa metsiköissä. Edellisissä on myös vuotuinen juokseva kuutiokasvu ja kuutiokasvusadannes tutkimuskauden lopussa pienemmästä loppukuutiomäärästä huolimatta suurempi kuin vastaavanlaisissa luonnonnormaaleissa metsiköissä. Säännölliset harvennushakkaukset ovat johtaneet siihen, että on saatu huomattavan suuri puumäärä käyttöön, ja kasvu on silti säilynyt edullisena.

Vertaamalla 8:n kestokoealasarjan vahvalla harvennuksella käsiteltyjä osia samojen koealojen hoitamattomiksi jätettyihin osiin on saatu saman suuntainen tulos kuin edellisessä vertailussa.

Tutkielmassa ei ole vertailtu metsiköiden runkolukusarjoja ja lukuisia muita tunnuksia, jotka tässä kuvattua perinpohjaisemmin voivat valaista metsikön käsittelytapojen merkitystä. Niinkuin aiemmin on mainittu on näet eri tavoilla käsiteltyjen metsiköiden kehityksen vertailu määrällisen, laadullisen ja rahallisen tuloksen suhteen laajamittaisen tutkimuksen alaisena Suomen Akatemian ja Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen yhteistyönä.

Tutkielma pyrkii osaltaan olemaan todisteena siitä suuresta merkityksestä, mikä on järkevillä harvennushakkauksilla, joiden kehittämiseen meillä ennen kaikkea professori Olli Heikinheimo on uhrannut huomattavan osan tuloksekkaasta elämäntyöstään.

ON THE RELATION BETWEEN GROWTH AND REMOVAL IN FOREST STANDS

Summary

Introduction

The removal of trees from a stand concurrently with its growth is an well-known phenomenon. There is natural removal through self-thinning, which is augmented by removal attributable to injurious agencies — such as storm, snow weight, harmful insects and fungi, etc. — and felling removal. This paper will be largely restricted to a scrutiny of the mutual relationship between the total amounts of growth and natural removal due to self-thinning. The account will be supplemented by a small discussion and comparison of the relation between growth and removal in permanent sample plots regularly thinned and measured.

The species of trees examined in the paper are: Scotch pine *(Pinus silvestris)* Norway spruce *(Picea excelsa)* and birch *(Betula alba L.)*

Naturally normal stands

An investigation into the development of natural, and particularly of naturally normal stands, has been carried out in Finland in many respects as a basic study for research work in forestry (cf. p. 5). In this way it has been possible to establish how different kinds of fully-stocked stands develop on varying sites in the absence of any human interference. These constitute the basis of comparison for the investigation of stands tended by man. The investigations have been completed at a fortunate moment because nowadays naturally normal stands are found, in general, only accidentally in remote regions which have not yet been reached by cutting.

Total growth and total removal

By total growth is meant here the quantity of wood, excluding bark, which a stand has produced at a given age. In naturally normal stands it thus equals the sum of the growing stock present at this age and of the volume of natural removal that has occurred up to this date. In other stands the felling quantity must also be included in the removal. Total removal, in turn, represents the sum of the volumes removed for the above-mentioned reasons up to a given age.

The average course of total growth and total removal in naturally normal, pure stands in the southern half of Finland is illustrated in Figures 1—3, p. 7—10. The same figures reveal the remaining volume of the stand at each age as the difference of total growth and total removal.

The better the forest site type, the more rapid is the total growth. On the same site type the pine stand is superior to the natural spruce stand which has,

in general, originated as undergrowth. The spruce stand tends, at a later age, to reverse the ratio in its favour but it does not succeed in doing so. This statement does not apply to spruce stands artificially reproduced, nor, apparently, to spruce stands under regular management on the best forest sites. The spruce stand, in turn, beats the birch stand — except at the youngest age.

The course of total removal is similar to that of total growth but is, in general, more steady and much slower and, accordingly, the remaining volume increases continuously during the entire range of age covered by the investigation. The amount of removal, which decays unused on the ground in stands left in a natural state, is quite appreciable. But the number of trees removed is especially great — in the course of a rotation, depending on the tree species, at least 90—95 per cent of the number present in the 10-year-old seedling stand.

Thus nature demonstrates that the growing of a stand presupposes thinnings in order to attain the greatest possible quantity of wood in a state still green and fit for use. The observation of this long-acknowledged fact alone does not suffice. It is equally important that the thinning should be effected in accordance with the principles of rational silviculture and that endeavours should be made to render this possible by increasing the outlet for small-sized wood.

Furthermore, by the relatively considerable self-thinning of a birch stand nature shows that heavier thinnings are to be applied from the very beginning in it than in a pine stand and similarly in the latter than in a spruce stand.

The naturally normal pine stand of North Finland particularly requires the assistance of adequately early and heavy thinning. If it does not get it, a tremendous drying-up on the stump and a waste of useful green wood will take place which fairly early results in a diminutive net growth (Fig. 4, p. 12). Owing to the much smaller total growth, the spruce stand will obviously have to give way to the more productive pine stand, at least to a considerable extent. The same is true of the generally poorly developing northern birch stands in which, in spite of the more steady removal, growth remains smaller on the best northern soils than in the case of pine, e. g., on the barren soil of Empetrum-Myrtillus type (Fig. 6, p. 14).

Annual growth and removal

The figures illustrating the relation between annual growth and removal (Fig. 7—10, p. 15—19) take, of course, an entirely different form than those representing the relation between total growth and removal.

In a naturally normal stand the amount of both growth and removal is small in cubic metres at a seedling age, then increases rapidly to its maximum and begins to decrease again. Owing to the more abrupt increase in growth than in removal, the remaining volume is on the increase. The decrease in growth is, in turn, more rapid than the decrease in removal but even so the growth-rate is so much greater that the remaining volume still increases, though at a slackening pace. At a very advanced age, varying with the forest site type and tree species, the removal catches up with and finally exceeds the growth. Henceforth, the remaining volume begins to diminish.

The annual removal develops most rapidly in a birch stand, then in a pine stand and most slowly in a spruce stand. By means of thinnings applied sufficiently often, an appreciable amount of wood can be saved in stands of any species for use as green wood, that is, prior to its drying-up on the stump.

On examining the figures showing the annual growth and removal it may be noticed that a felling quantity of stem wood corresponding to the annual growth

leads to a decrease in the remaining volume unless the natural removal is included in the felling quantity, too.

In the naturally normal pine stands of North Finland the annual removal is still much smaller at an early age than that on the poorest site type in the southern part of the country. Obviously, this results in a considerable overdensity followed, as a consequence, by a rapid increase in removal after the age of about 60 years. A secure basis for a corresponding comparison of growth and removal in the spruce stands of North Finland is lacking. Side by side with the advance of rational forestry the spruce will, in fact, withdraw from the greater part of forest land in favour of the more productive pine. The same will apply to the still less productive birch which, apparently, cannot have any continuing economic importance in the forests of North Finland.

Mutual relation between tended and naturally normal stands

In order to obtain some idea — beside the naturally normal stands — of the influence which regular thinnings could have on the development and the yield of wood of a stand, results obtained from 20 permanent sample plots have been studied for the sake of comparison. These sample plots are located in pure stands of various tree species, forest site types and age classes which have been regularly thinned and remeasured during some 21—26 years. The total area of these 20 permanent sample plots has been treated as a forest area of 20 hectares treated the same way. The corresponding naturally normal forest was constructed by means of yield tables.

The main results of the comparison are to be seen in the table on page 21. A comparison of the figures indicates the greater productiveness of the regularly thinned forest in relation to the naturally normal one. A great deal of wood has been removed from the former but still the total growth is 15 per cent greater in it, and the growth calculated both in cubic metres and percentages has been found greater than that in the naturally normal forest. In the tended forest, the trees have been provided with a greater growing space, and at each thinning the maintenance of trees showing the best growth has been striven for. Quite apart from their potential interference with the development of trees growing well in natural stands, trees to be removed through self-thinning, as the less healthy part of the community, might even cause, in one way or another, the destruction of the former.

The superiority of a tended forest as compared with a naturally normal forest and with unsatisfactorily or poorly managed ones becomes more pronounced in a number of aspects when mutually comparable stem distribution series are being examined. This has been revealed by a large-scale study now in progress in Finland.

To supplement the comparison, 8 additional sample plot series of fairly pure stands have been selected; one part of each has been regularly treated with heavy thinnings during 21—26 years while the other part has been left to develop without any treatment. These series comprise stands of different tree species and forest site types covering the age range of 21—80 years. The results are to be seen in the table on p. 23.

The initial volume of the thinned forest was 35 cub. m. larger than that of the unthinned forest, and the total growth of the former was 24 cub. m. higher. A volume five times as great was removed from the tended forest as from the untended, in which the removal consisted in its entirety of dried-out wood. The

final volume remained 24 per cent smaller in the tended forest but its annual growth is, at that time, still practically as great as and the growth percentage greater than that in the untended forest. As regards the value increment the difference is still greater in favour of the tended forest. This report comprises a part of an investigation being carried on at present in Finland.

HAVUMETSIEN VIIMEAIKAISESTA KEHITYKSESTÄ METSÄNRAJA-SEUDULLA

PEITSA MIKOLA

ON THE RECENT DEVELOPMENT OF CONIFEROUS FORESTS IN THE TIMBER-LINE REGION OF NORTHERN FINLAND

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Sisällys

	Sivu
Johdanto	3
Sädekasvu	6
Aikaisempia tutkimuksia	6
Aineisto	7
Viimeaikaiset sädekasvun vaihtelut metsänrajalla	11
Pituuskasvu	18
Uudistuminen	22
Luontainen uudistuminen	22
Metsänviljely	25
Metsätaloudellista tarkastelua	27
Kirjallisuutta	30
Summary	33

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Johdanto

Havumetsien tulevaisuus Fennoskandian pohjoisella metsänrajalla on askarruttanut monia näillä seuduilla liikkuneita metsätiedemiehiä. Subfossiilisten jätteiden perusteella tiedetään, että koko Lappi on aikanaan, korkeita tuntureita lukuun ottamatta, ollut jokseenkin yhtenäisen mäntymetsän peitossa Jäämeren rannikkoa myöten (Auer 1927), ja melko myöhäiseltä ajalta on tietoja mäntymetsistä alueilta, missä niitä nykyään ei enää tavata. Pohjois-Euroopan ilmasto on Litorina-ajalla ollut nykyistä lämpimämpi, ja yhtenä seurauksena tapahtuneesta kylmenemisestä on ollut männyn metsänrajan aleneminen. Tämä ilmaston huononemisen vaikutus, napapaholaisen eteneminen etelää kohti, näkyy kasvillisuudessa monella muullakin tavalla kuin metsänrajan alenemisena (Aario 1941).

Toisaalta ilmatieteelliset havainnot kuitenkin osoittavat, että Pohjois-Euroopan ilmasto on viimeksi kuluneiden sadan vuoden aikana selvästi tullut lämpimämmäksi (Keränen 1946, 1952). Ilmaston paraneminen, joka oli jyrkintä tämän vuosisadan kolmella ensimmäisellä vuosikymmenellä, on ollut sitä voimakkaampi, mitä pohjoisemmasta seudusta on kysymys. On sen vuoksi sangen mielenkiintoista tutkia, miten kauan ilmaston huononemisesta johtuva metsänrajan aleneminen on jatkunut ja jatkuuko se mahdollisesti edelleenkin vai ilmeneekö nykyisen lämpökauden vaikutus myös havumetsien kehityksessä metsänrajaseudulla.

Havupuiden pohjoisrajojen sekä metsänrajojen sijainti Suomessa käy ilmi parhaiten Renvallin (1912) ja Heikinheimon (1921) tutkimuksista. Ruotsin ja Norjan Lapissa näitä rajoja ovat tutkineet mm. Hagem (1917), Juul (1925) ja Enquist (1933). Ko. tutkimuksissa on myös katsaukset aikaisempiin tätä kysymystä koskeviin töihin.

Havupuiden toimeentulon pohjoisrajan määräävät luontaisen uudistumisen ilmastolliset edellytykset. Hagemin (1917) mukaan männyn siemenen kypsymiseen vaadittava kesän (kesä—syyskuun) keskilämpö on + 10.5°C. Suunnilleen samaan tulokseen ovat päätyneet monet muutkin tutkijat (Wibeck 1920, Heikinheimo 1921, Kujala 1927, Eide 1932). Männyn vegetatiiviselle kasvulle riittää pari astetta alhaisempi kesän lämpö (Helland 1912).

Hagem (1917) päättelee männyn fossiilisia jäännöksiä ja nykyistä uudistumista koskevien tutkimustensa perusteella, että sen jälkeen kuin mänty saavutti laajimman levinneisyytensä pohjoiseen, noiden seutujen kesän lämpötila on laskenut 3.1—3.6°. Nykyiset pohjoisimmat männiköt ovat museometsiköitä muistoina siltä ajalta, jolloin ilmasto oli lämpimämpi, mutta nykyisin (1910-luvulla) niiltä puuttuvat riittävän uudistumisen edellytykset. Hyvin huomattavana syynä metsänrajan alenemiseen viime vuosisatoina on ollut ihmisen toiminta (hakkuut ja poronlaidunta), ja nykyinen metsänraja voitaisiin ehkä säilyttää metsien täydellisellä rauhoituksella. Sen sijaan ei Hagemin mukaan ole edellytyksiä metsänrajan siirtämiselle pohjoiseen päin. Samaten Juulin (1925) mukaan nykyinen metsänraja on korkeammalla kuin ilmasto edellyttäisi.

Renvallin (1912 a ja b, 1919) mukaan syynä männyn metsänrajan sangen huomattavaan alenemiseen Suomen Lapissa historiallisena aikana on ollut yksinomaan ihmisen toiminta, ts. hakkuut, kulot ja poronhoito. Puurajan alenemista vielä nykyisestään ei myöskään voida Renvallin mukaan välttää, koska melkoinen osa pohjoisimmista männiköistä on äsken mainituista syistä täydellisesti menettänyt kykynsä uudistua.

Kuusi on vaeltanut Lappiin vasta edellä mainitun lämpökauden jälkeen eikä se siis ole joutunut vetäytymään taaksepäin ilmaston huonontuessa. Kun kuusen puuraja Fennoskandiassa on etelämpänä kuin männyn, eivät metsänrajan kuuset ole joutuneet kärsimään ihmisen toiminnasta niin paljon kuin männyt. Siksi kuusen metsänraja ei liene koskaan ollut nykyistä pohjoisempana. Kuusen siemenen tuleentumiseen riittää 0.5—1° alhaisempi kesän lämpötila kuin männyn (Eide 1930, Heikinheimo 1932).

Myöhemmät tutkijat ovat suhtautuneet optimistisemmin havupuiden tulevaisuuteen metsänrajaseudulla. Niinpä Eiden (1932) mukaan männyn siemenvuodet eivät Ruijassa ole aivan niin harvinaisia, kuin Renvall mainitsee, ja sopivin uudistushakkuumenetelmin metsätaloutta voidaan siellä jatkuvasti harjoittaa. Suomessa on Hustich (1940, 1945, 1948 ja 1949) useassa yhteydessä esittänyt tuloksia tutkimuksistaan, joiden mukaan viimeaikaisen ilmaston lämpenemisen vaikutus näkyy erittäin selvästi sekä männyn säde- ja pituuskasvussa että uudistumisessa metsänrajaseudulla. Erikoisen havainnollisesti Hustich (1945 s. 26) osoittaa, että eri tutkijain erilaiset käsitykset nykyisen metsänrajan pysyvyydestä suuresti riippuvat tutkimusaikaan vallinneesta ilmastosta. Viimeksi on Ve (1951) Norjassa esittänyt selviä osoituksia sekä männyn että koivun metsänrajan etenemisestä.

Seuraavassa esitettävät tutkimukset havumetsien viimeaikaisesta kehityksestä metsänrajaseudulla Suomen Lapissa on suoritettu vv. 1946

ja -49. Tutkimusmenetelmä on ollut pääasiassa vuosilustoanalyyttinen, ts. on tutkittu kasvukairalla otetuista näytteistä vuotuisen sädekasvun suuruutta niin pitkälle ajassa taaksepäin, kuin on ollut mahdollista. Näiden vuosilustotutkimusten lisäksi ja täydennykseksi on hankittu jonkin verran pituuskasvua ja uudistumista koskevaa aineistoa. Tutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli selvittää puiden kasvussa esiintyvien ilmastollisten vaihteluiden suuruutta, syitä ja käytännöllistä merkitystä, ja sitä varten kerättiin aineistoa eri puolilta Suomea. Aineistoa tuli metsänrajaseudulta suhteellisen runsaasti, koska kasvun ilmastolliset vaihtelut ovat voimakkaimpia ja helpoimmin tutkittavissa sellaisissa oloissa, joissa jokin ilmastotekijä on lähellä puiden toimeentulominimiä (Hustich 1948, s. 32). Metsänrajaseudulta olevan aineiston myöhemmässä käsittelyssä tuli kuitenkin esiin sellaisia erikoispiirteitä, että näiden kysymysten tarkempi käsittely varsinaisesta päätutkimuksesta (Mikola 1950 a) erillisenä on katsottu tarpeelliseksi.

Kirjoittajan mieluisa velvollisuus on tässä yhteydessä esittää kiitoksensa Suomen Akatemian jäsenelle, prof. Yrjö Ilvessalolle, jonka johdolla tutkimus on pääosiltaan suoritettu, sekä prof. Viljo Kujalalle ja prof. Ilmari Hustichille, jotka ovat lukeneet käsikirjoituksen ja antaneet arvokkaita viitteitä sen johdosta.

Sädekasvu

Aikaisempia tutkimuksia

Vanhemmat tutkimukset (esim. Renvall 1912 a, Hagem 1917) havumetsien viimeaikaisesta kehityksestä ja tulevaisuudesta metsänrajalla perustuivat uudistumisvuosien ja -mahdollisuuksien selvittelyyn. Vuosilustoanalyyttinen tutkimusmenetelmä, joka on kehitetty Amerikassa ja siellä käytetty menestyksellisesti ilmaston muutosten tutkimiseen (Douglass 1914, 1919, Huntington 1914, ym), on Pohjois-Euroopassa otettu käytäntöön varsin myöhään.

Ensimmäinen Fennoskandian metsänrajaseudulla suoritettu, vuosilustoanalyyttistä menetelmää käyttävä tutkimus oli Aandstadin (1934) selvitys männyn paksuuskasvun vaihteluista Steigenissa Pohjois-Norjassa. Tämä työ, joka on tehty pääasiassa amerikkalaisten (Douglassin ym.) esikuvien mukaan, on erityisesti kohdistunut ilmaston vaihteluissa ja puiden kasvussa mahdollisesti esiintyvän jaksollisuuden tutkintaan, mutta samalla se on osoittanut puiden kasvussa metsänrajalla tapahtuvien vaihteluiden suuruuden ja vuosilustoanalyysien käyttökelpoisuuden sekä metsä- että ilmatieteessä myös Pohjois-Euroopassa. Ruden (1935) osoitti vuosilustotutkimuksillaan männyn kasvun Ruijassa lisääntyneen tuntuvasti nimenomaan 1920-luvulla. Myös Ordingin (1941) suuressa vuosilustoanalyyttisessä tutkimuksessa osa aineistosta on metsänrajan lähettyviltä (67°30′), ja sen perusteella voidaan seurata männyn kasvun vaihteluita satojen vuosien aikana.

Ruotsissa on Erlandsson (1936) nimenomaisesti tutkinut vuosilustoanalyysien avulla ilmaston vaihteluita ja niiden vaikutusta männyn kasvuun metsänrajaseudulla pyrkien samalla löytämään tiettyä jaksollisuutta näissä vaihteluissa.

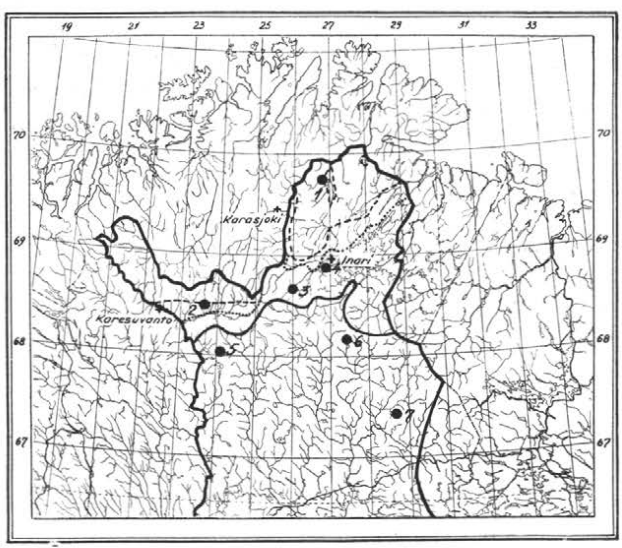
Suomessa jo Bomanin (1927) laajassa vuosilustoanalyyttisessä tutkimuksessa osa aineistoa oli Sodankylästä. Hustichin metsänrajaa koskevat tutkimukset ovat perustuneet suureksi osaksi vuosilustoanalyyseihin. Hänellä oli käytettävänään (1945, 1948, Hustich & Elfving 1944) II valtakunnan metsien arvioinnin (Ilvessalo 1942) yhteydessä kerätyt kairanlastut Inarista, kaikkiaan 40 koepuuta, sekä lisäksi Utsjoelta varta vasten kerätyt 214 puuta. Hustichin tutki-

mukset, jotka koskevat vain aikaa v:n 1890 jälkeen, ovat kohdistuneet erityisesti männyn kasvun ja sääsuhteiden välisen riippuvaisuuden selvittelyyn, jolle seikalle myös Erlandsson on omistanut suurta huomiota.

Vaikka kaikki edellä mainitut vuosilustotutkimukset on suoritettu melko kaukana toisistaan sijaitsevilla seuduilla ja perustuvat suppeahkoihin aineistoihin, ne kuitenkin antavat jokseenkin yhtäpitävän kuvan männyn kasvun viimeaikaisista vaihteluista Fennoskandian metsänrajalla (vrt. korrelatiokertoimia, Hustich 1948, s. 43). Erityisesti on pantava merkille kasvun poikkeuksellisen alhainen taso vv. 1902—11 sekä sen jälkeen tapahtunut melkein yhtäjaksoinen kasvun nousu.

Aineisto

Aineiston keräys- ja käsittelymenetelmä on selostettu em. puiden kasvun vaihtelua koskevassa julkaisussa (Mikola 1950 a, ss. 9—22), samoin lyhyesti itse aineisto (Lappia koskeva osa ss. 34—38). Oheinen kuva 1 esittää tutkimuspaikkojen sijaintia, ja yhdistelmä Lapista kovilta metsämailta kerätystä aineistosta on taulukossa 1.



Kuva 1. Tutkimusalueet — *Fig. 1. Investigation areas.*

1. Utsjoki
2. Enontekiö
3. Lemmenjoki
4. Inari
5. Pallasjärvi
6. Sompio
7. Savukoski

Katkoviiva = männyn puuraja. *Broken line = timber-line of pine.*
Pisteviiva = kuusen puuraja. *Dotted line = timber-line of spruce.*
Kokoviiva = kuusen metsäraja. *Solid line = north limit of spruce forests.*



Kuva 2. 190-vuotiasta männikköä Kevojoen laaksossa Utsjoella. Koeala 117. Valok. P. M. 1946.
Fig. 2. 190-year old pine forest in the Kevojoki Valley, Utsjoki. Sample plot No. 117. Photo P. M. in 1946.

Tutkimuspaikoista Utsjoki ja Enontekiö edustavat varsinaista metsänrajaseutua. Näissä ryhmissä on aineistoa sekä pohjoisimmista varsinaisista mäntymetsiköistä että hajallaan tunturikoivikoissa kasvavista männyistä. Inarin ja Lemmenjoen aineistot ovat kaikki yhtenäisistä männiköistä, kuitenkin niin, että osa Lemmenjoen koealoista on melko läheltä alpiinista metsänrajaa. Pallasjärven ja Sompion tutkimusalueet ovat jo sangen kaukana polaarisen metsänrajan eteläpuolella, mutta molemmat hyvin lähellä alpiinista metsänrajaa, edellinen Pallas-, jälkimmäinen Nattastunturin rinteellä. Vertausalue, Savukoski, edustaa Lapin havumetsäaluetta, jonka ei voida katsoa enää kuuluvan metsänrajaseutuun.

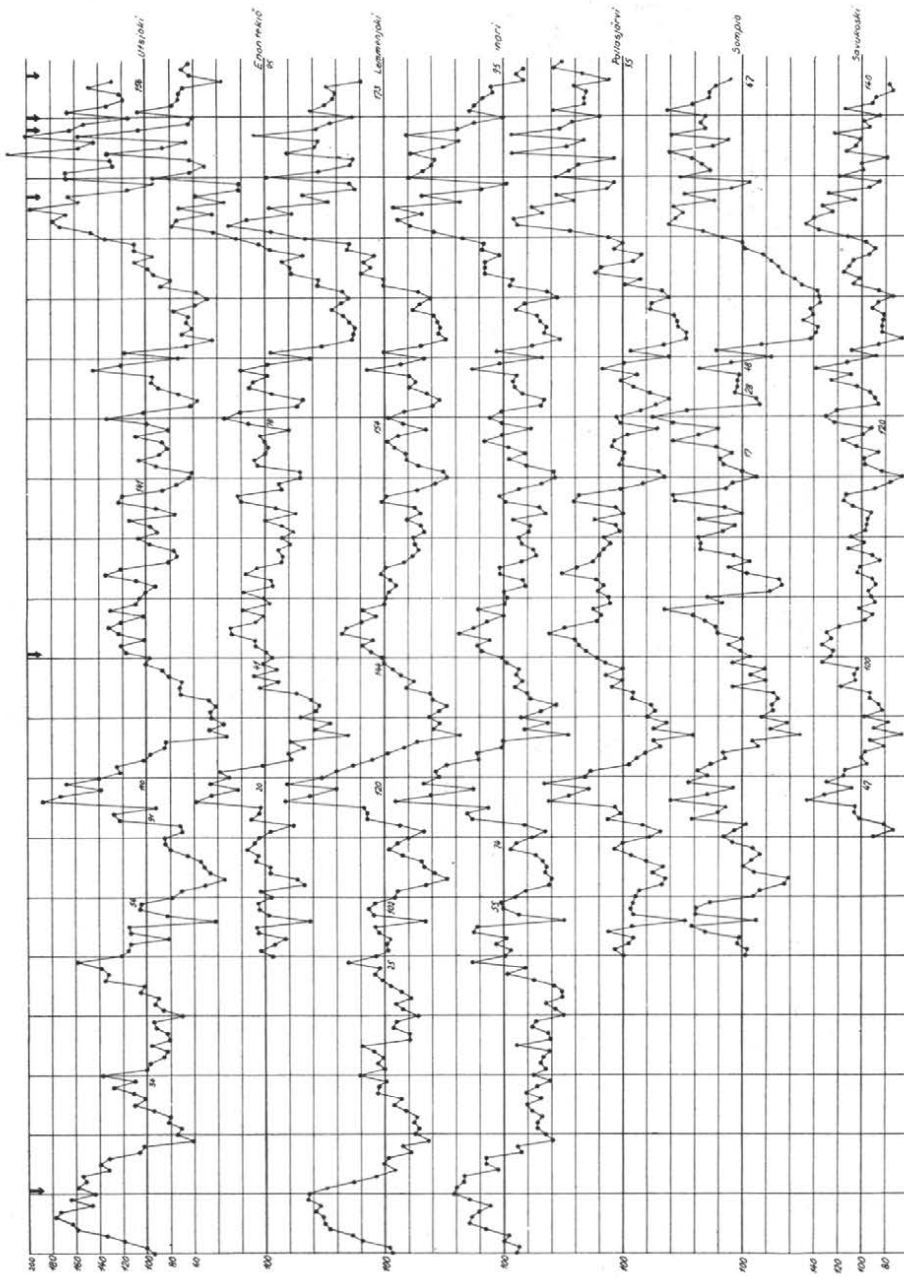


Kuva 3. 290-vuotiasta männikköä Lemmenjoen laaksossa. Koeala 125. Valok. P. M. 1946.
Fig. 3. 290-year old pine forest in the Lemmenjoki Valley. Sample plot No. 125. Photo P. M. in 1946.

Taulukko 1. Yhdistelmä tutkimusaineistosta.
Table 1. Research material.

Sijainti *Location*	Koealoja *Sample plots*	Koepuita — *Sample trees*	
		Mäntyjä *Pine trees*	Kuusia *Spruce trees*
Utsjoki	6	176	
Inari	7	95	
Lemmenjoki	10	173	
Enontekiö	5	95	
Pallasjärvi	4	35	39
Sompio	5	87	56
Savukoski	11	140	72
Yhteensä — *Total*	48	801	167

Kuva 4 esittää männyn vuosiluston leveyden suhteellista vaihtelua (vuosilustoindeksejä) eri tutkimusalueissa. Samanlainen esitys kuusen kohdalta on kuvassa 5.

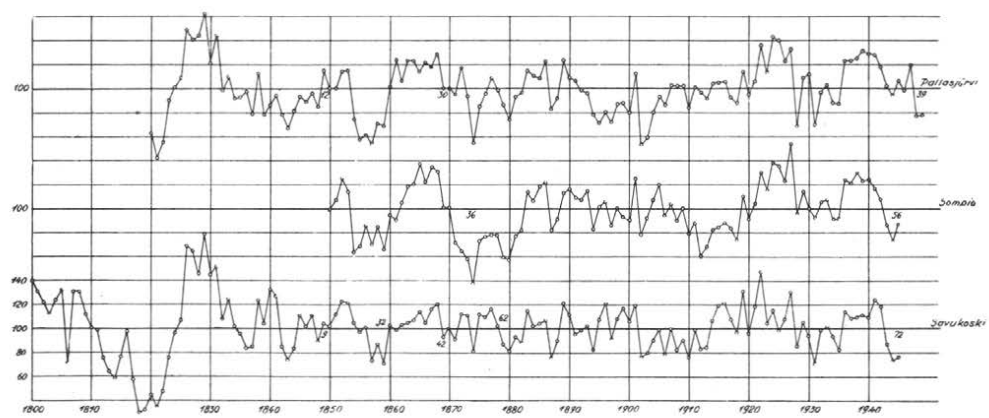


Kuva 4. Männyn vuosilustoindeksit eri tutkimusalueissa. Numerot osoittavat aineistoon sisältyvien koepuiden lukumääriä. Paksut nuolet yläreunassa osoittavat männyn tärkeimpiä uudistumisvuosia.

Fig. 4. Annual ring indices of pine in different localities. Figures indicate numbers of sample trees. The principal reproduction years are marked by arrows above.

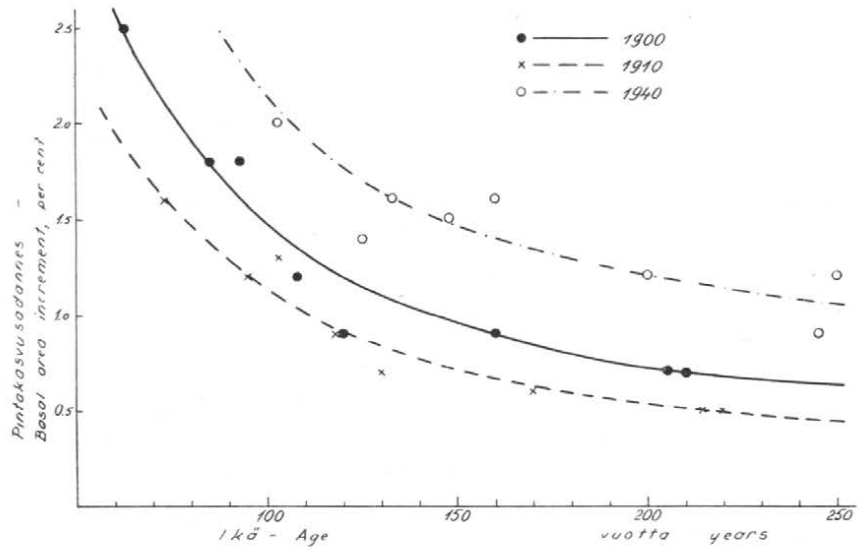
Viimeaikaiset sädekasvun vaihtelut metsänrajalla

Kuvassa 4 herättää erityistä huomiota männyn kasvun jyrkkä heikkeneminen vv. 1902—03, jonka jälkeen kasvu on pysynyt sangen alhaisena noin 10 vuotta. V:sta 1912 lähtien kasvu lisääntyi voimakkaasti 1920- ja äärimmäisellä metsänrajalla 1930-luvulle saakka. Tämä kasvun paraneminen liittyy viime aikoina pohjoisilla seuduilla todettuun ilmaston yleiseen lämpenemiseen (H u s t i c h 1945). Tämä yhteys onkin aivan ilmeinen, jos verrataan vuosilustoindeksin vaihtelua esim. heinä- ja elokuun lämpötilojen muutoksia esittäviin piirroksiin (K e r ä n e n 1946, s. 197). Männyn vuotuinen sädekasvu oli lämpökaudella 1921—40 polaarisen metsänrajan lähettyvillä 50—100 % suurempi kuin keskimäärin 1851—1900 (taulukko 2). Tämä sopii hyvin yhteen K e r ä s e n (1946, s. 198) laskelman kanssa, jonka mukaan kasvukauden tehoisa lämpötila vv. 1934—38 oli Inarissa 54 % suurempi kuin keskimäärin vv. 1901—30, mikä merkitsee sitä, että kasvuolosuhteet olivat silloin Inarissa samat kuin normaaliaikana 400—500 km etelämpänä. Lämpenemisen vaikutus kasvuun oli kaikkein voimakkain äärimmäisellä metsänrajalla, missä kasvu 1920:n jälkeen on ollut hämmästyttävän hyvä. Esim. Utsjoella tunturikoivikossa harvakseen kasvavien yli 200-vuotiait-



Kuva 5. Kuusen vuosilustoindeksit eri tutkimusalueissa.
Fig. 5. Annual ring indices of spruce in different localities.

ten mäntyjen (16 puun keskiarvo, koeala 116) vuosiluston keskimääräinen leveys 1920—29 on 0.62 mm ja 1930—39 0.90 mm, kun se 1851—1900 oli keskimäärin vain 0.46 mm. Aikakautisen kasvun suuret vaihtelut näkyvät myös kuvassa 6, joka esittää vuotuista pintakasvusadannesta, 10 viimeisen vuoden sädekasvu mukaan laskettuna, Utsjoella kolmena eri ajankohtana.



Kuva 6. Männyn pintakasvusadannes, 10 viimeisen vuosiluston leveyden mukaan laskettuna, kolmena ajankohtana Utsjoella.

Fig. 6. Basal area increment per cent of pine, calculated by the width of the last ten rings, in three different years in Utsjoki.

Taulukko 2. Männyn ja kuusen suhteellinen sädekasvu 10-vuotiskausina 1892—1901 ja 1902—11 sekä lämpökaudella 1921—40.

Table 2. The relative radial growth of pine and spruce in 1892—1901 and 1902—11 and in the warm period of 1921—40.

Puulaji *Tree sp.*	Tutkimusalue *Location*	Suhteellinen vuotuinen sädekasvu *Relative annual radial growth*			
		1851—1900	1892—1901	1902—11	1921—40
Mänty — *Pine*	Utsjoki	100	92.9	61.3	158.3
	Enontekiö	100	93.7	33.7	170.6
	Lemmenjoki	100	89.1	70.8	191.2
	Inari	100	95.8	73.9	164.7
	Pallasjärvi	100	78.9	55.5	137.2
	Sompio	100	88.5	37.9	117.4
	Savukoski	100	102.5	79.5	107.3
Kuusi — *Spruce*	Pallasjärvi	100	90.3	91.3	117.0
	Sompio	100	106.7	100.9	122.7
	Savukoski	100	103.4	85.5	103.0

Männyn kasvun lisääntymisen 1910—20-luvuilla tekee niin voimakkaaksi se, että kasvu 1902—11 oli poikkeuksellisen alhainen, jopa parissa tutkimusalueessa (Enontekiö ja Sompio) alle puolet siitä, mitä se oli edellisinä vuosikymmeninä. Syynä tällaiseen kasvun lamaannukseen ei ole voinut olla pelkkä kesän keskilämmön normaalinen vaihtelu, vaan

mäntymetsiä kohdannut tuho, joka on ulottunut yli pohjoisen Fennoskandian. Paitsi kaikissa Suomen metsänrajaseudulla tehdyissä vuosilustoanalyyseissä sen vaikutus näkyy Erlandssonin analyyseissä Pohjois-Ruotsista (Torniojärvi, Kiruna ja Karesuvanto, kts. Erlandsson 1936, Plate I) sekä Aandstadin ja Ordingin analyyseissä Pohjois-Norjasta (Sørfold ja Steigen, kts. esim. Ording 1941, s. 154 ja 193).

Todennäköisenä syynä näin laajalla alueella esiintyneeseen ja kohtalokkaaseen tuhoon on ollut suotuisien ja epäsuotuisien sääsuhteiden onneton yhteensattuma. Kesä 1901 oli erittäin lämmin ja puiden kasvulle edullinen. Sen seurauksena myös männyn pituuskasvain 1902 oli erittäin pitkä (Örtenblad 1904, Hesselman 1904). Kesä 1902 oli kuitenkin sangen myöhäinen ja kylmä, ja syyskuun 20 p:n tienoilla sattui ankara halla, joka palellutti männyn vuosikasvaimet. Tuho huomattiin yleisesti vasta kesällä 1903, jolloin männiköt olivat ruskeita laajoilla alueilla. Tuhosta on melko yksityiskohtaisia selostuksia sekä Ruotsissa (Örtenblad 1903 a ja b, Welander 1904) että Norjassa (Jelstrup 1903, Aaeng 1904, Haagman 1904), ja Andersson (1905) on toimittanut perusteellisen tutkimuksen sen laadusta ja esiintymisalueesta Ruotsissa. Sen seuraukset metsien tuotolle ovat paljastuneet vasta jälkeenpäin vuosilustotutkimusten yhteydessä.

Suomen Lapista ei tosin ole tietoja männyn kasvainten kuivumisesta 1903 — ellei eräs Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuissa oleva kirjoitus sisällä viitteen sellaiseen (E. M. 1905) — ja myös säätiedot puuttuvat Suomen Lapista noin kaukaiselta ajalta, mutta ruotsalaisten ja norjalaisten tietojen perusteella voidaan päätellä tuhon esiintyneen ankarana meilläkin. Anderssonin mukaan tuho ulottui melkein yli koko Norlannin 62 leveysasteelle saakka ja oli ankarimpana metsänrajaseudulla. Norjassa taas tuho on etelässä ulottunut Telemarkeniin saakka (Jelstrup), kun taas sen ankaruutta Ruijassa osoittaa Haagmanin arvostelu, että »vuosi 1903 tulee säilymään mustana lehtenä Finnmarkenin historiassa.»

Vuosilustoanalyysien perusteella tuho on ollut ankarin Enontekiön seudulla. Myös Erlandssonin tutkimuksessa sen vaikutus näkyy selvimpänä Karesuvannon aineistossa. Savukosken tutkimusalue on ilmeisesti ollut jo varsinaisen tuhoalueen ulkopuolella. Anderssonin mukaan tuho oli pahin harvoissa tunturimetsissä avotunturia vastassa, ja nuoret puut kärsivät enemmän kuin vanhat. Samaan viittaavat vuosilustonmittaukset. Sompion aineistossa on mm. nuoria puita aivan puurajalta (koeala 108) ja samoin toinen Pallasjärven tutkimusmänniköistä (koeala 164) on läheltä avotunturia, ja molemmissa tuhon vaikutus on tavallista voimakkaampi (minkä vuoksi myös sekä Sompion että

Pallasjärven aineistoissa kokonaisuudessaan lamakausi 1902—11 esiintyy voimakkaampana kuin näiden seutujen eteläinen asema ehkä edellyttäisi; vrt. kuva 4). Sen sijaan Lemmenjoen ja varsinkin Inarin aineistoissa, jotka ovat alavammilta mailta ja käsittävät pääasiassa hyvin vanhoja metsiköitä, kasvun heikkeneminen 1902—03 on suhteellisesti paljon pienempi. Samaten Erlandsson ja Ording ovat tutkineet mahdollisimman vanhoja puita, ja siksi ehkä kasvun lamakausi 1902—11 ei esiinny heidän aineistoissaan aivan yhtä voimakkaana kuin käsillä olevassa Suomen Lapin aineistossa.

Andersson (1905, s. 477) on esittänyt joukon säätietoja syyskuulta 1902. Seuraavassa esitetään muutamia näistä minimilämpötiloista, täydentäen luetteloa norjalaisilla havainnoilla.

Havaintopaikka	Päivämäärä	Minimilämpötila
Jällivaara	20/9	—7.0
Kiruna	19/9	—5.0
Karesuvanto	21/9	—8.0
Haaparanta	21/9	—4.0
Karasjoki	21/9	—9.6
Etelävarangi	21/9	—3.7

Samaan aikaan oli pakkasta myös Etelä-Ruotsissa ja -Suomessa. Esim. Uppsalassa mitattiin 21/9 —3.8°, Tukholmassa —0.5°, Turussa 22/9 —3.5°, Lauttakylässä —5.2°, Helsingissä —1.4° ja Jyväskylässä —3.0°. Itä-Suomessa oli hieman lämpimämpää, mutta esim. Kuopiossa ja Kajaanissa satoi lunta 20/9, samoin Oulussa 19/9. Myös Pohjois-Ruotsissa mainitaan sataneen runsaasti märkää lunta juuri ennen pakkasaaltoa.

On siis täysin ilmeistä, että Pohjois-Skandinaviassa mäntytuhoja aiheuttanut pakkasaalto on kulkenut Suomenkin Lapin ylitse. Korostettakoon samalla, ettei syyskuinen ankara halla sinänsä merkitse männyn kasvainten paleltumista. Kovempiakin pakkasia on syyskuussa sattunut ja aikaisemmin kuin 1902 ilman niin kohtalokkaita seurauksia. V:n 1902 onnettomuuteen ovat olleet ratkaisevasti vaikuttamassa edeltävän ajan sääsuhteet, nimittäin poikkeuksellisen lämmin kesä 1901, jonka johdosta seuraavan vuoden pituuskasvain kehittyi tavallista pitemmäksi, sekä myöhäinen ja kylmä kesä 1902, jonka vuoksi pituuskasvain ei ollut vielä kunnolla puutunut pakkasten tullessa.

Vuosilustoanalyysit osoittavat myös, että mitä ankarampi puuta kohdannut tuho oli 1902, sitä hitaampi oli sitä seuraava toipuminen. Monessa tapauksessa v.n 1903 ja parin seuraavankin vuoden lusto puuttui jokseenkin kokonaan. Anderssonin ym. mukaan tuhoalueilla ei tapahtunut juuri mitään kasvua 1903, ja ensimmäiset uudet kasvaimet

vaurioituneihin puihin syntyivät vasta 1904. On kuitenkin epätodennäköistä, että v:n 1902 syyshallan välittömät seuraukset olisivat ulottuneet v:een 1911 saakka. Mutta tuho lienee siinä määrin alentanut metsien yleiskuntoa, että seuraavina vuosina vähäisetkin epäsuotuisat tekijät ovat saattaneet estää tai hidastaa puiden toipumista. Pienehköjä hallavaurioitakin lienee sattunut, sillä v. 1906 ja 1910 oli syyskuussa poikkeuksellisen alhaisia lämpötiloja (esim. Karasjoella —9.6° 24/9 1906 ja —11.4° 20/9 1910).

Kuluvalla vuosisadalla on männyn kasvussa metsänrajalla tapahtunut yllättävän suuria vaihteluita. 1902—03 sädekasvu putosi monin paikoin jopa alle puoleen siitä, mitä se oli edellä, ja taas v:n 1911 jälkeen sädekasvu runsaassa vuosikymmenessä lisääntyi kolminkertaiseksi tai enemmänkin. Mutta vastaavaa suuruusluokkaa olevia vaihteluita on tapahtunut aikaisemminkin, kuten kuva 4 osoittaa. Syynä vaihteluihin on ollut säätekijäin vaihtelu sekä ilmeisesti myös tuhot, jotka ovat lisänneet sääsuhteiden välitöntä vaikutusta. Niinpä 1820-luvulla on tapahtunut jokseenkin yhtä voimakas kasvun elpyminen kuin 100 vuotta myöhemmin. 1820-luvun lopulla männyn vuosilustoindeksit ovat 150:n yläpuolella. Mutta tämä voimakkaan kasvun kausi on jäänyt sangen lyhytaikaiseksi, sillä 1830-luvulla kasvu on taas katastrofimaisesti laskenut, sangen jyrkästi mm. 1832 ja 1837, jolloin vuosiluston leveys on vain $^1/_4$—$^1/_5$ siitä, mitä se oli 10 vuotta aikaisemmin. Myös maatalouden satotiedot osoittavat Pohjois-Skandinaviassa sääsuhteiden olleen epäsuotuisia näinä vuosina (Erlandsson 1936, s. 85, Manninen 1860, Melander & Melander 1928), ja epäedullisilla sääsuhteilla lienee ollut myös välillisiä seurauksia, mihin viittaa sekin, että kasvun elpyminen normaalitasolle v:n 1837 jälkeen on vaatinut yli 10 vuotta. Myös v:n 1760 seutuvilla kasvu oli pitkähkön aikaa noin 50 % normaalitason yläpuolella, kun taas useita vuosia kestäneitä lamakausia oli 1770:n tienoilla ja 1810-luvulla, jolloin myös maatalouden alalla mainitaan olleen useita katovuosia (Manninen 1860, Melander & Melander 1928). Sen sijaan 1850—1900 ei esiintynyt niin suuria pitkäaikaisia vaihteluita. Aivan samat kasvun voimakkaat ja pitkäaikaiset vaihtelut, ts. hyvän kasvun kaudet 1760:n tienoilla ja 1820-luvun lopulla sekä jyrkkä lasku 1830-luvulla, esiintyvät myös Erlandssonin (1936, Plate I) ja Ordingin (1941, s. 305) vuosilustoanalyyseissä Pohjois-Ruotsista ja -Norjasta.

Vuosilustoanalyyseissä voidaan myös havaita eräitä männyn kasvulle epäsuotuisia vuosia, jotka eivät ole jättäneet pitempiaikaisia vaikutuksia. Niinpä kylmien ja hallaisten vuosien 1892 ja -93 (kts. kuva 10 sekä Mikola 1950 b) jälkeen kasvu on elpynyt välittömästi entiselle tasolle, ja vaikka vuosiluston leveys oli 1806 vain noin puolet siitä, mitä se oli edellisenä vuonna, niin jo seuraavan vuoden kasvu on taas jokseenkin normaalitasolla.

Syyshalla, joka on tappanut männyn kasvaimet, lienee ollut pääasiallisena syynä myös aikaisempiin mäntytuhoihin, samoin kuin 1902. Mm. Andersson (1905, s. 461), mainitsee että kuvatunlainen syyshalla on äärimmäisellä metsänrajalla usein uusiutuva mäntyjen tuhooja. Aaeng (1904) mainitsee 1893 sattuneen laajoilla alueilla samanlaista kasvainten kuivumista kuin 1903. Metsänrajamäntyjen monilatvaisuuteen, joka on seuraus toistuvista latvakasvainten paleltumisista, ovat kiinnittäneet huomiotaan mm. Andersson (1905, s. 464—465), Heikinheimo (1921, kuva 15) ja Hiilivirta (Utsjoen hoitoalue, s. XXVII) (vrt. myös E. M. 1905). Herkin paleltumiselle on latvakasvain. Kasvainten paleltumista tapahtunee varsinkin tuulille alttiilla paikoilla, kuten tuntureilla ja soiden reunoilla, pienessä määrässä miltei joka vuosi. Muutamina vuosina tuhot ovat silmiin pistävän yleisiä, mutta todellisia suurtuhoja sattuu vain poikkeustapauksissa, kuten 1902, jolloin sekä latva- että oksien kasvaimet tuhoutuvat ja suurien taimienkin kuolemista tapahtuu laajahkossa mitassa (Andersson 1905, s. 464).

Pohjoisimmat paikat, mistä on kuusen kasvua koskevaa aineistoa, ovat Pallasjärvi ja Sompio (kuva 5). Vaikka kuusen puuraja kulkee melkoista pohjoisempana, niin ko. alueet, suhteellisen korkealla merenpinnasta sijaitsevina, edustavat metsänrajaseudun olosuhteita, kuten männyn vuosilustoanalyysit osoittivat.

Kuusenkin kohdalla voidaan panna merkille kasvun yleistä paranemista viime vuosikymmeninä, mutta ei läheskään niin voimakasta kuin männyn. Osittaisena syynä tähän eroon lienee se, että kuusen kasvussa ei ole myöskään männylle ominaista lamakautta 1902—11, vaan kasvu on 1910:n tienoilla ollut melkein normaalitasolla, ts. hallatuho 1902 ei ole kohdannut kuusta, ei ainakaan samassa laajuudessa kuin mäntyä (vrt. Welander 1904, Andersson 1905). Kuusen kasvu oli kylmänä kesänä 1902 tosin poikkeuksellisen huono, mutta seuraavana — myös kylmänä — kesänä se oli jo parempi ja nousi seuraavina taas normaalitasolle.

Myös 1830-luvun katastrofi on metsänrajalla kohdannut ainoastaan mäntyä. Kuten männyn oli kuusenkin kasvu 1820-luvun lopulla hyvin voimakasta, mutta sääsuhteiden huonontuessa se laski vain hieman normaalitason alapuolelle. Sen sijaan 1820:n tienoilla oli Pohjois-Suomessa kuuselle hyvin epäsuotuisa kausi (vrt. Mikola 1950 a, kuva 17).

Kuusenkin kasvussa saattaa esiintyä vaihteluita, jotka eivät ole pelkästään ilmaston vaihtelusta johtuvia. Mutta mahdollisten kasvun lamakausien aiheuttajana ei ilmeisestikään esiinny syyshalla, vaan muut tekijät. Esim. neulasruosteen mainitaan joinakin vuosina esiintyvän Pohjois-Suomessa ja -Skandinaviassa erityisen runsaana, jolloin se aiheuttanee kuusimetsien kasvukunnon alenemista. Tutkimusten mu-

kaan (Welander 1904) kuusen kasvaimet puutuvat aikaisemmin kuin männyn ja ennättävät lyhyenä ja kylmänäkin kasvukautena hallankestäviksi. Kuusi ei ilmeisesti pohjoisella metsänrajalla ole yhtä altis sellaisille ilmastollisille katastrofeille, kuin männylle on sattunut useita kertoja nykyisen puusukupolven aikana.

Kuusen kasvu riippuu etupäässä alkukesän lämpötilasta, kun taas männyn kasvulle heinäkuun lämpötila on ratkaisevin tekijä (Ording 1941, ss. 211—220, Mikola 1950 a, ss. 70—80). Edelleen on todettu, että myöhäisenä ja kylmänä kesänä, kuten mm. 1902 ja 1923, männyn vuosiluston kesäpuuosa jää kapeaksi ja epäselväksi, kun taas kuusella muodostuu kesäpuuta jokseenkin saman verran joka vuosi ja ilmastolliset vaihtelut ilmenevät etupäässä kevätpuun leveydessä. Mänty on siis herkempi liian lyhyestä kasvukaudesta johtuville vaurioille, mutta toisaalta se ilmeisesti on pystynyt enemmän hyötymään siitä kasvukauden pitenemisestä, mitä viime vuosikymmeninä metsänrajan seudulla on tapahtunut (Keränen 1946, 1952).

Keräsen (1946) mukaan ilmaston viimeaikainen lämpeneminen ei ole kaikkien vuodenaikojen kohdalta samanlaista. Niinpä kesäkuun lämpötilassa ei voida todeta selvää nousua ennen kuin 1930-luvulla, kun taas heinäkuu on muuttunut jatkuvasti lämpimämmäksi kuluvan vuosisadan ensimmäiseltä vuosikymmeneltä lähtien. Tämäkin osaltaan selittänee sen, että kuusi on suhteellisen heikosti reagoinut viimeaikaiseen ilmaston paranemiseen. Toisaalta kuusi on myös manterellisempi puulaji kuin mänty, ja kun Suomen ilmasto on viime aikoina muuttunut myös merellisemmäksi, lienee sekin ollut suuremmaksi eduksi metsänrajaseudun männylle kuin kuuselle.

Pituuskasvu

Männyn viimeaikaista pituuskasvua koskevia mittauksia on suoritettu Utsjoella, Lemmenjoella, Sompiossa ja Savukoskella. Pituuskasvun vuotuisten vaihteluiden suuruutta ja syitä kirjoittaja on käsitellyt aikaisemmassa julkaisussaan (M i k o l a 1950 a, ss. 63—70). Siitä käy mm. ilmi, että sääsuhteista johtuvat vuotuisen pituuskasvun vaihtelut ovat jokseenkin samaa suuruusluokkaa kuin sädekasvunkin vaihtelut sekä että vaihtelut ovat metsänrajaseudulla huomattavasti suurempia kuin etelämpänä (vrt. S m i r n o v 1936). Saman seikan osoittavat myös R e n v a l l i n (1914) ja H u s t i c h i n (1948) suorittamat oksien vuosikasvainten pituuden mittaukset.

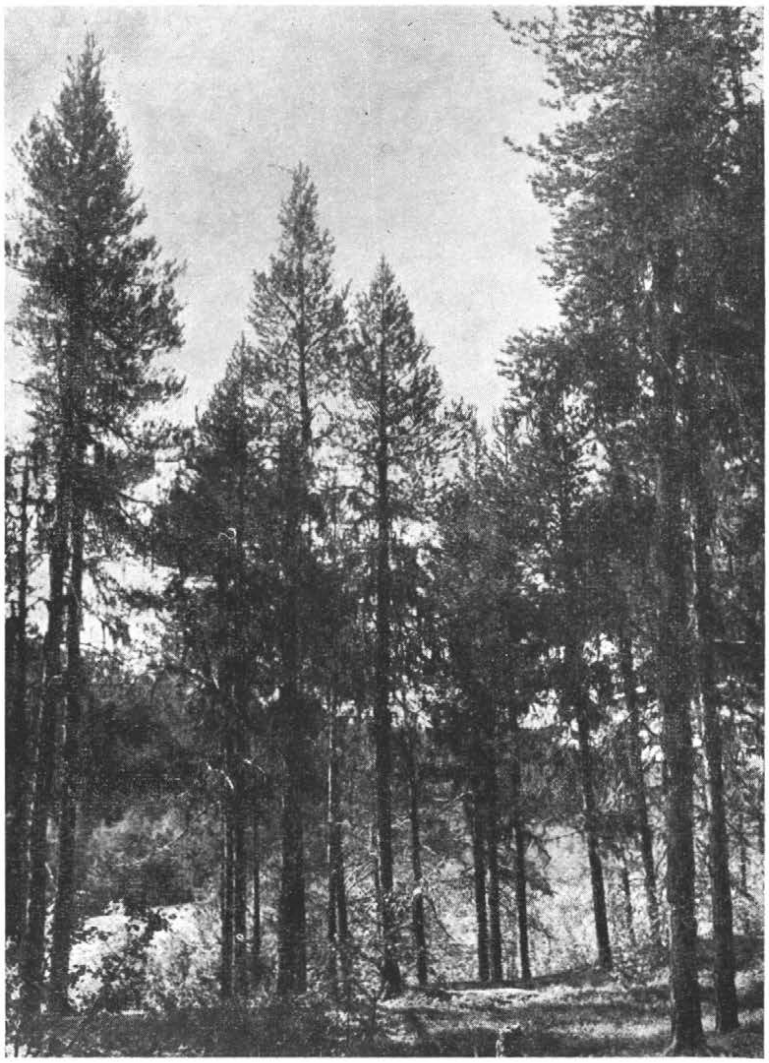
Koska täsmällisiä pituuskasvun mittauksia ei ole kovin pitkältä ajanjaksolta, ei voida varmuudella sanoa, kuinka voimakkaana viimeaikainen ilmaston lämpeneminen tuntuu männyn pituuskasvussa metsän-

Taulukko 3. Mäntyvaltapuiden vuotuinen pituuskasvu 1935—44 muutamissa Pohjois- ja Etelä-Suomen tutkimusmetsiköissä.

Table 3. The annual height growth of dominant pine trees in some representative stands in Northern and Southern Finland.

Koeala No *Sample plot No.*	Koepuiden lukumäärä *No. of sample trees*	Sijainti *Location*	Metsätyyppi *Site type*	Ikä rinnank. 1944 *Age on B. H. in 1944*	Pituus 1944, m *Height in 1944, metres*
119	20	Utsjoki	ErCIT	27	6.0
111	20	Sompio	EMT	23	5.2
69	17	Puolanka	VT	30	11.1
30	20	Kuru	VT	15	7.4
12	15	Tammela	MT	15	7.6

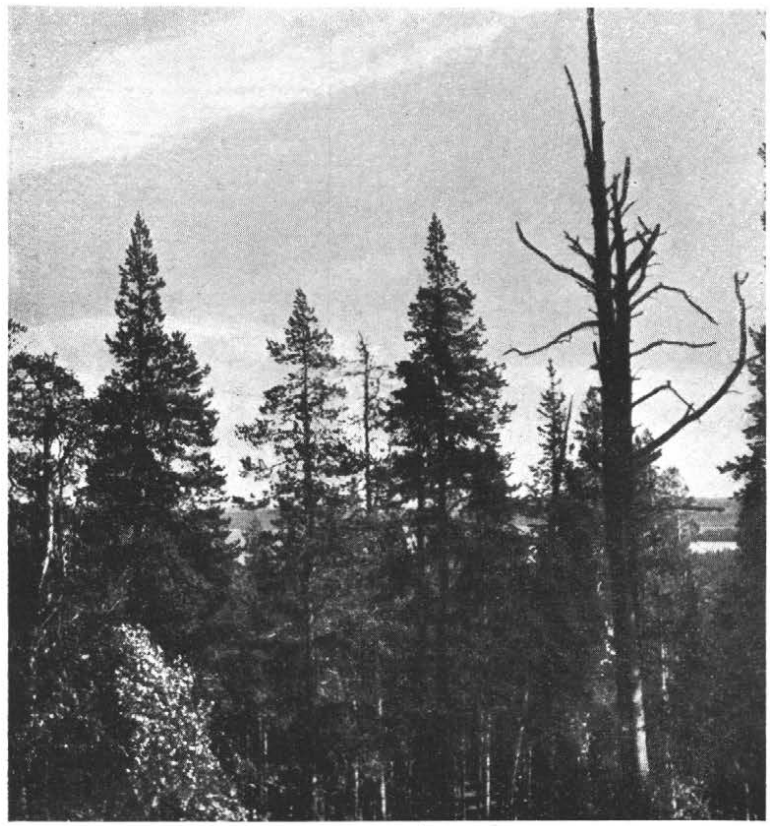
	Vuotuinen pituuskasvu, cm *Annual height growth, cm*										
	1935	—36	—37	—38	—39	—40	—41	—42	—43	—44	Keskim. 1935—44
119	21.0	15.4	21.7	26.1	28.3	16.6	15.3	25.4	14.7	16.5	20.1
111	27.1	17.9	21.7	32.1	34.1	25.4	20.1	31.0	19.4	21.6	25.0
69	36.8	33.5	41.6	37.8	43.1	39.8	38.8	44.3	34.4	40.2	39.1
30	51.7	45.2	55.4	53.4	54.5	48.9	45.2	47.2	40.6	48.3	49.1
12	52.9	45.9	55.3	52.3	48.5	44.5	38.9	47.9	41.3	45.8	47.3



Kuva 7. Kauan pysähdyksissä ollut pituuskasvu on alkanut uudelleen noin 1920. Huom. mutkat rungoissa ennen pituuskasvun uudelleen alkamista. Koeala 128, Lemmenjoki. Valok. P. M. 1946.

Fig. 7. After prolonged stagnation trees have started a rapid height growth round 1920. Note curves of stems before resuming the secondary height growth. Sample plot No. 128, Lemmenjoki. Photo P. M. in 1946.

rajalla. Kuitenkin voidaan panna merkille, että taimien ja nuorien metsien pituuskasvu siellä on parina viime vuosikymmeninä ollut hämmästyttävän hyvä. Sen osoittaa mm. taulukko 3, joka esittää valtapuiden pituuskasvua 10 vuoden ajalta metsänrajalla sekä vertauksen vuoksi muutamissa vastaavassa kehitysvaiheessa olevissa metsiköissä



Kuva 8. Männyn sekundääristä pituuskasvua. Koeala 164, Pallasjärvi. Valok. P. M. 1949.

Fig. 8. Secondary height growth of pine. Sample plot No. 164, Pallasjärvi. Photo P. M. in 1949.

etelämpänä. On suorastaan yllättävää todeta, että jäkäläkankaalla Utsjoen laaksossa (koeala 119) nuorien mäntyjen pituuskasvaimet ovat pituudeltaan liki puolet siitä, mitä ne ovat paljon paremmilla mailla Etelä-Suomessa.

Nuorehkojen puiden tarkempi tutkimus metsänrajalla osoittaa, että niiden pituuskasvu on jokseenkin täydellisesti pysähtynyt v:n 1902 jälkeen ja ollut miltei pysähdyksissä toista kymmentä vuotta, minkä jälkeen vuosikasvaimet ovat voimakkaasti pidentyneet. Näin oli asianlaita mm. koealalla 108 (Sompio), jonka puut olivat 1902 olleet noin 2 metrin pituisia, ja koealalla 169 (Enontekiö). Ko. ikäluokka, joka lienee syntynyt v:n 1850 tienoilla sattuneena uudistumisvuonna (R e n v a l l 1912 a, s. 140) on erityisesti kärsinyt v. 1902 ja sitä seuraavina vuosina.

Mutta myös vanhemmissa männyissä on pitkin metsänrajaa todettavissa sekundääristä pituuskasvua, joka on alkanut 1920- tai 1930-luvulla. Pyöreälatvaiset männyt, joiden pituuskasvu on ilmeisesti ollut vuosikymmeniä pysähdyksissä, ovat äkkiä kasvattaneet uuden terävän latvan, joka selvästi erottuu vanhasta latvuksesta (kuvat 7—8). Entisen latvan kohdalla on rungossa usein vielä mutkia osoituksena latvakasvainten tuhoutumisesta. Monissa tapauksissa pituuskasvun täydellinen pysähtyminen on tapahtunut v. 1903, mutta sekundääristä pituuskasvua, joka on alkanut 1930-luvulla, esiintyy joskus hyvinkin vanhoissa puissa, joiden pituuskasvu oli pysähtynyt jo aikaisemmin. Ilmiö esiintyy yleisempänä yhtenäisissä metsiköissä ja harvemmin yksittäin kasvavissa tunturimännyissä, mutta niissäkin se on välistä havaittavissa.

Syynä sekundääriseen pituuskasvuun on kasvuolosuhteiden äkillinen muuttuminen huomattavasti edullisemmiksi (Åkerhjelm 1940). Ilmasto on metsänrajalla v:sta 1910 muuttunut olennaisesti männylle suotuisammaksi, koska muutoksella on niinkin silmiin pistäviä seurauksia.

Uudistuminen

Luontainen uudistuminen

Renvallin (1912 a) mukaan männyllä oli uudistumisvuosi metsänrajalla viimeksi noin 1850. Hagemin (1917) mukaan Ruijassa ei ole sattunut yhtään kunnollista siemenvuotta 1871—1915, ja ehkä 3 vuotta, jolloin on saatu jonkin verran itävää siementä alavilla seuduilla. Eiden (1932) mukaan männyn siemen kypsyi koko Ruijassa hyvin myös 1896 ja Itä-Ruijassa lisäksi 1875 ja 1884. Näiltä vuosilta on kuitenkin säilynyt hyvin vähän taimia. Ei ole siis ihme, että männyn tulevaisuus metsänrajalla näytti synkältä 1910-luvulla.

Vuoden 1915 jälkeen metsänrajalla on esiintynyt useita männyn siemenvuosia, jotka ovat johtaneet uudistumiseen. Eiden (1932) mukaan männyn siemen kypsyi hyvin koko Ruijassa kesinä 1920, 1922 ja 1930, Länsi-Ruijassa lisäksi 1919. Näistä 1920 johti runsaaseen, toiset keskinkertaiseen siemenvuoteen.

Metsätaloudentarkastaja A. Hiilivirta mainitsee (Utsjoen hoitoalue, s. 95), että liki 80 vuoden tauon jälkeen metsänrajalla on sattunut uudistumisvuosi noin 1925. Sen tuloksena arvioitiin Utsjoen laakson mäntyalueella 1937 olevan 275 937 männyn tainta eli 102 kpl/ha, mitä määrää Hiilivirta pitää aivan riittämättömänä tuomaan parannusta siihen toivottomaan kuvaan, minkä Renvall antaa männyn tulevaisuudesta metsänrajalla. Sama ikäluokka tavataan muuallakin metsänrajalla (kuva 9).

1930-luvulla sattui lisää uudistumisvuosia. Hustich (1940, ss. 5—18) luettelee pitkin metsänrajaa ja sen yläpuoleltakin joukon paikkoja, missä 1939 tavattiin 1—3-vuotiaita männyn taimia. Varsinainen uudistumisvuosi oli 1937, mutta myös 1930-luvun alkupuolelta on peräisin melkoisesti taimia (Hustich 1948, diagr. 5, s. 57). Edelleen männyn siemen kypsyi hyvin 1939 ja sen seurauksena 1940 oli hyvä uudistumisvuosi.

Näiden tietojen lisäksi mainittakoon, että kirjoittaja tapasi syksyllä 1949 runsaasti 2- ja 3-vuotiaita ja vähän vanhempiakin männyn taimia pitkin metsänrajaa Enontekiön kirkonkylän pohjoispuolelta (taulukko 4). Ve (1951) mainitsee, että viime vuosikymmenellä Ruijassa oli useita



Kuva 9. Noin 25-vuotiasta männyn taimistoa harvassa tunturikoivikossa, 10 km Enontekiön kirkolta pohjoiseen. Valok. P. M. 1949.

Fig. 9. Approx. 25-year old pine seedlings in the fell-birch region in Enontekiö. Photo P. M. in 1949.

männyn siemenvuosia ja kaunis taimisto on luontaisesti nousemassa sodan aikana paljaiksi hakatuille alueille mm. Altenissa ja Nordreisassa.

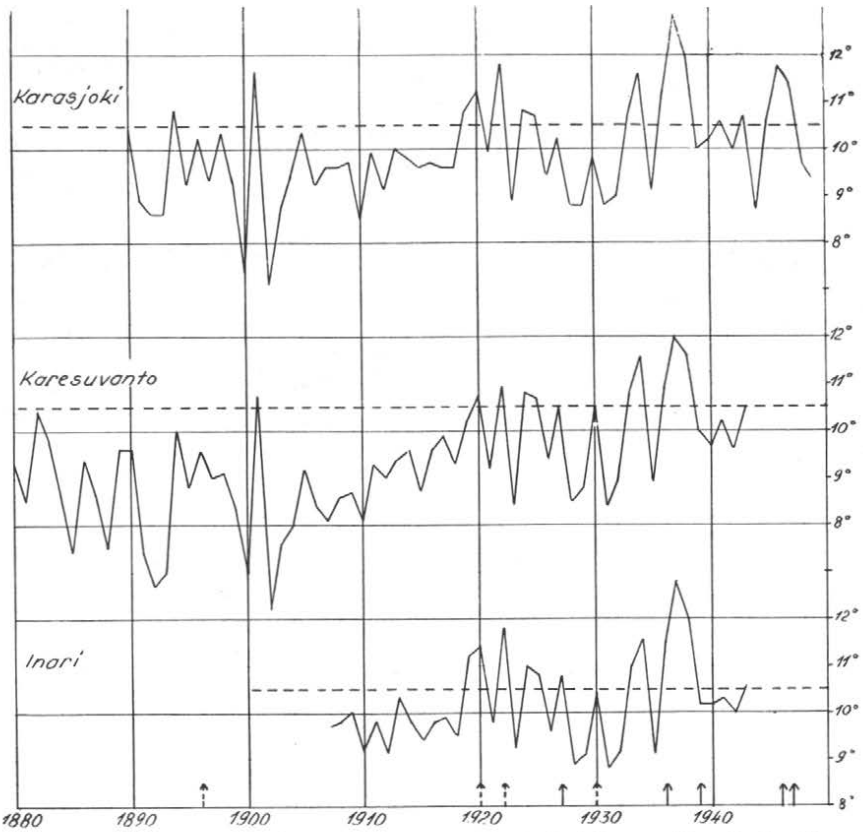
Myös maailman pohjoisimmassa mäntymetsikössä Börselvdalenissa on 1920-luvulla syntynyttä taimistoa (R u d e n 1934), ja Suomen pohjoisimmalla mäntyalueella Pulmankijärvellä on tasaisesti 1930-luvulla syntyneitä taimia, vaikka huomattavasti vähemmän kuin Utsjoen laaksossa (metsänhoitaja M a x H a g m a n, suullinen tiedonanto).

Taulukko 4. Alle 10 cm korkeiden männyn taimien ikäjakaantuminen Enontekiöllä 1949.

Table 4. Age distribution of pine seedlings of less than 10 cm in Enontekiö, 1949.

Syntymävuosi *Year of germination*	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	1942	1941	1940	Yht. *Total*
Näkkälän kesätie	—	15	15	6	3	5	—	—	—	1	45
Ounastunturin rinne ..	—	26	31	3	1	—	—	—	—	—	61

Kuten edellä on mainittu, siemenen kypsymiselle liian alhainen kesän lämpö on tärkein männyn uudistumista rajoittava tekijä metsänrajalla. Tämä käy erityisen selvästi ilmi myös kuvasta 10, joka esittää neljän kesäkuukauden (kesä—syyskuun) keskilämpöä Inarissa sekä kahdella muulla metsänrajapaikkakunnalla, mistä on säähavaintoja pitemmältä ajalta. Kuvaan on katkoviivoin merkitty kriitillinen 10.5° raja, joka vaaditaan, jotta männyn siemen ennättäisi kypsyä. Edellisen, siis kukintakesän, keskilämmöksi riittää vähintään 9.5°. Kuvaan on merkitty



Kuva 10. Neljän kesäkuukauden (kesä—syyskuun) keskilämpö Karasjoella, Karesuvannossa ja Inarissa. Kts. tekstiä.

Fig. 10. The mean temperature of four summer months (June—September) in Karasjoki, Karesuvanto and Inari. Cf. the text.

myös uudistumiseen johtaneet männyn siemenen kypsymisvuodet Hustichin ja kirjoittajan (yhtenäiset nuolet) sekä Eiden (katkonuolet) mukaan. Kuva osoittaa, että ennen vuotta 1920 sattui ani harvoin männyn siemenen tuleentumiselle riittävän lämpimiä kesiä, kun taas sen jälkeen niitä on ollut sangen usein. Esim. Karasjoella sellaisia kesiä oli 30 vuoden aikana 1890—1919 3 kpl ja 1920—49 14.

Kuvaan 4 on merkitty tärkeimmät männyn uudistumisvuodet metsänrajalla 200 vuoden aikana. Viime vuosikymmenien lämpökausi, jolloin metsien kasvu on ollut poikkeuksellisen hyvä, on muodostunut myös mäntymetsien uudistumiskaudeksi monine siemenvuosineen. Mutta on merkille pantavaa, että myös aikaisemmat siemenvuodet, noin 1850 ja 1760, ovat sattuneet ajanjaksoille, jolloin puiden kasvukin on ollut tavallista parempi. Onkin todennäköistä, että kysymys ei ole noin harvoin sattuneista yksittäisistä siemenvuosista, vaan samaan aikaan kuin kasvu on ollut hyvä — suotuisan ilmaston ansiosta — on sattunut myös useita siemenvuosia. Samaten Renvallin mainitsemat aikaisemmat uudistumisvuodet, noin 1650 ja 1575, sattuvat yhteen Erlandssonin ja Ordingin vuosilustoanalyyseissä esiintyvien voimakkaan kasvun kausien kanssa.

Ajanjaksolta 1823—31, joka varmaan ilmastollisesti on ollut sangen suotuisa, ei mainita männyn uudistumisvuotta metsänrajalla. Syy voi olla siinä, että tänä aikana mahdollisesti syntyneet taimet ovat tuhoutuneet 1830-luvun katastrofin sattuessa. Ainakin 1902—03 suurin joukoin männyn taimia on kuollut (Örtenblad 1903, Welander 1904, Andersson 1905). Siitä osittain johtunee, että Renvall on löytänyt vain muutamia taimia vuodelta 1896, vaikka Pohjois-Norjassa ko. vuosi mainitaan runsaana siemenvuotena, jolloin siemen oli myös laadultaan hyvää (Eide 1932, s. 393—398).

Kuusen taimistot puuttuvat metsän- ja puurajalla yhtä täydellisesti kuin yleensä muuallakin Lapin kuusialueilla. Syynä taimien puuttumiseen ei voi olla siemenen kypsymiselle epäsuotuisa ilmasto, koskapa kuusi siinä suhteessa on jonkin verran vaatimattomampi kuin mänty (Eide 1930). Myöskään siemennyksen puute ei liene syynä kuusen taimistojen puuttumiseen, sillä metsänrajan kuusissa on käpyjä melko runsaasti, vaikka tosin käpytuhotkin ovat siellä sangen yleisiä.

Pääasiallisin syy kuusen huonoon uudistumiseen metsänrajalla on ilmeisesti sama kuin Lapin keski- ja eteläosassakin, ts. maan huono taimettumiskunto. Kysymys siitä, onko viimeaikainen ilmaston muuttuminen lämpimämmäksi ja merellisemmäksi samalla johtanut maan kehittymiseen kuusen uudistumiselle epäsuotuisammaksi, täytyy toistaiseksi jättää avoimeksi.

Metsänviljely

Kokeilutarkoituksessa on metsänviljelyä metsänrajalla Utsjoen hoitoalueessa harjoitettu Renvallin aloitteesta v:sta 1911 lähtien. Etupäässä on suoritettu männyn ruutukylvöjä sekä hajakylvöä kulottamisen yhteydessä. Utsjoen hoitoalueen metsätalouskirjojen mukaan oli vuo-

teen 1938 mennessä kylvetty kaikkiaan noin 600 ha ja istutettu 15 ha. Sekä kylvöjä että istutuksia on sen jälkeen edelleen jatkettu (Nuorteva 1948).

Laajimmat ja vanhimmat kylvöalueet metsänrajalla sijaitsevat Inarin koilliskolkassa, Näätämöjoen Harrisuvannolla ja siitä kaakkoon sijaitsevalla Pakanajoella. Utsjoen puolella melko laajoja kylvöjä on suoritettu Utsjoen laaksossa sekä Pulmankijärvellä. Istutukset on suoritettu pääasiassa Utsjoen laaksossa ja pari pikku aluetta Pulmankijärvellä, myöhemmin myös Tenon laaksossa.

Metsätaloudentarkastaja Hiilivirta (Utsjoen hoitoalue) arvostelee noin puolet Koillis-Inarissa 1914—38 suoritetuista kylvöistä hyvin tai kohtalaisesti onnistuneiksi, ja puolet ovat epäonnistuneet. Kalela (1937) on suorittanut yksityiskohtaisia tutkimuksia eräiden Harrisuvannon kylvöjen tuloksista. Utsjoen laakson ja Pulmankijärven kylvöalueista Hiilivirta arvostelee useimmat huonosti onnistuneiksi, mutta joukossa on joitakin erittäin hyvinkin onnistuneita. Epäonnistumisen syyksi arvellaan siemenen liian eteläistä alkuperää (vrt. Kalela 1937, ss. 256—257) sekä työn huonoa suoritusta, ja myös sopulit ja muut jyrsijät ovat aiheuttaneet vahinkoa metsänviljelyksille. Suurina sopulivuosina, kuten 1938, sopulit saattavat syödä suuren osan kylvetyistä siemenistä jo ennen niiden itämistä (ks. Hustich 1948, s. 63). Istutukset, jotka Utsjoen hoitoalueessa aloitettiin 1924, ovat enimmäkseen onnistuneet hyvin.

Pohjois-Norjassa on metsänviljelyskokeita tehty v:sta 1861 lähtien (Eide 1932, ss. 403—420). Useimmat kylvöt ja istutukset, varsinkin vanhemmat, ovat epäonnistuneet, ja vain ani harvat ovat johtaneet edes tyydyttävään tulokseen. Syinä epäonnistumisiin ovat olleet siemenen eteläinen alkuperä, huono työn suoritus, paikallisilmastolliset tekijät ja liian tiheä päällysmetsä. Huolimatta monista epäonnistumisista Eide on optimistinen metsänviljelyn tulevaisuuteen nähden Ruijassa, kunhan otetaan opiksi tähänastiset kokemukset.

Kuusen viljelyä ei Suomessa ole metsänrajalla kokeiltu. Sen sijaan Pohjois-Norjassa muutamat kokeeksi suoritetut kuusen istutukset ovat onnistuneet ilahduttavan hyvin, paremmin kuin männyn. Ehtona kuitenkin on, että kuusta on kasvatettu hyvällä maalla. Metsänrajaseudulla onkin monin paikoin reheväkasvuisia kosteita kuruja, jotka ovat ehkä sopivampia kuusen kuin männyn kasvattamiseen (Eide 1932, ss. 413 ja 418).

Metsätaloudellista tarkastelua

Edellä selostettujen tutkimusten perusteella voidaan tehdä seuraavia päätelmiä havumetsien viimeaikaisesta kehityksestä metsänrajalla.

1. Ilmaston vaihtelun ja siitä johtuvien tuhojen johdosta männyn kasvussa esiintyy hyvin voimakasta ajallista vaihtelua. Tämän vuosisadan alussa, 1902—11, männyn kasvu oli poikkeuksellisen huono, jopa alle puolet siitä, mitä se oli edellisillä vuosikymmenillä. Sen jälkeen, yhdessä ilmaston yleisen lämpenemisen kanssa, männyn kasvu parani voimakkaasti ja on 1920-luvulta lähtien ollut tuntuvasti, jopa yli 50 %, keskimääräisenä pidettävän tason yläpuolella.

2. Vuodesta 1920 lähtien metsänrajalla on sattunut useita männyn siemenvuosia, joiden seurauksena nykyään tavataan eri-ikäistä taimistoa kaikkialla, missä on vanhojakin mäntyjä. Taimien kasvu on myös hämmästyttävän hyvä. Renvallin mainitsema, pitkin männyn puurajaa kulkeva vyöhyke, jossa puut olisivat menettäneet siemennyskykynsä, on kokonaan hävinnyt. Nykyisen metsänrajan säilyminen on turvattu sadoiksi vuosiksi eteenpäin, ellei suuria hävityksiä tapahdu luonnon tai ihmisen taholta. Metsänrajan luontaista etenemistä pohjoiseen voi tietenkin tapahtua vain siemenen lentomatkan verran nykyisistä pohjoisimmista siementävistä puista.

3. Kuusi ei pohjoisella metsänrajalla ole niin arka ilmastollisille tuhoille kuin mänty. Kuusen kasvu ei ole viime vuosikymmeninä parantunut läheskään niin voimakkaasti kuin männyn. Myöskään ei kuusen uudistumista ole silmiin pistävässä määrässä tapahtunut metsänrajalla viime aikoina.

Kun ilmatieteelliset tutkimukset ovat kiistattomasti osoittaneet, että ilmasto on viime vuosikymmeninä metsänrajalla ollut huomattavasti keskimääräistä lämpimämpi, ja kun ilmaston lämpenemisen vaikutus ilmenee selvästi myös sikäläisten havumetsien kehityksessä, herää luonnostaan kysymys, millä tavalla nykyistä suotuisaa tilannetta olisi käytettävä hyväksi metsätaloudessa. Kuten edellä (s. 11) mainittiin, esim. vv. 1934—38 Inarin ilmasto vastasi 400—500 km eteläisempien seutujen ilmastoa normaalivuosina, ja siis myös metsän kasvattamisen ilmastolliset edellytykset metsänrajalla ovat viime aikoina vastanneet suunnilleen Etelä-Lapin olosuhteita. Samalla havumetsien menestymisen ilmastolli-

nen raja on viime vuosikymmeninä ollut tuntuvasti nykyistä metsänrajaa pohjoisempana. Rohkeasti arvioiden nykyisen ilmaston jatkuessa olisi mahdollista muuttaa havumetsiksi jokseenkin kokonaan nykyinen tunturikoivuvyöhyke. Siksi rohkaisevia ovat monet, kehityksessään jo sangen pitkälle ehtineet, sekä luontaisesti että keinollisesti syntyneet männyn taimistot äärimmäisellä metsänrajalla.

Metsänrajaseutujen metsillä on metsätaloudellista merkitystä vain paikallisen puuntarpeen tyydyttämisessä. Kun metsien tuotto sikäläisissä oloissa on suotuisissakin oloissa suhteellisen pieni ja uusien tuhojen vaara on aina uhkaamassa, ei kovin laajasuuntainen metsittämistoiminta nykyisen metsänrajan pohjoispuolella voi tulla kysymykseen, vaan metsänparannustöihin myönnetyt varat voidaan käyttää edullisemmin etelämpänä. Toisaalta kuitenkin nimenomaan Utsjoella asukkaiden rakennuspuun saannin turvaaminen on vaikea kysymys, ja monin paikoin Pohjois-Norjassa se on vielä vaikeampi. Näiden tarpeiden tyydyttämiseksi pitkällä tähtäimellä on kiinnitettävä huomio myös nykyisiin taimistoihin sekä tällä hetkellä vallitseviin, ilmeisesti poikkeuksellisen hyviin metsänviljelyn mahdollisuuksiin.

Nykyisen metsänrajan seudulla on viime vuosisadalla tapahtunut hyvin laajaa metsänhävitystä. Sen johdosta on metsänraja monin paikoin tuntuvasti alentunut, ja jäljelle jääneiden metsän rippeiden tuotto on sangen pieni eikä ollenkaan vastaa havupuita kasvavien alueiden tuottokykyä. Ruden (1949) on osoittanut, että Pohjois-Norjan mäntymetsien nykyinen tuotto on vain vähän yli kymmenesosa niiden todellisesta tuottokyvystä (0.2 m^3/ha), ja sama pitänee paikkansa metsänrajametsiin nähden Suomessakin. Mahdollisuuksia tuoton kohottamiseen siis on, ja myöskin voidaan sanoa, että meillä on tietty velvollisuus korjata niitä vahinkoja, mitä äärimmäisen pohjolan metsille on aiheutettu. Ainakin olisi käytettävä hyväksi niitä mahdollisuuksia, mitä nykyinen ilmasto tarjoaa.

Utsjoen alueella olevien mäntymetsien käyttösuunnitelmissa (Renvall 1919, Heikinheimo 1921, Utsjoen hoitoalue) on todettu, että metsien tuotto ei pysty tyydyttämään asukkaiden nykyistä tarvetta. Metsien käyttö on suunniteltu sille pohjalle, että metsänrajan aleneminen on kaikin keinoin pyrittävä estämään, mutta uudistumisen varaan ei ole voitu rakentaa mitään. Ainoaksi ratkaisuksi on silloin jäänyt metsien mahdollisimman täydellinen rauhoittaminen, teiden rakentaminen ja puun kuljetus etelämpää. Nykyään tilanne näyttää valoisemmalta, varsinkin mitä tulee uudistumiseen. Passiivisesta metsien rauhoituksesta voidaan siirtyä aktiivisempaan metsien hoitoon. Taimistot, niin luontaisesti kuin keinollisestikin syntyneet, vaativat hoitoa menestyäkseen. Nykyiset hakkuut metsänrajalla olisikin suoritettava nimenomaan jo olemassa olevia taimistoja silmällä pitäen.

Pohjois-Norjassa suoritettujen tutkimusten mukaan (Eide 1932, Ruden 1949) männyn taimisto kärsii pahoin harvastakin päällyspuustosta, joten hakkuut olisi kohdistettava harvakseen kasvaviin mäntyihin, joiden lähistöllä on taimistoa. Myös koivu haittaa männyn taimien kasvua, ja varsinkin metsänviljelyaloilla taimiston perkaus on tarpeen. Liian tiheä koivikko on ollut yleisenä syynä metsänviljelyn epäonnistumiseen (Eide 1932). Kuten Norjassa on meilläkin kiinnitettävä huomiota metsänrajametsien tuoton kohottamiseen edes paikallista tarvetta tyydyttäväksi.

Ei ole mitään takeita siitä, kuinka kauan nykyinen ilmastollisesti edullinen kausi tulee metsänrajalla jatkumaan. Milloin tahansa voi sattua samanlainen tuho kuin 1830-luvulla tai 1902, jolloin suurin joukoin taimistoja kuolee ja puiden kasvu putoaa murto-osaan entisestä. Edessä voi olla taas aika, ettei 100 vuoteen satu yhtään siemenvuotta. Tällainen mahdollisuus on tietenkin otettava huomioon metsänviljelyä suoritettaessa ja metsien käyttöä suunniteltaessa. Suoritettu työ ja siihen uhratut varat voivat suureksi osaksi mennä hukkaan. Mutta toisaalta mahdollisesti edessä olevat epäsuotuisat ajat kehoittavat tehokkaasti käyttämään hyväksi nykyisen suotuisan ajan — mikäli sitä vielä jatkuu. Nykyisten taimistojen on pystyttävä tyydyttämään puuntarve vastaisina ilmastollisesti epäsuotuisinakin aikoina.

Koska mänty on ilmastollisille vaihteluille herkempi kuin kuusi, voidaan pienenä varokeinona ajatella kuusen kasvattamista sille sopivilla paikoilla nykyisen metsänrajan pohjoispuolellakin. Tästä on rohkaisevia esimerkkejä Pohjois-Norjassa (Ruden 1949, s. 232). Kuusta voidaan kuitenkin kasvattaa vain kaikkein parhailla mailla, kosteissa ja rehevä-kasvuisissa puronlaaksoissa, joissa männyn viljely tuskin ottaa yhtä hyvin onnistuakseen. Mänty on kuitenkin ylivoimaisesti tuottavin puulaji Lapin metsämailla yleensä (Ilvessalo 1937).

On tietenkin uskallettua edellyttää ilmaston pysyvän jatkuvasti yhtä lämpimänä, kuin se on ollut kolme viime vuosikymmentä, ja rakentaa sen varaan suuria metsityssuunnitelmia. Mutta vaikka nykyistä lämpökautta käytettäisiinkin mahdollisimman paljon hyväksi Taka-Lapin metsätalouden alalla, niin kovin kohtalokkaita vaurioita tuskin silti pääsee ilmaston jälleen mahdollisesti kylmetessä tapahtumaan metsätalouden alalla, verrattuna esim. maatalouteen, jonka kehittämisen nykyinen suunnittelu Lapissa perustuu suurimmaksi osaksi viime vuosikymmenien lämpökaudella saatuihin kokemuksiin.

Kirjallisuutta

Aaeng, R. 1904. Høstfrost paa furuen. Forstl. Tidsskr. Ss. 40—43.

Aandstad, S. 1934. Untersuchungen über das Dickenwachstum der Kiefer in Solør. Nyt Mag. f. Naturv. B. 74.

Aario, L. 1941. Napapaholainen ja ilmaston paraneminen. Terra. Ss. 57—68.

Andersson, G. 1905. Om talltorkan i öfre Sverige våren 1903. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. 3: 449—477.

Auer, V. 1927. Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. — Selostus: Lapin metsänrajoja ja turvemaita koskevia tutkimuksia. Metsätiet. Koelait. Julk. 12.

Boman, A. 1927. Tutkimuksia männyn paksuuskasvun monivuotisista vaihteluista. — Referat: Über vieljährige Schwankungen im Dickenwachstum der Kiefer *(Pinus silvestris)*. Acta forest. fenn. 32.

Douglass, A. E. 1914. A method of estimating rainfall by the growth of trees. Carnegie Inst. of Wash., Publ. No. 192: 101—121.

—»— 1919. Climatic cycles and tree growth. A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. Ibid. Publ. No. 289.

Eide, E. 1930. Sommervarmens betydning for granføets spireevne. — Summary: The influence of summer temperature on the seed germination of Norway spruce. Medd. fr. d. norske Skogforsøksves. 3.

—»— 1932. Furuens vekst og foryngelse i Finnmark. — Summary: The growth and regeneration of the pine forests in Finnmark. Ibid. 4.

E. M. 1905. Mietteitä ja huomioita puita leimatessa Lapissa kesällä v. 1904. S. Metsänhoitoyhd. Julk. 21: 52—59.

Enquist, Fr. 1933. Trädgränsstudier. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. 31: 145—214.

Erlandsson, S. 1936. Dendro-chronological studies. Data, 23 fr. Stockholms högsk. geokron. inst.

Haagman, A. 1904. »Schütte» og uaar pa furuskogen inden Tromsø stift. Forstl. Tidsskr. Ss. 5—15.

Hagem, O. 1917. Furuens og granens frøsaetning i Norge. Medd. fr. Vestlandets forstl. forsøkstation, 1.

Heikinheimo, O. 1921. Suomen metsänrajametsät ja niiden vastainen käyttö. — Referat: Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. Metsätiet. Koelait. Julk. 4.

—»— 1932. Vuosi 1932 männyn ja kuusen siemenvuotena ja sen antama opetus. Metsätietoa, 1: 92—114.

Helland, A. 1912. Traegraenser og sommarvarmen. Tidsskr. f. Skogbr. 20.

Hesselman, H. 1904. Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarne 1900—1903. — Referat: Über den Höhenzuwachs und die Sprossbildung der Kiefer in den Sommern 1900—1903. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst. 1.

Huntington, E. 1914. The climatic factor as illustrated in arid America. Carnegie Inst. of Wash., Publ. No. 192.

Hustich, I. 1940. Tallstudier sommaren 1939 i Enare och Utsjoki. Acta Soc. pro F. Fl. Fenn. 62.

—»— 1945. The radial growth of the pine at the forest limit and its dependence on the climate. Soc. Scient. Fenn., Comm. Biol. 9.

—»— 1948. The Scotch pine in northernmost Finland and its dependence on the climate in the last decades. Acta Bot. Fenn. 42.

—»— 1949. On the correlation between growth and the recent climatic fluctuation. Geografiska Annaler, Ss. 90—105.

—»— und Elfving, G. 1944. Die Radialzuwachs der Waldgrenzkiefer. Soc. Scient. Fenn., Comm. Biol. 9.

Ilvessalo, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. — Summary: Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland). Metsätiet. tutkimusl. julk. 24.

—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. — Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. Ibid. 30.

Jelstrup. 1903. Høstfrost paa furuen. Forstl. Tidsskr. Ss. 113—115.

Juul, J. G. 1925. Furuens utbredelse i Finnmark og Troms. Tidsskr. f. Skogbr. 33: 359—441.

Kalela, A. 1937. Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. — Selostus: Puulajien ilmastorotuja koskevista kokeellisista tutkimuksista. Metsätiet. tutkimusl. julk. 26.

Keränen, J. 1946. Lämpötilan muutoksista Suomessa viimeisten sadan vuoden aikana. Metsätal. Aikakl. Ss. 195—199.

—»— 1952. Temperature changes in Finland during the last hundred years. Fennia 55.

Kujala, V. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. — Selostus: Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. Metsätiet. Koelait. Julk. 12.

Manninen, A. 1860. Mietteitä katovuosista Suomessa. Kuopio.

Melander, K. R. ja Melander, G. 1928. Katovuosista Suomessa. Oma Maa 5.

Mikola, P. 1950 a. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. — Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies. Metsätiet. tutkimusl. julk. 38.

—»— 1950 b. Katovuodet ja metsien kasvu. Metsätal. Aikakl. Ss. 204—205.

—»— 1952. The effect of recent climatic variations on forest growth in Finland. Fennia 55.

Nuorteva, M. 1948. Metsänviljelyä männyn metsänrajan pohjoispuolella. Metsätal. Aikakl. Ss. 14—16.

Ording, A. 1941. Årringanalyser på gran og furu. — Summary: Annual ring analyses of spruce and pine. Medd. fr. d. norske Skogforsøksves. 7.

Renvall, A. 1912 a. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta forest. fenn. 1.

—»— 1912 b. Om orsakerna till depressionen af tallens skogsgräns. S. Metsänhoitoyhd. Julk. 29.

—»— 1914. Ein Beitrag zur Kenntnis der sog. partiellen Variabilität der Kiefer. Acta forest fenn. 3.

—»— 1919. Suojametsäkysymyksestä. I—VI. Ibid 11.

Ruden, T. 1934. Fra våre nordligste skoger. Tidssks. f. Skogbr. 42: 310—315.
—»— 1935. Om årlige forandringer i traernes tilvekst. Ibid. 43: 272—275.
—»— 1949. Trekk fra Nord-Norges skoger. Det Norske Skogselskap 1898—1948. II: 224—243.
Smirnov, L. A. 1936. Geobotanica, III. Acta Inst. Bot. Acad. Sc. USSR.
Utsjoen hoitoalue. Yleinen kertomus ja taloussuunnitelma. Tehty v. 1936—41. Metsähallitus. Helsinki. (Koneella kirj.)
Ve, S. 1951. Stig skoggrensa? Tidsskr. f. Skogbr. 59: 305—317.
Welander, P. O. 1904. Hvarför blef tallen men icke granen frostskadad vintern 1902—1903? Skogsvännen. Ss. 43—46.
Wibeck, E. 1920. Det norrländska tallfröets grobarhet. — Referat: Die Keimfähigkeit des norrländischen Kiefernsamens. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst. 17.
Åkerhjelm, L. 1940. Tallens sekundära höjdtillväxt. Sv. Skogsvårdsför. Tidskr. 38: 196—238.
Örtenblad, Th. 1903 a. Talltorka. Skogsvännen. Ss. 110—111.
—»— 1903 b. Frostskador å tallen. Ibid. Ss. 111—113.
—»— 1904. Tallens höjdtillväxt åren 1901—1903. Årsskrift fr. Föreningen f. Skogsvård i Norrland f. år 1903. Ss. 33—51.

ON THE RECENT DEVELOPMENT OF CONIFEROUS FORESTS IN THE TIMBER-LINE REGION OF NORTHERN FINLAND

Summary

Introduction

It is a well-known fact that in the *Litorina* age the Scandinavian climate was warmer and the timber-line of pine more northerly than today. Subfossil pine remnants are found far above the present timber-line. Hagem (1917) concluded that since pine reached its furthest extent to the north, the summer temperature (mean temperature of June—September) has dropped 3.1—3.6°C. At the same time human activity (cuttings, forest fires, reindeer grazing) has assisted the recession of timber-line.

On the other hand meteorological data indicate that the climate of Northern Scandinavia has grown warmer during the last hundred years (Keränen 1952). During recent years some authors (Hustich etc.) have given indications to show that the timber-line is moving north again.

The present paper gives results mainly of annual ring analytical studies which were carried out in Finnish Lapland in 1946 and 1949. In addition some observations on height growth and reproduction in recent years are presented.

Radial Growth

Fig. 1 shows approximately the northern limits of pine and spruce growth in Finland. Investigation areas are marked on the map. The material used for annual ring analyses comprises 968 trees, viz. 801 pine and 167 spruce trees (Table 1). The methods of collection and treatment of the material are presented in the author's earlier paper on the growth variations of trees (Mikola 1950 a, English summary pp. 126—127).

Figs. 4 and 5 present the relative variations of the radial growth (annual ring indices) of pine and spruce in different localities. Studies carried out in Northern Sweden (Erlandsson) and Norway (Ording) show that growth variations have been fairly uniform throughout the timber-line region of Northern Europe.

As can be seen from Fig. 4, the radial growth of pine increased rapidly after 1910, and since 1920 it has been, on the average, 50—100 per cent above the normal level (Table 2). This increase of growth is related to the climatic development, for e. g. in 1930's climatic conditions in Inari were approximately the same as in average years 300—500 km further south. The increase of growth is made more pronounced by the fact that in 1902—11 the growth of pine was exceptionally poor.

The reason for the growth depression of 1902—11 was, apart from the climate, a catastrophe which hit the pine forests of the whole timber-line region and was caused by an unfortunate coincidence of favourable and unfavourable conditions. The summer of 1901 was very warm, and consequently the shoots of pine grew exceptionally long in 1902. The summer of 1902, however, was very short and cold, and the shoots were not hard enough when a severe frost occurred around September 20. The annual shoots of pine froze, therefore, and seedlings were killed in extensive areas, as was reported by several contemporary authors (Aaeng, Andersson, Haagman, Jelstrup, Welander, Örtenblad). After this calamity trees recovered rather slowly.

Great variations are characteristic of the growth of pine at the timber-line. In 1902—03 growth fell to one half or less of that it had been before, and after 1911 it increased threefold in ten years. Variations of the same proportion have occurred earlier too, e. g. in the late 1820's the radial growth was more than 50 per cent above the normal level, but in 1837 only one fifth of that ten years ago. Even slight changes in the summer temperature may cause great growth variations, and the freezing of terminal shoots, due to early frosts, may not be uncommon, as timber-line pines often have several top branches.

The growth of spruce also increased after 1910, but not as much as that of pine. The catastrophe of 1902 did not affect spruce. The shoots of spruce harden earlier than those of pine and are not so susceptible to early frosts.

As a more tolerant species, spruce does not react to slight climatic fluctuation as sensitively as pine, and it is not so susceptible to calamities. It is also known that the June temperature, which affects the growth of spruce most, has risen less than July and August temperatures, which are most important to pine (cf. Ording 1941, p. 320; Mikola 1950 a, p. 129).

Height Growth

Variations in the height growth of pine are of the same order as those in the radial growth, and in the timber-line region greater than in the southern part of Finland. During the warm period of the last decades the height growth of pine has been surprisingly good (Table 3). The secondary height growth of old pine trees is also a very common phenomenon at the timber-line nowadays. Apparently severe damage by early frost has not occurred since 1910.

Regeneration

As confirmed by several authors, in order to produce viable seed the average temperature of four summer months (June—September) must be at least + 10.5°C for pine and + 9.5°C for spruce.

According to Renvall (1912), the last reproduction year of pine occurred at the Finnish timber-line around 1850. 1875, 1884, and 1896 are reported as reproduction years in Northern Norway. After 1915, however, pine seed ripened in many years, viz. 1920, 1922, and 1930 (Eide), 1936 and 1939 (Hustich), and again in the 1940's. Today pine seedlings are very common everywhere that older pines grow (Fig. 9), even in the northernmost pine stands of the world (Ruden 1934, Ve 1951). As is shown by Fig. 10, during the last 30 years summers have often been warm enough for the ripening of pine seed.

In general, reproduction years have occurred in the same periods when the radial growth too has been above average (Fig. 4).

Spruce seedlings are uncommon at the timber-line, and everywhere in Lapland. The reason might be not the lack of viable seed, but unfavourable soil conditions for the development of seedlings.

Artificial afforestation by pine has been carried on an experimental scale in the timber-line region of Finnish Lapland since 1911. In Northern Norway corresponding experiments were started in 1861. Several afforestation trials failed because of the southern origin of the seed, unsuitable site, rodents, or other reasons. There are, however, also numerous beautiful seeding and planting areas, which show that artificial afforestation can be highly successful, even above the present timber-line. Spruce plantations in Northern Norway have been successful, where made on suitable sites and fertile soil.

Discussion

The following conclusions can be drawn:

1. In consequence of climatic variations and injuries the growth of pine varies greatly in the timber-line region. In 1902—11 the growth was very poor, even less than one half of that of the preceding decades, and again since 1920 the growth has been even over 50 per cent above the normal level.

2. Since 1920 there have been several reproduction years for pine in the timber-line region; seedlings therefore are found everywhere with older trees. The preservation of the present timber-line is guaranteed probably for centuries.

3. The growth of spruce has not increased as much as that of pine. Reproduction of spruce has not taken place in any considerable degree in the last decades.

Evidently good climatic conditions prevail at and even above the timber-line at the present time. Probably the whole fell-birch region could be converted into coniferous forests. Afforestation on a large scale, however, is not practicable because in the far north it gives low profits and there is always a certain risk of worse climatic conditions and great calamities for plantations. On the other hand the wood supply of inhabitants of the northernmost regions is a difficult problem, and for its solution in the future too advantage should be taken of the opportunity offered by the present favourable climate.

In the past the recession of the timber-line was prevented by the complete protection of northernmost forests and scattered trees. To achieve the same end present conditions call for more active measures, viz. artificial afforestation and care of seedling stands, and at the same time cuttings in the old stands are feasible, conducted in a conservative manner.

KIVISYYDEN MÄÄRITTÄMISESTÄ

P. J. VIRO

ON THE DETERMINATION OF STONINESS

SUMMARY

HELSINKI 1952

Sisällys

Sivu

Johdanto 3
Syvyysindeksi ja kivisyys 4
Pintamaan kivisyyden määrittäminen 4
Useamman maakerroksen kivisyyden määrittäminen 7
Syvyysindeksi ja männikön tuottokyky 9
Kivisyyden määrittäminen painamismenetelmällä 13
Kirjallisuusluettelo 16
Englanninkielinen selostus 17
Taulukko 1. 19

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Johdanto

Maan kivisyydellä tarkoitetaan lohkareitten ja kivien yhteistä sadannesosuutta maasta. Kivisyyden on todettu huomattavasti vähentävän metsämaan viljavuutta; ainakin männikön tuottokyky etelä-Suomessa on kivisillä mailla huomattavasti pienempi kuin vähäkivisillä.

Metsämaan kivisyyden määrittämiseksi on esitetty useita menetelmiä. Näitä menetelmiä on aikaisemmin verrattu toisiinsa, ja käyttökelpoisimpana niistä on pidetty ns. painamismenetelmää (aikaisemmin käytetty sanaa rassausmenetelmä, Viro, 1947; tässä tutkimuksessa on myös selostettu kivisyystutkimuksia käsittelevä kirjallisuus). Tämän kirjoittajan tutkimus osoitti, että moreenimaan kivisyys voidaan määrittää painamismenetelmällä varsin luotettavasti (seulomalla ja tällä menetelmällä kivisyydelle saatujen lukujen välinen korrelaatiokerroin oli -0.80 ± 0.05). Someromaan ja muiden lajittuneiden maalajien kivisyyden määrittämiseen menetelmä sen sijaan ei näytä yhtä sopivalta.

Painamismenetelmässä mitataan, miten syvälle 1 cm:n läpimittainen, pyöreä, teräväpäinen terästanko voidaan painaa maahan. Menetelmä on käyttökelpoinen sekä tieteellisessä tutkimuksessa että käytännöllisissä töissä. Tieteellisessä tutkimuksessa on suoritettava ha:ia kohti vähintään 140 havaintoa, käytännöllisissä töissä 60. Jollakin alueella saatujen havaintojen keskiarvoa nimitetään tämän maan syvyysindeksiksi (Si).

Painamismenetelmä kehitettiin tutkittaessa kivisyyden vaikutusta männikön tuottokykyyn. Käytettäessä sitä myöhemmin toisissa tutkimuksissa on havaittu, että sitä voidaan kehittää edelleen ja että sillä näin kehitettynä on laajempiakin käyttömahdollisuuksia.

* *
*

Tekijän mieluisa velvollisuus on tässä yhteydessä kiittää professori V. T. Aaltosta häneltä saamistaan arvokkaista neuvoista sekä metsänhoitaja Leo Hellgreniä ja metsäteknikko Bertel Henrikssonia heidän huolellisesti suorittamastaan kenttätyöstä.

Syvyysindeksi ja kivisyys

Pintamaan kivisyyden määrittäminen

Painamismenetelmässä on mitattu tangon kokonaispainuma, joka vaihtelee 0:sta yli metriin, ja verrattu näin saatua syvyysindeksiä 30 cm:n vahvuisen pintamaakerroksen kivien ja lohkareitten määrään. Tutkimus on siis toisiinsa verratuissa menetelmissä kohdistunut eri maakerroksiin. Painamismenetelmässä voidaan kuitenkin rajoittua tutkimaan myös halutun paksuista pintamaakerrosta. Silloin otetaan painumasta huomioon vain enintään tutkittavaa maakerrosta vastaava osa. Haluttaessa esim. tietää 30 cm:n vahvuisen pintamaakerroksen kivisyys otetaan huomioon 30 cm:n suuruiset ja sitä pienemmät painumat kokonaan sekä 30 cm:iä suuremmista painumista vain 30 cm. Näin lasketusta indeksistä käytetään merkkiä Si $\leq$ 30 cm. Seuraavassa syvyysindeksin ja kivisyyden välisen suhteen tarkastelussa käytetty syvyysindeksi on laskettu näin. Kummankin toisiinsa verratun menetelmän, seulonnan ja painamisen, antamat tiedot kivisyydestä kohdistuvat siis tässä samaan maakerrokseen.

Tutkittaessa kivisyyden vaikutusta männikön tuottokykyyn määritettiin kivisyys 51 moreenimaan koealalla sekä painamalla että määrittämällä maasta seulomalla erotetut lohkareet ja kivet. Selvitettäessä kivisyyden vaikutusta koivikon ja kuusikon tuottokykyyn on otettu melkoinen joukko uusia koealoja, joilla kivisyys on määritetty näitä samoja menetelmiä käyttäen. Näistä koealoista on tekijä tutkinut 15, metsäteknikko Henriksson 34 (niistä 4 yhdessä tekijän kanssa) ja metsänhoitaja Hellgren 34 koealaa (niistä 2 yhdessä tekijän kanssa). Aikaisemmin otettujen koealojen kanssa tämän tutkimuksen aineisto käsittää 134 koealaa. Kaikki koealat on otettu etelä-Suomen eteläosasta, ja ne ovat kaikki moreenimaalla. Kuusikoissa ja koivikoissa maa on seulottu kolmena kerroksena: 0—15 cm, 15—30 cm ja 30—60 cm, muutoin on käytetty samaa työtapaa kuin aikaisemminkin. Raekokoomus ja syvyysindeksi koealoilla 1—80 on esitetty aikaisemmin (Viro, 1947), lohkareitten ja kivien määrät sekä syvyysindeksit koealoilla 124—246 on esitetty taulukossa 1 (s. 19).

Ryhdyttäessä selvittämään syvyysindeksin ja seulomalla saadun kivisyyden määrän välistä suhdetta huomattiin, että aineisto on käsiteltävä kahdessa osassa. Toisen osan käsittävät koealat, jotka tekijä on tutkinut yksin tai apulaisia opastaessaan. Tällaisia koealoja on 72; ne muodostavat ryhmän I. Toisen osan (ryhmä II) taas käsittävät apulaisten ottamat koealat. Tähän ryhmään kuuluu 68 koealaa.

Kuva 1 osoittaa, kuinka syvyysindeksi kummassakin ryhmässä riippuu kivisyydestä.

Ryhmä I. Syvyysindeksin ja kivisyyden välinen korrelaatiokerroin on tässä ryhmässä -0.854 ± 0.032, siis huomattavan suuri ja 27-kertaisen keskivirheensä suuruinen. I regressiosuoran yhtälö on

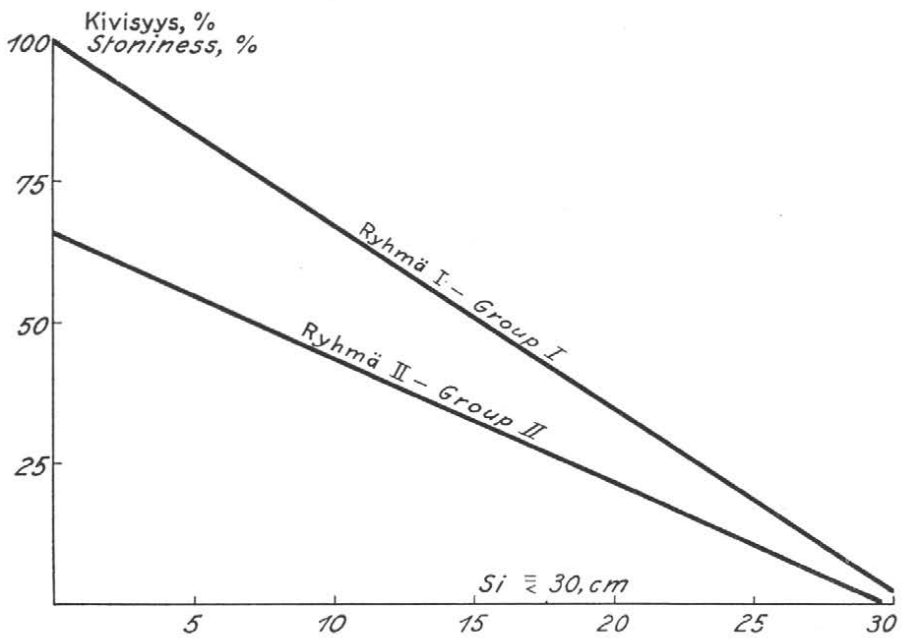
$$y = -3.27\ x + 100.3$$

Sen mukaan syvyysindeksin (x) ollessa 0 cm kivisyys (y) on 100.3 %, ja kivisyyden ollessa 0 % syvyysindeksi on 30.6 cm. Tämä vastaa erittäin hyvin syvyysindeksin ja kivisyyden välisen suhteen teoreettista yhtälöä

$$y = -3.33\ x + 100$$

Ryhmä II. Syvyysindeksin ja kivisyyden välinen korrelaatiokerroin on tässä ryhmässä -0.827 ± 0.038, siis myös huomattavan suuri ja 22-kertaisen keskivirheensä suuruinen. I regressiosuoran yhtälö on

$$y = -2.22\ x + 65.7$$



Kuva 1. Syvyysindeksi ja kivisyys.
Fig. 1. Depth index and stoniness.

Sen mukaan syvyysindeksin ollessa 0 cm kivisyys on 65.7 %, ja kivisyyden ollessa 0 % syvyysindeksi on 29.6 cm.

Tarkasteltaessa näitä ryhmiä huomataan niiden aineiston olevan lähes saman suuruinen. Myös syvyysindeksin ja kivisyyden väliset korrelaatiokertoimet ovat likipitäen samat, ja ne osoittavat, että molemmissa ryhmissä saatu tulos on varsin luotettava. Regressiosuorien yhtälöt ovat kuitenkin hyvin huomattavasti erilaiset, siten että samaa syvyysindeksiä II ryhmässä vastaa paljon pienempi kivisyys kuin I ryhmässä.

Haettaessa syytä siihen, että vaikka syvyysindeksin ja kivisyyden väliset korrelaatiokertoimet ovat huomattavan suuret ja niiden keskivirheet hyvin pienet, tulokset eri ryhmissä poikkeavat toisistaan näin suuressa määrässä, ruvettiin tarkastelemaan kumpaakin menetelmää erikseen. Seulontamenetelmällä ei ole suoritettu kaksoismäärityksiä jollakin koealalla saadun tuloksen tarkistamiseksi, mutta yksittäisistä kuopista saadut arvot vaihtelevat eräissä tapauksissa hyvin huomattavasti. Sen vuoksi olisi ollut suotavaa, että kivisyys olisi määritetty seulontamenetelmällä useammasta paikasta kuin tässä tutkimuksessa on tehty. Painamismenetelmänkin tarkistamiseksi on määritys toistettu vain kahdella koealalla. Koealoilla 222 ja 225 (Hellgren) on mitattu painumat kahteen toisiaan vastaan kohtisuoraan suuntaan, ja tulokset (Si $\leq$ 30 cm) olivat edellisellä 17.5 ja 17.3 cm ja jälkimmäisellä 10.8 ja 11.0 cm. Toistettaessa mittaukset menetelmä on siis antanut kummassakin tapauksessa erittäin hyvin yhtäpitäviä arvoja.

Korrelaatiokertoimien suuruus osoittaa, että kummassakin ryhmässä työ on tehty huolellisesti ja koko ajan samalla tavalla, mutta ilmeisesti työtavoissa on eri ryhmissä ollut jonkinlainen ero. Painamismenetelmä on niin yksinkertainen ja helppo suorittaa, että siinä tuskin voidaan pienenkään opastuksen jälkeen tehdä huomattavaa virhettä. Kivien ja lohkareitten määrittämiseksi käytetyssä seulontamenetelmässä sitä vastoin on eräitä virheen mahdollisuuksia. Ensinnäkin kivet ja lohkareet määritetään vain neljästä paikasta koealaa kohti. Tämä tuskin kuitenkaan yleensä aiheuttaa suuria virheitä, kuten korrelaatiokertoimetkin osoittavat. Kivien ja varsinkin lohkareitten määrittämisessä sitävastoin tehdään helposti virheitä. Määrittäminen on helppoa, jos kivi voidaan punnita ja jakamalla ominaispainolla saada sen tilavuus. Lohkareita ei kuitenkaan tavallisimmin voida niiden suuruuden vuoksi punnita. Myös kun lohkare tai kivi kuuluu kuoppaan vain osaksi, osan ollessa kuopan ulkopuolella, ei sitä voida punnita tarkasti, varsinkin kun sen irroittamista kuopan seinästä on mahdollisimman paljon vältettävä, koska irroittaminen usein aiheuttaa seinän sortumisen ja sen yhteydessä kuoppaan helposti tulee maata sen ulkopuolelta. Näissä tapauksissa joudutaan kiven koko usein määrittämään mittaamalla sen tilavuus.

Vertailevilla mittauksilla tutkimuksen alkuvaiheessa huomattiin, että näin suoritettu määritys yleensä pyrkii antamaan liian pienen tuloksen, jos ei tietoisesti pyri sitä vastustamaan. Tuntuu hyvin todennäköiseltä, että Henriksson ja Hellgren ovat määrittäneet kivet ja lohkareet samalla tavalla ja että heidän kivisyydelle seulontamenetelmällä saamansa luvut ovat liian pieniä. Siihen, että I ryhmässä kivisyys seulontamenetelmällä on yleensä oikein määritetty, viittaa muun muassa se, että I regressiosuora vastaa likimain syvyysindeksin ja kivisyyden välisen suhteen teoreettista kuvaajaa.

Eri henkilöiden suorittamana on näin saatu kaksi havaintosarjaryhmää kuvaamaan maan kivisyyttä. Todennäköisyyslasku osoittaa, että kenttätyö on molemmissa ryhmissä suoritettu hyvin huolellisesti. Siitä huolimatta ryhmät antavat erilaisen tuloksen seulonta- ja painamismenetelmän välisestä suhteesta. Tästä tullaan edelläolevan mukaan siihen tulokseen, että painamismenetelmä yleensä antaa luotettavamman kuvan maan kivisyydestä kuin tässä käytetty seulontamenetelmä, tietenkin edellyttäen, että mittaus suoritetaan huolellisesti ja tehdään riittävä määrä havaintoja. Painamismenetelmän yksinkertaisuus, luotettavuus ja nopeus tekee mahdolliseksi sen käytön varsinaisena kivisyyden määritysmenetelmänä.

Useamman maakerroksen kivisyyden määrittäminen

Tutkittaessa kivisyyden vaikutusta kuusikon ja koivikon tuottokykyyn määritettiin maan raekokoomus kolmena kerroksena. Näistä koealoista on tekijän tutkimia 15, Henrikssonin ja Hellgrenin tutkimia 67. Tässäkin huomattiin, että aineisto on käsiteltävä kahtena ryhmänä niinkuin aikaisemminkin. Koska kuitenkin I ryhmään kuuluu vain 15 koealaa, tarkastellaan kahden peräkkäisen 15 cm:n paksuisen maakerroksen kivisyyden määrittämistä vain II ryhmän aineiston avulla.

Maakerros 0—15 cm:

Syvyysindeksi on laskettu ottaen mittatangon painumasta huomioon enintään 15 cm (Si $\leq$ 15 cm). Kivisyyden ja syvyysindeksin välinen korrelaatiokerroin oli -0.760 ± 0.052, siis huomattavan suuri. I regressiosuoran yhtälö oli

$$y = -5.24\ x + 82.8$$

Seulonta on ilmeisesti antanut liian pieniä arvoja kivisyydelle, sillä syvyysindeksin ollessa 0 cm kivisyys on yhtälön mukaan 82.8 %.

Maakerros 15—30 cm:

Syvyysindeksiä laskettaessa on otettu huomioon vain 15 cm:n suuruiset ja sitä suuremmat tangon painumat. Indeksi on laskettu samoin kuin pintamaassakin, mutta painumille on annettu arvot: 15 = 0, 20 = 5, 25 = 10, 30 + = 15 cm. Kun painumien summa on jaettu näiden havaintojen lukumäärällä, on saatu kerroksen 15—30 cm syvyysindeksi. Kivisyyden ja syvyysindeksin välinen korrelaatiokerroin oli -0.631 ± 0.074, mikä on tosin selvästi merkitsevä, mutta ei erikoisen suuri.

I regressiosuoran yhtälö on

$$y = -3.90\,x + 66.7$$

Myös tässä on seulontamenetelmällä saatu kivisyydelle liian pieniä arvoja, sillä syvyysindeksin ollessa 0 cm kivisyys on vain 66.7 %.

Tarkasteltaessa kumpaakin viimeksimainittua korrelaatiokerrointa huomataan, että 15 cm:n vahvuisen pintamaakerroksen kivisyys voidaan määrittää painamismenetelmällä huomattavasti luotettavammin kuin seuraavan 15 cm:n kerroksen. Tämä onkin luonnollista jo siitäkin syystä, että havaintojen lukumäärä on tätä menetelmää käytettäessä aina syvemmissä maakerroksissa pienempi kuin pintakerroksissa. Tässä tutkimuksessa ei ole kenttätyövaiheessa kiinnitetty huomiota mahdollisuuteen määrittää muuta kuin maan pintakerroksen kivisyys. Sen vuoksi havaintojen lukumäärä on 15—30 cm:n kerroksen kivisyyden määrittämiseen miltei liian pieni niissä tapauksissa, joissa maan pintakerros on hyvin kivistä. Kuudella koealalla ei 15 cm:n suuruisten tai sitä suurempien havaintojen lukumäärä ollut edes 35, joka aikaisempien tutkimuksien mukaan on vähin vaadittava määrä ¼ ha:n kokoisella koealalla tieteellisessä tutkimuksessa. Haluttaessa määrittää syvempienkin maakerrosten kivisyys on sen vuoksi mitattava tangon painuma useammasta paikasta kuin tavallisesti, niin että saadaan riittävä määrä havaintoja. Kivisillä mailla voi suoritettavien havaintojen lukumäärä näin nousta huomattavan suureksi. Esim. koealalla 70, jossa kivisyys on 22 %, $\geq$ 15 cm:n havaintoja on 85 ja $\geq$ 30 cm:n havaintoja 64, ja koealalla 41, jossa kivisyys on 68 %, $\geq$ 15 cm:n havaintoja on 37 ja $\geq$ 30 cm:n havaintoja 8, havaintojen kokonaismäärän molemmissa tapauksissa ollessa 100. 30 cm:iä syvemmällä olevien maakerrosten kivisyyden määrittämiseen painamismenetelmä tuskin lienee sopiva, sillä kivisillä mailla suoritettavien havaintojen määrä nousee kovin suureksi, ja lisäksi maan kovuus voi tehdä mittaukset epäluotettaviksi.

Tarkasteltaessa regressiosuorien yhtälöitä huomataan, että kerroksessa 15—30 cm suoran kulmakerroin on itsesarvoltaan pienempi kuin maan pintakerroksessa. Seulomalla kivisyydelle saatu arvo on jo pintamaakerroksessa liian pieni, mutta kerroksessa 15—30 cm se on vieläkin

pienempi. Pääasiallisena syynä tähän lienee se, että pintamaakerroksesta osaksi kuoppaan kuuluvat lohkareet ja kivet yleensä ovat helposti irroitettavissa ja mitattavissa, kun taas syvempänä olevien irroittamista on vältetty siitä aiheutuvan kuopan seinän sortumisen vuoksi. Syvemmissä maakerroksissa on siis kivisyyden määrittäminen molemmilla toisiinsa verratuilla menetelmillä epävarmempaa kuin maan pintakerroksessa. Verrattaessa 15 cm:n paksuisten kerrosten korrelaatiokertoimia 30 cm:n paksuisen kerroksen kertoimeen huomataan jälkimmäisen olevan huomattavasti suurempi. Paksumman maakerroksen kivisyys tulee ilmeisesti seulontamenetelmällä määritetyksi huomattavasti tarkemmin. Silloin mm. rajapinnoissa syntyvät virheet kerrokseen osaksi kuuluvien lohkareitten ja kivien jakamisessa tulevat suhteellisesti pienemmiksi.

Painamismenetelmä myös määrittää paksun maakerroksen kivisyyden luotettavammin kuin ohuen. Kun lasketaan kolmen peräkkäisen 10 cm:n vahvuisen maakerroksen syvyysindeksi ja näiden keskiarvona koko 30 cm:n vahvuisen maakerroksen kivisyys, saadaan kivisyyden ja valtapuun pituuden välille seuraavassa asetelmassa esitetyt korrelaatiokertoimet. Asetelmassa on esitetty myös tavalliseen tapaan lasketun 30 cm:n vahvuisen maakerroksen syvyysindeksin ja valtapuun pituuden väliset korrelaatiokertoimet.

	VT	MT
kivisyys laskettu keskiarvoista ..	0.748 ± 0.094	0.637 ± 0.119
Si $\leqq$ 30 cm	0.770 ± 0.087	0.786 ± 0.076

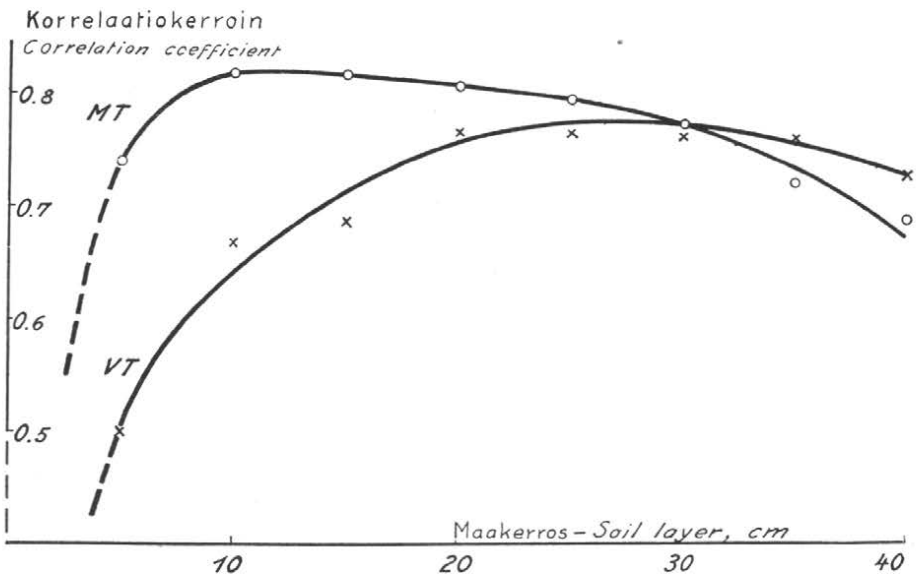
Puolukkatyypillä molemmilla tavoilla saadut korrelaatiokertoimet ovat likimain saman suuruiset, mutta mustikkatyypillä saadaan 10 cm:n kerroksina laskettaessa huomattavasti pienempi korrelaatiokerroin.

Syvyysindeksi ja männikön tuottokyky

Paitsi suoranaista kivisyyden määrittämistä on syvyysindeksin määrittämisellä laajempikin käyttö. Sen avulla voidaan mm. tutkia, kuinka paksu maakerros on tärkeä viljavuuden kannalta ja mistä maakerroksesta metsikön tuottokyky lähinnä riippuu. Aikaisemmin on todettu kivisyyden alentavan huomattavasti männikön tuottokykyä, ja tämän on todettu johtuvan siitä, että kivet vähentävät sellaisten maarakeitten osuutta maassa, joista kasvit voivat ottaa ravinteita. Seuraavassa asetelmassa on esitetty edellä (s. 4) selostetulla menetelmällä laskettujen, vahvuudeltaan erilaisten pintamaakerrosten syvyysindeksien ja männikön tuottokyvyn väliset korrelaatiokertoimet (maan viljavuuden mittana on käytetty 60-vuotiaan valtapuun pituutta):

	maakerros — *soil layer*, cm							
	5	10	15	20	25	30	35	40
	korrelaatiokerroin — *correlation coefficient*							
VT	0.50	0.67	0.69	0.77	0.77	0.77	0.77	0.74
MT	0.77	0.82	0.82	0.81	0.80	0.78	0.73	0.70

Myös kuva 2 esittää tätä riippuvaisuutta. Tästä kuvasta sekä edelläolevasta asetelmasta huomataan, että puolukkatyypillä syvyysindeksin ja tuottokyvyn välinen korrelaatiokerroin on aluksi pieni, saavuttaa maksiminsa 20 ja 35 cm.n välillä ja alkaa sitten taas pienentyä. Mus-



Kuva 2. Tuottokyvyn riippuvaisuus vahvuudeltaan erilaisten pintamaakerrosten kivisyydestä.
Fig. 2. The dependence of yield capacity on the stoniness of surface soil layers, differing in thickness.

tikkatyypillä kerroin on jo ohuissa maakerroksissa huomattavan suuri, saavuttaa maksiminsa noin 15 cm:ssä ja alkaa sitten hitaasti pienentyä. N. 30 cm:n paksuisen pintamaakerroksen kivisyyden ja vastaavan 60-vuotiaan männikön valtapuun pituuden väliset korrelaatiokertoimet ovat molemmilla metsätyypeillä samat. Kuvasta ja edelläolevasta asetelmasta nähdään, että mustikkatyypin männikön tuottokyvyn kannalta on tärkeintä tietää 10—25 cm:n, puolukkatyypin männikön tuottokyvyn kannalta 20—35 cm:n paksuisen pintamaakerroksen kivisyys. Männiköissä olisi siis määritettävä eri metsätyypeillä erilaisen maakerroksen kivisyys. Käytännöllisistä syistä on kuitenkin parempi, jos voidaan

kaikissa männiköissä käyttää samaa menettelytapaa. Kivisyyden vaikutusta viljavuuteen käsittelevässä tutkimuksessa määritettiin 30 cm:n paksuisen maakerroksen kivisyys, ja kuva 2 osoittaa, että tämän maakerroksen kivisyydellä on hyvin huomattava vaikutus männikön tuottokykyyn. Koska tällöin myös puolukkatyypin ja mustikkatyypin korrelaatiokertoimet ovat yhtä suuret, on männiköiden tuottokykyä koskevissa tutkimuksissa määritettävä 30 cm:n paksuisen maakerroksen kivisyys. Kysymystä, kuinka paksun maakerroksen kivisyys on määritettävä kuusikoiden ja koivikoiden tuottokykyä käsittelevissä tutkimuksissa, käsitellään myöhemmin erikseen.

Jotta olisi vielä tarkemmin voitu tutkia, mikä maakerros on männikön tuottokyvyn kannalta tärkein, laskettiin neljän peräkkäisen 10 cm:n paksuisen maakerroksen syvyysindeksit. Indeksejä laskettaessa annettiin painumille seuraavat arvot:

maakerros — *soil layer* cm	painuma — *penetration*, cm 0	5	10	15	20	25	30	35	40+
	annettu arvo — *value counted*, cm								
0—10	0	5					10		
10—20	—	—	0	5			10		
20—30	—	—	—	—	0	5		10	
30—40	—	—	—	—	—	—	0	5	10

Laskemalla kunkin maakerroksen painumien keskiarvo saatiin tämän kerroksen syvyysindeksi. Seuraavassa asetelmassa on esitetty eri maakerrosten syvyysindeksin ja valtapuun pituuden väliset korrelaatiokertoimet:

	maakerros — *soil layer*, cm 0—10	10—20	20—30	30—40
	korrelaatiokerroin — *correlation coefficient*			
VT	0.658 ± 0.120	0.722 ± 0.105	0.645 ± 0.124	0.547 ± 0.149
MT	0.817 ± 0.067	0.632 ± 0.121	0.246 ± 0.187	0.100 ± 0.198

Puolukkatyypillä korrelaatiokerroin on suurin kerroksessa 10—20 cm, mustikkatyypillä kerroksessa 0—10 cm. Näistä luvuista huomataan edelleen, että puolukkatyypillä männikön tuottokyky riippuu huomattavasti vielä kerroksen 30—40 cm kivisyydestä, kun taas mustikkatyypillä kerroksen 20—30 cm kivisyydellä ei ole enää juuri mitään merkitystä. Toisessa yhteydessä (Viro, 1951) on todettu maan ravinne-

määrän mustikkatyypillä olevan suurempi kuin puolukkatyypillä. Tämän sekä ylläolevan asetelman mukaan päädytään siihen tulokseen, että paremmalla metsätyypillä puut saavat tarvitsemansa ravinteet ohuemmasta maakerroksesta, mutta huonommalla metsätyypillä vielä syvemmätkin maakerrokset ovat ravinnonoton kannalta tärkeitä. Aaltosen (1920) mukaan ulottuvat männyn juuret huonommalla metsätyypillä syvemmälle kuin paremmalla, ja Kivenheimon (1947) mukaan myös pintakasvillisuuden juuriston syvyys suurenee siirryttäessä paremmalta metsätyypiltä huonommalle. Nämäkin tutkimukset siis tukevat edellä saavutettua tulosta.

Puolukkatyypin hiekkaamalla männikön juuristo jakaantuu syvyyden mukaan seuraavasti (Kalela, 1949):

		maakerros, cm				
	humus	0—5	5—10	10—20	20—30	30—40
% kokonaisjuurimäärästä	11.1	33.0	25.0	17.3	9.0	4.6

Yllämainittu juuriston syvyysjakaantuminen vastaa varsin hyvin tässä tutkimuksessa havaittua moreenimaan mustikkatyypin männikön tuottokyvyn riippuvaisuutta eri maakerrosten kivisyydestä. Juurien määrä vähenee ja kivisyyden vaikutus pienenee varsin nopeasti syvyyden lisääntyessä.

Laitakarin (1927) mukaan männyn juuriston keskisyvyys on moreenimaalla suurempi kuin hiekkamaalla. Tätä osoittaa myös se, että tässä tutkimuksessa havaittiin moreenimaan puolukkatyypin männikön tuottokyvyn riippuvaisuuden syvemmistä kerroksista olevan huomattavasti suurempi kuin ylläesitetty juuriston jakaantuminen hiekkamaissa edellyttäisi.

Asetelmassa s. 11 ilmenevä suuri ero eri maakerrosten kivisyyden vaikutuksessa puolukkatyypin ja mustikkatyypin tuottokykyyn voi osaksi johtua tutkimusaineistossa olevien koealojen kivisyyden erilaisuudesta eri metsätyypeillä, sillä Laitakarin mukaan männyn juuriston keskisyvyys on kivisellä maalla suurempi kuin vähäkivisellä. Mainitussa asetelmassa käytetty aineisto jakautui kivisyysluokkiin seuraavasti:

	kivisyysluokka		
	I	II	III
VT	6	8	10
MT	10	10	7

Puolukkatyypillä on siis III kivisyysluokkaan kuuluvien metsiköiden lukumäärä suurin, mustikkatyypillä pienin.

Kivisyyden määrittäminen painamismenetelmällä

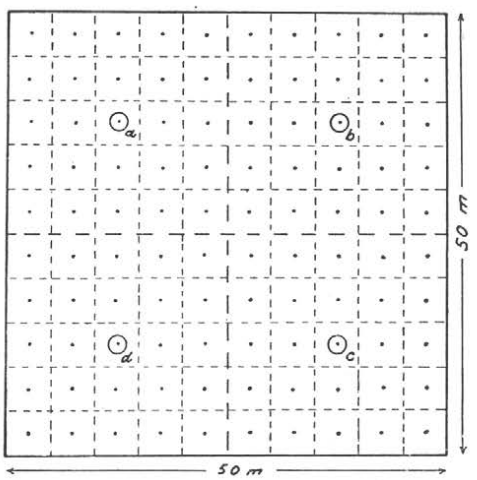
Edellä on osoitettu, että männiköissä on määritettävä 30 cm:n paksuisen pintamaakerroksen kivisyys. I ryhmän (s. 5) havaintojen mukaan saadaan eri kivisyysluokkia vastaamaan seuraavat syvyysindeksit:

kivisyysluokka *stoniness class*	kivisyys, *stoniness*, %	kokonais-Si, *total Si*, cm	Si ≷ 30, cm
I	0—30.0	25+	21.1+
II	30.1—60.0	16—24	12.1—21.0
III	60.1+	0—15	0—12.0

Huomataan, että vanhan (kokonais-Si) ja uuden (Si ≷ 30 cm) syvyysindeksin välillä on 3—4 cm:n suuruinen ero. Tämä ero johtuu osaksi erilaisesta mittaustavasta; uusi indeksihän kohdistuu yksinomaan 30 cm:n vahvuiseen pintamaakerrokseen, vanhan menetelmän mukaan otettiin huomioon tangon painuma kokonaisuudessaan. Indeksien eroon vaikuttaa lisäksi myös erilainen havaintojen tasoitusmenetelmä (aikaisemmin on käytetty vaakasuoraa, nyt pystysuoraa tasoitusta).

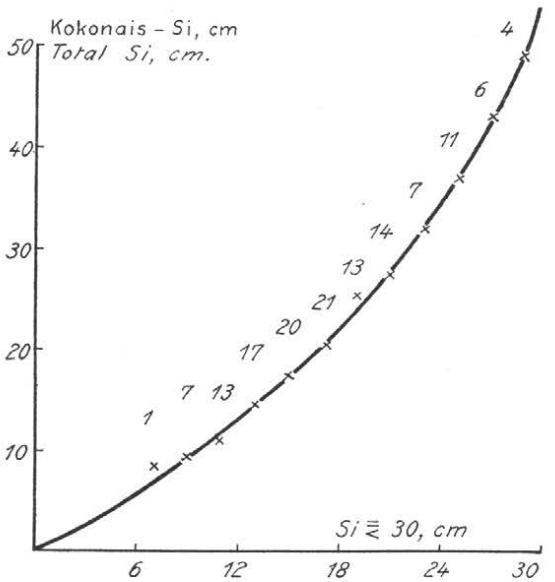
Kivisyyden määrittäminen painamismenetelmällä on suoritettava tietyn suunnitelman mukaan. Kuva 3 osoittaa näissä tutkimuksissa käytetyn tavan (ympyrät osoittavat paikkoja joissa kivisyys on määritetty seulontamenetelmällä, pisteiden kohdalla määritys on tehty painamismenetelmällä). Käytännössä kivisyyden määrittäminen voidaan yhdistää metsien sekä linja- että ympyräarviointiin, suorittamalla suunnitelman mukaan riittävä määrä havaintoja.

Kuva 4 esittää vanhan ja uuden indeksin keskinäistä suhdetta. Kivisyyden ollessa suuri, jolloin syvyysindeksi on pieni, ovat vanhan ja uuden indeksin väliset erot verraten pienet. Mitä vähäkivisemmille maille tullaan, sitä suuremmaksi niiden väliset erot tulevat, mutta myös sitä suuremmaksi tulee vanhan indeksin vaihtelu. Tähän vaikuttaa huomattavana tekijänä se, että usein painuman ollessa yli 40—50 cm painumista ei estä kivi, vaan maa on joko kuivuuden tai hienojakoisuuden tähden erittäin ko-



Kuva 3. Kivisyyden tutkimispaikat koealalla.
Fig. 3. Sites for investigating the stoniness on sample plots.

vaa, tai sitten voi olla vastassa kova pohjamoreeni. Tällaisessa tapauksessa tangon painuma riippuu usein hyvin huomattavasti tangon käyttäjän voimasta. Mitattaessa ohuen pintamaakerroksen, esim. 30 cm:n vahvuisen kerroksen syvyysindeksiä ei maan kovuus ole esteenä tangon painumiselle muualla kuin ehkä kovassa, jäykässä savessa, mutta sellaisella maalajilla ei painamismenetelmää koskaan käytetäkään.



Kuva 4. Kokonaissyvyysindeksin ja Si≷ 30 cm:n välinen suhde.
Fig. 4. Relation between the total depth index and Si ≷ 30 cm.

Uusi syvyysindeksi mittaa 30 cm:n paksuisen pintamaakerroksen kivisyyden. Mikäli tällä menetelmällä halutaan määrittää 30 cm:iä ohuemman tai paksumman maakerroksen kivisyys, ovat edellä mainittuja kivisyysluokkia vastaavat syvyysindeksit toiset kuin yllämainitut. Esim. mitattaessa 40 cm:n paksuisen maakerroksen kivisyys ovat kivisyysluokkien rajoina syvyysindeksit 28 ja 16 cm, mitattaessa 20 cm:n paksuisen maakerroksen kivisyys vastaavasti 14 ja 8 cm. On huomattava, että kaikista yksittäisistä havainnoista on aina jätettävä huomioon ottamatta se osa, joka ulottuu tutkittavaa maakerrosta syvemmälle. Käytännössä lienee parasta laittaa mittatankoon poikkipiena, joka estää tangon painumasta haluttua syvemmälle. Tämä on omiaan jouduttamaan kenttätyötä ja vähentämään virheitä syvyysindeksiä laskettaessa.

Menetelmän luonteesta johtuen ei painamismenetelmällä voida määrittää kovin paksun maakerroksen kivisyyttä. Kivi, joka estää tangon painumisen, voi olla niin pieni, että se ei ulotukaan tutkittavan maakerroksen alarajaan asti, ja mitä enemmän tällaisen kiven alaraja on tutkittavan maakerroksen alarajan yläpuolella, sitä suurempi virhe tulee mittauksessa. Todennäköisesti ei ole syytä tällä menetelmällä pyrkiä määrittämään 30—40 cm:iä paksumman maakerroksen kivisyyttä. Edellä osoitettiin myös, että virhe kivisyysmäärityksessä tulee suuremmaksi, kun määritetään ohuen maakerroksen kivisyys. Näin ollen näyttää siltä, että painamismenetelmä sopii parhaiten n. 30 cm:n paksuisen pintamaakerroksen kivisyyden määrittämiseen.

Kirjallisuusluettelo

Aaltonen, V. T., 1920. Über die Ausbreitung und den Reichtum der Baumwurzeln in den Heidewäldern Lapplands. Acta forest. fenn. 14.

Kalela, Erkki K., 1949. Männiköiden ja kuusikoiden juurisuhteista I. Summary: On the horizontal roots in pine and spruce stand I. Ibid. 57, 2.

Kivenheimo, V. J., 1947. Untersuchungen über die Wurzelsysteme der Samenpflanzen in der Bodenvegetation der Wälder Finnlands. Ann. bot. soc. zool. bot. Fenn. Vanamo, Tom. 22, 2.

Laitakari, Erkki, 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. Summary: The root system of pine *(Pinus silvestris)*. A morphological investigation. Acta forest. fenn. 33, 1.

Viro, P. J., 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil. Metsätiet. tutkimuslait. julk. (Comm. inst. forest. Fenn.) 35, 2.

—»— 1951. Nutrient status and fertility of forest soil. I. Pine stands. Selostus: Metsämaan ravinnesuhteet ja viljavuus. I. Männiköt. Ibid. 39, 4.

On the determination of stoniness

Summary

Introduction

In an earlier investigation (V i r o, 1947) the rod testing method was proposed for determining the stoniness of forest soil. The mean penetration of a 1 cm. thick rod on a given area is called the depth index (Si). The author has made 400 observations per hectare (about 160 per acre), according to a plan shown in fig. 3. (Circles indicate the places where the stoniness has been determined by the sifting method, dots those of rod testings). In practice, the determination of stoniness can be combined with both line and circular forest survey, by carrying out a sufficient number of observations according to a known plan. For scientific purposes, at least 140 observations per hectare must be carried out, for practical purposes 60 observations.

This method is best fitted for use on morainic soils. The method was developed when investigating the effect of stoniness on the yield capacity of pine stands. Later on, when investigating this question in spruce and birch stands, more knowledge of the determination of stoniness was acquired. This shows that the old rod testing method can be improved, and that this method can have a much wider application.

Depth index and stoniness

Earlier, the total penetration of the rod was considered, and compared with the results obtained when the stoniness of a 30 cm. thick surface layer was determined by the sifting method. Here it is shown that when calculating the depth index in pine stands, penetrations smaller than or equal to 30 cm. must be considered *in toto* but of deeper penetrations 30 cm. only. This index is marked Si $\overline{=}$ 30 cm. The depth to be analysed in spruce and birch stands will be the subject of a later paper.

With two groups of observations, made by different persons, it is shown that the stoniness can be determined very accurately with the rod testing method, whereas the sifting method readily gives too low a figure. In fig. 1, the observations in group I were made by the author, those in group II by his assistants.

The rod testing method is proposed as a universal method for determining the stoniness of morainic soils, on the grounds that it is accurate, speedy, and simple. The table on p. 13 shows the connection between depth index (Si $\overline{=}$ 30 cm.) and stoniness. When determining the stoniness of other soil layers, the limits for stoniness classes are different.

It is shown that the methods for determining stoniness give less accurate results when the soil layer examined becomes thinner. On the other hand, the rod testing method is not suited for determining the stoniness of thick soil layers. This method is considered most suitable for determining the stoniness of a surface soil layer about 30 cm. thick.

Further use of the depth index

The rod testing method can also be used for determining the stoniness of several successive soil layers. When calculating the depth index of successive soil layers, the individual observations must be taken into account in the way shown in the table on p. 11. However, seeing that the number of observations for a layer becomes smaller towards the deeper soil layers, this method gives best results as regards the uppermost soil layers.

The diminishing effect of stoniness on the yield capacity of pine stands has been established earlier. (As a measure of the yield capacity the height of the dominant tree at the age of 60 years is used). With the aid of the rod testing method one is able to ascertain which soil layer is the most important from the point of view of the yield capacity of a stand. Also, it enables one to establish what thickness of soil must be investigated. In pine stands the yield capacity on rich soils is mainly dependent on a fairly thin surface layer, whereas on poorer soils deeper layers are also important. Fig. 2 and the table on p. 10 show the significance of the thickness of the surface soil layer in pine stands, the table on p. 11 the significance of different soil layers.

Fig. 4 shows the relation between the total depth index and Si $\leqq$ 30 cm. The correlation is very close in stony soils, whereas in soils poor in stones, the deviation of the total index is considerable.

The mechanical composition and the depth index on sample plots 1 to 80 have been given earlier, those of sample plots 124 to 246 are presented in table 1, p. 19.

Taul. 1. Maan raekokoomus ja syvyysindeksit.
Table 1. Mechanical composition of soil and depth indices.

No.	Raekokoomus — *Mech. comp.*, %			Si, cm		
	> 20 cm	20—2 cm	< 2 cm	Kokonais-*Total*	Si ≦ 30	Si ≦ 15
[1] 124	28	23	49	16.6	14.8	10.8
	26	18	56			7.2
125	37	12	51	22.9	15.8	9.8
	40	11	49			11.5
126	28	8	64	19.1	14.4	8.8
	50	10	40			11.5
127	13	9	78	33.3	22.3	12.3
	11	5	84			13.2
128	11	8	81	34.0	20.2	11.4
	3	13	84			12.6
129	11	10	79	30.0	20.8	11.9
	10	15	75			12.8
130	14	11	75	22.5	19.4	12.4
	16	13	71			10.1
131	29	8	63	19.1	15.3	10.2
	45	6	49			8.9
132	68	4	28	15.9	13.1	9.0
	68	2	30			9.1
133	60	7	33	12.4	11.1	8.2
	71	3	26			7.8
134	27	6	67	15.6	13.8	9.6
	30	5	65			7.7
135	21	8	71	19.2	17.6	10.9
	28	6	66			11.0
136	21	9	70	19.2	16.4	11.5
	16	15	69			7.8
141	16	4	80	19.1	17.0	10.4
	23	8	69			11.4
142	18	6	76	21.1	14.8	9.1
	45	2	53			13.0
143	0	0	100	48.8	30.0	15.0
	0	1	99			15.0
144	0	0	100	40.6	29.9	15.0
	0	0	100			14.9
145	29	3	68	28.5	21.2	12.8
	35	3	62			10.8

[1]) Ylempi numerorivi tarkoittaa maakerrosta 0—15 cm, alempi 15—30 cm. — *Upper line of numbers refers to soil layer 0—15 cm, lower to 15—30 cm.*

Taul. 1 jatkoa — *Table 1 cont.*

No.	Raekokoomus — *Mech. comp.*, %			Si, cm		
	> 20 cm	20—2 cm	< 2 cm	Kokonais-*Total*	Si ≷ 30	Si ≷ 15
146	37	2	61	28.4	20.7	12.5
	38	5	57			11.3
147	7	5	88	21.3	19.2	11.9
	9	10	81			9.9
148	28	1	71	16.8	14.7	9.7
	35	3	62			9.3
149	43	4	53	13.9	13.4	9.6
	51	6	43			8.5
150	41	13	46	10.8	10.3	8.2
	43	11	46			5.3
151	9	3	88	22.8	19.5	12.2
	13	6	81			11.1
152	2	6	92	22.9	20.1	12.4
	59	2	39			10.7
153	23	8	69	13.4	13.0	8.5
	17	8	75			11.0
154	15	22	63	11.8	11.1	8.2
	17	18	65			8.1
155	0	4	96	20.3	19.3	11.9
	1	10	89			10.6
156	8	7	85	20.7	17.8	11.2
	8	6	86			10.8
157	0	4	96	18.4	17.8	11.7
	6	12	82			8.9
158	10	4	86	23.8	20.9	13.3
	16	12	72			9.4
159	25	11	64	18.4	15.7	9.7
	29	10	61			10.5
164	12	7	81	22.5	18.3	10.8
	19	21	60			11.5
165	19	3	78	19.7	14.6	8.6
	24	3	73			11.2
173	13	18	69	15.3	13.5	9.4
	7	23	70			9.5
174	0	2	98	47.0	26.7	14.1
	1	6	93			13.7
175	17	33	50	9.6	9.2	7.6
	14	33	53			5.7
176	0	3	97	42.6	24.9	13.8
	2	11	87			13.4

Taul. 1 jatkoa — *Table 1 cont.*

No.	Raekokoomus — *Mech. comp.*, %			Si, cm		
	> 20 cm	20—2 cm	< 2 cm	Kokonais- *Total*	Si ≷ 30	Si ≷ 15
177	26	2	72	43.4	27.1	14.2
	27	6	67			14.0
178	0	1	99	41.0	26.0	14.0
	0	7	93			13.3
179	26	5	69	15.8	15.3	10.4
	39	7	54			8.6
180	44	6	50	12.6	12.6	9.5
	50	9	41			6.9
181	15	5	80	19.3	15.6	10.6
	33	4	63			8.6
182	0	0	100	32.5	27.5	15.0
	0	0	100			12.6
183	25	14	61	10.7	10.6	8.7
	23	14	63			5.8
184	32	15	53	10.2	9.6	7.8
	50	11	39			5.6
185	20	9	71	11.4	11.3	8.9
	12	11	77			6.0
186	39	6	55	16.6	15.0	10.7
	37	4	59			8.1
187	20	8	72	9.0	8.9	7.3
	16	9	75			7.4
188	34	13	53	14.5	13.0	10.0
	29	7	64			6.1
189	10	13	77	19.2	17.4	11.9
	0	18	82			8.1
210	5	15	80	20.6	16.8	10.5
	6	11	83			10.9
211	4	20	76	16.5	14.0	10.0
	2	11	87			8.0
212	16	25	59	8.1	8.1	6.9
	22	18	60			5.0
213	23	12	65	22.0	16.3	10.0
	35	9	56			10.7
214	32	5	63	33.0	18.3	11.2
	28	9	63			12.0
215	25	7	68	21.9	16.2	11.0
	21	14	65			7.2
216	16	4	80	17.6	14.7	9.8
	28	9	63			9.3

Taul. 1 jatkoa — *Table 1 cont.*

No.	Raekokoomus — *Mech. comp.*, %			Si, cm		
	> 20 cm	20—2 cm	< 2 cm	Kokonais-*Total*	Si ≷ 30	Si ≷ 15
217	27	5	68	30.6	21.0	11.8
	31	5	64			10.7
218	23	3	74	32.2	18.1	10.2
	22	5	73			12.5
219	4	4	92	27.8	20.1	11.5
	4	5	91			11.3
220	6	3	91	38.7	19.9	11.0
	19	6	75			12.8
222	34	8	58	21.1	17.4	11.3
	45	9	46			10.0
223	39	12	47	16.7	16.0	11.3
224	42	14	46	11.8	11.0	8.8
	30	21	49			5.1
225	34	16	50	12.0	10.9	8.1
	15	10	75			7.0
226	27	10	63	22.8	19.3	11.6
	13	9	78			9.7
227	16	6	78	32.3	22.5	13.0
	17	7	76			11.4
228	0	6	94	36.8	22.4	14.1
	5	6	89			11.3
229	8	10	82	33.9	23.6	13.6
	17	10	73			11.6
230	11	8	81	31.6	22.4	11.3
	7	8	85			11.5
231	3	6	91	27.7	21.6	13.0
	25	10	65			10.5
232	45	0	55	57.4	25.2	12.1
233	0	1	99	63.0	28.7	14.9
	6	1	93			14.3
234	0	3	97	54.0	27.6	14.7
	0	1	99			13.5
235	3	4	93	46.1	25.0	13.8
	5	2	93			12.4
236	1	4	95	33.5	25.4	13.4
	0	5	95			11.3
237	3	3	94	33.4	24.2	14.0
	0	4	96			11.1

Taul. 1 jatkoa — *Table 1 cont.*

No.	Raekokoomus — *Mech. comp.*, %			Si, cm		
	> 20 cm	20—2 cm	< 2 cm	Kokonais-*Total*	Si ≷ 30	Si ≷ 15
238	9	12	79	15.3	14.4	10.9
	18	13	69			6.6
239	8	17	75	19.7	17.8	12.0
	9	15	76			7.9
240	3	5	92	28.4	21.6	12.1
	13	7	80			10.7
241	6	23	71	16.8	12.6	8.8
	4	8	88			8.7
242	19	13	68	12.7	10.9	7.4
	24	9	67			5.8
243	9	11	80	20.3	16.7	11.2
	12	18	70			8.9
244	15	19	66	14.6	13.8	9.3
245	12	13	75	20.6	16.5	10.8
246	18	6	26	18.3	12.4	9.3

PUIDEN KASVUSTA JA SEN MÄÄRITTÄMISESTÄ HARSINTAMÄNNIKÖISSÄ

AARNE NYYSSÖNEN

ON TREE GROWTH AND ITS ASCERTAINMENT IN SELECTIVELY CUT SCOTS PINE STANDS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	3
Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmä	5
Harsintahakkauksen vaikutus kasvun jakaantumiseen rungon eri korkeuksille	7
Pystypuiden kasvunlaskentataulukoiden luotettavuus harsintamänniköissä	13
Kirjallisuutta	17
Summary	19

Johdanto

Kasvatusikäisissä, ainakin likimain täystiheissä metsiköissä puiden vuosiluston leveys yleensä suurenee latvaan päin. Sen osoittavat havainnollisesti esim. seuraavat mäntyä koskevat Ilvessalon[1]) luvut, joita laskettaessa rinnankorkeudelta mitattu vuosiluston leveys on merkitty luvulla 1.00.

Kapenemisluokka		Sädekasvu	
$d_{1.3}$—$d_{6.0}$	4	8	12
		m:n korkeudella	
2—3	1.11	1.40	1.78
4—5	1.06	1.20	1.42
6—7	1.02	1.16	1.34
8—10	1.04	1.11	1.13

Paksuuskasvu siis suurenee latvaa kohti sitä enemmän, mitä solakampia puut ovat. Myöhemmällä iällä kasvu luonnollisesti tasaantuu rungon eri osissa.

Hakkaukset ja eräät muut tekijät, kuten myrskyvahingot, aiheuttavat tähän kasvun yleiseen kulkuun tiettyjä muutoksia. Poimintoina sitä koskevista tutkimuksista mainittakoon, että Fahlcrantz (1901, s. 133) on todennut väljennyshakkauksen vaikutuksesta runkomuodon huononevan paksuuskasvun maksimin siirtyessä hakkauksen jälkeisenä aikana rungon tyviosaan. Samantapaisia ovat Kalelan (1934, ss. 7—8) havainnot eräällä myrskytuhoalueella sekä mm. Petrinin (1937, s. 571), Näslundin (1942, s. 106), Wiedemannin (1948, s. 201) ja Sirenin (1952, s. 9) tutkimusten tulokset erilaisten vahvojen hakkausten vaikutuksista. Sen sijaan Nyblom (1927) tutkiessaan kokonaan vapautettujen puiden muodon muuttumista ei ole havainnut sen huononevan tavallisiin muotoluokkiin kuuluvissa puissa. Hagberg (1942), joka melko perusteellisesti selvittelee näitä kysymyksiä, tulee taas siihen tulokseen, että vahvat hakkaukset vaikuttavat aina muotoa huonontavasti: joko hakkaus kiirehtii ennen sitä käynnissä

[1]) Käsikirjoitus metsänarvioimisen oppikirjaan.

olevaa muodon huononemista tai heikontaa ennestään tapahtuvaa muodon paranemista. Epäilemättä aivan oikein Hagberg korostaa, että hakkausreaktioita tutkittaessa on oltava tietoinen siitä, miten kehitys tapahtuisi ilman hakkausta, ja että metsikön eri kehitysluokkiin kuuluvia puita on tarkasteltava erillisinä. Vielä mainitsevat Chapman ja Meyer (1949, s. 355) eräisiin amerikkalaisiin tutkimuksiin viitaten, että vapauttavan hakkauksen jälkeen kasvu jakaantuessaan jäljellä oleviin runkoihin pyrkii tekemään ne muodoltaan enemmän normaaleiksi. Kuitenkin kasvu lisääntyy erikoisesti puun tyvellä tuulenpaineen kasvamisen takia.

Tavanomaiset pystypuiden kasvunlaskentamenetelmät perustuvat yleensä rinnankorkeudelta otetusta kairanlastusta mitattavaan sädekasvuun sekä lähinnä pituuskasvun perusteella arvioitavaan muotokorkeuden kasvuun. Edellä selostettujen tutkimusten nojalla tällainen kasvun laskenta saattaa näyttää jonkin verran epämääräiseltä tehtävältä esim. poikkeuksellisen vahvasti harsituissa metsiköissä. Niissä tutkimuksissa, joita Suomen Akatemian ja Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen toimesta on näinä vuosina suoritettu eri tavoilla käsiteltyjen metsiköiden kehityksestä, on pidetty tarpeellisena erikseen tutkia kasvun jakaantumista rungon eri osiin ja pystykoepuiden avulla saadun kasvun luotettavuutta. Siinä mielessä selvitetään seuraavassa tuloksia niistä tutkimuksista, joita suoritettiin edellä mainittua tarkoitusta varten eräissä tyypillisissä harsintamänniköissä syksyllä v. 1951.

Tässä yhteydessä pyydän lausua parhaat kiitokset esimiehelleni, Suomen Akatemian jäsenelle, professori Yrjö Ilvessalolle. Hän on ystävällisesti järjestänyt minulle tilaisuuden nyt julkaistavien osatutkimusten suorittamiseen sekä tarkastettuaan käsikirjoitukseni antanut sen johdosta arvokkaita ja varteenotettuja neuvoja.

Tutkimusaineisto ja tutkimusmenetelmä

Tutkimusmetsiköiksi valittiin 4 tasaikäistä puolukkatyypin männikköä, joista lähinnä kantojen sekä rinnankorkeudelta otettujen kairanlastujen perusteella voitiin havaita, että metsiköt olivat aiemmin olleet verraten tiheitä, mutta sitten hakattu vahvasti määrämittaan joko yhdessä tai useammassa erässä. Tietenkin hakkauksista täytyi olla kulunut riittävästi aikaa, jotta niiden aiheuttamat reaktiot olivat näkyvissä. Muutamat metsiköt olivat olleet miltei rauhassa hakkauksilta sanotun voimakkaan toimenpiteen jälkeen. Seuraavassa luetellaan eräitä näitä metsiköitä kuvaavia tietoja.

K o e a l a 1. Sijaitsee Lappeella. Mittaushetkellä metsikön ikä 56 v., kuutiomäärä 110 m^3/ha; valtapuuston pohjapinta-ala 9.2 m^2/ha; epätasaista, aukkoista, »sekavan» näköistä. Hakattu vv. 1942—43 (metsikön ollessa silloin 47 v:n ikäinen) n. 50 m^3/ha.

K o e a l a 2. Parikkala. Ikä 70 v.; kuutiom. 160 m^3/ha; valtap. pohjapinta-ala 13.8 m^2/ha; jossain määrin epätasaista ja aukkoista, tervettä, nyt hyvin kasvuisan näköistä. Hakattu erittäin vahvasti vv. 1923—28 (ikä silloin n. 45 v.), vaikka määrää ei ole voitu selvittää. Lisäksi hakattu kunnostaen v. 1948 (67 v.) 40 m^3/ha.

K o e a l a 3. Hankasalmi. Ikä 81 v.; kuutiom. 90 m^3/ha; valtap. pohjapinta-ala 8.5 m^2/ha; epätasaista, »repaleista», teknilliseltä laadultaan tyydyttävää. Hakattu useina vuosina n. v:n 1929 tienoilla ja aiemminkin (ikä silloin n. 59 v.), vaikka hakkuumäärää ei ole voitu selvittää. Lisäksi hakattu v. 1939 (69 v.) 40 m^3/ha, v. 1944 (74 v.) 30 m^3/ha ja v. 1949 (79 v.) 15 m^3/ha.

K o e a l a 4. Rautjärvi. Ikä 92 v.; kuutiom. 100 m^3/ha; valtap. pohjapinta-ala 8.9 m^2/ha; harvaa, osaksi yksittäistä ja osaksi ryhmittäistä, teknilliseltä laadultaan täysin tyydyttävää. Hakattu v. 1931 (ikä silloin 72 v.) vähintään 110 m^3/ha sekä kunnostaen v. 1945 (86 v.) 35 m^3/ha.

Jokaisesta tutkimusmetsiköstä valittiin 6—8 koepuuta pitämällä silmällä ennen muuta niiden jakaantumista läpimittaluokkiin siten, että ne tulivat edustamaan mahdollisimman tasasuuria kuutiomääriä. Koepuut koetettiin saada jakaantumaan myös eri latvuskerroksiin ja koealan eri puolille sekä vielä pyrittiin saamaan yksittäiset puut ja puuryhmät sopivasti edustetuiksi niin hyvin kuin se oli mahdollista näin pienen koepuumäärän puitteissa.

Kunkin koepuun asemasta naapuripuihin nähden sekä latvuksen ulkonäöstä tehtiin lyhyt kuvaus. Myös latvuskerros merkittiin muistiin, sikäli kuin se voitiin arvostella. Vielä suoritettiin havaintoja lähiympäristössä olevista kannoista. Tämän jälkeen puu kaadettiin, luettiin vuosilustojen määrä kannosta ja merkittiin muistiin vihreän latvuksen alkamiskohta (vrt. Lönnroth 1925, s. 103, alamuist. 2) mitattuna juurenniskalta lähtien. Puun tultua karsituksi mitattiin lisäksi puun pituus sekä oksakiehkurain perusteella vuosikasvainten pituudet niin pitkälle taapäin kuin mahdollista. Runkoon merkittiin vielä kairauskohdat, joista sitten otettiin myös läpimitta 1 mm:n tarkkuudella sekä suoritettiin kuoren mittaus kahdelta vastakkaiselta puolelta.

Mittauskohdat olivat yli 12 m:n pituisissa puissa juurenniskalta lähtien seuraavat: 0.5, 1.3, 2, 4, 6 . . .m sekä lisäksi latvakappaleen puolivälistä. Sanottua lyhyemmät puut taas analysoitiin 1 m:n pätkissä. Tällaisia mittauspätkiä on meillä paljon käytetty (vrt. esim. Ilvessalo 1932, s. 34), ja tarkkuudeltaan näin saatavat tulokset vastannevat ainakin niitä, joita saadaan käyttämällä esim. Petrinin (1948, s. 28) suosittelemaa mittauspätkien lukua. Tosin puun varhaisempi kuutiomäärä, joka analyysin perusteella selvitetään, voi näin tulla jossain määrin epävarmasti määritetyksi puun silloisen lyhyyden takia. Tässä tutkimuksessa ovat kuitenkin kuutiomäärien erot tärkeämpiä kuin itse kuutiomäärät, ja nuo erot tullevat kuvatulla tavalla riittävän tarkasti selvitetyiksi.

Lopuksi otettiin kasvukairalla lastu jokaisesta mittauskohdasta kahdelta vastakkaiselta puolelta. Kairaus suunnattiin ydintä kohti ja niin syvälle, että kuhunkin lastuun tuli vähintään 30 vuosilustoa, mikäli ydin ei ollut sitä ennen. Lastuihin merkittiin ilmansuunta sekä kairauskorkeus, ja ne talletettiin sopiviin koteloihin aaltopahvipalasten väliin.

Sädekasvu mitattiin lastuista sisätyönä, kukin lusto erikseen, Mikolan (1950, ss. 14—17) selostamien periaatteiden mukaisesti. Näihin mittauksiin nojautuen saatiin selville mm. puun kuoreton läpimitta eri korkeuksilla 5, 10, 15 jne. vuotta sitten. Niiden perusteella voitiin laskea kuorettoman puun kapenemisluvut, joita kuorellisiksi muunnettaessa käytettiin hyväksi koepuiden kuorenmittauksia sekä Metsätieteelliseen tutkimuslaitokseen aiemmin, lähinnä kestokoealojen mittauksen yhteydessä kertyneitä havaintoja. Vuosikasvainten avulla sekä käyttämällä kairauksia tarkistukseen saatettiin arvioida puun pituus vastaavina ajankohtina. Kun myös sädekasvu rinnankorkeudella ja pituuskasvu tulivat samalla 5-vuotisjaksottain selvitetyiksi, voitiin saada kunkin puun kuutiokasvusadannes Ilvessalon (1948) taulukoista. Tätä lukua verrataan jäljempänä jaksoittain puun yksikkökuution sekä yksikkökuutioiden erotusten perusteella laskettuihin »todellisiin» kasvusadanneksiin.

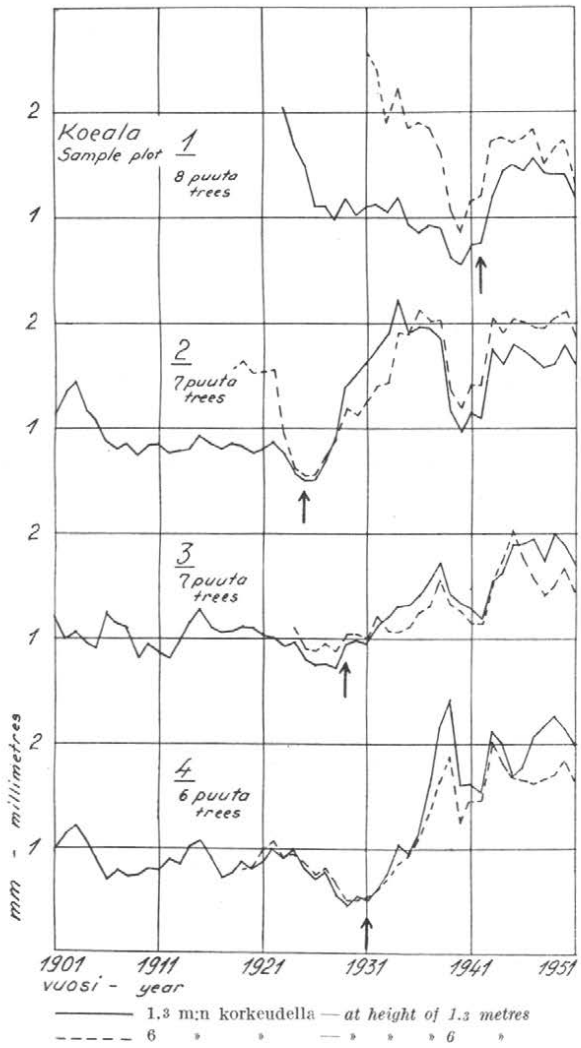
Harsintahakkauksen vaikutus kasvun jakaantumiseen rungon eri korkeuksille

Rinnankorkeudelta suoritettuihin kairauksiin perustuvaa sädekasvun viimeaikaista kulkua valaistaan kuvassa 1, jossa esitetään kunkin metsikön koepuiden vuosilustojen keskimääräinen leveys sekä hakkausten edellisenä että niiden jälkeisenä aikana. Se vuosi, johon ensimmäinen todella merkitsevä toimenpide on lähinnä kohdistunut, on osoitettu nuolella.

Ennen hakkausta näyttää sädekasvun yleissuunta olleen kaikissa tutkimusmetsiköissä laskeva, vaikka kasvun kulussa onkin havaittavissa vuotuista ja jaksoittaista heilahtelua puoleen ja toiseen luonnollisen, ensi sijassa ilmastollisista syistä aiheutuvan vaihtelun johdosta. Hakkausta on kaikissa metsiköissä seurannut selvä sädekasvun toipuminen, joka tosin esim. koealalla 1 sattuu yhteen luonnostaan suotuisain kasvuvuosien kanssa. Varsinkin koealoilla 2 ja 4 reaktio on ollut suhteellisesti hyvin voimakas. Niillä sädekasvu näyttää nousseen joksikin aikaa ehkä noin kolminkertaiseksi hakkauksen edelliseen tasoon verrattuna. Juuri tällaisia selvästi reagoineita metsiköitä voitaneen pitää sopivimpina tutkittaessa kasvun jakaantumista rungon eri osiin harsintametsiköissä.

Kuvaan 1 on koepuiden keskiarvoina piirretty myös 6 m:n korkeudella tapahtuvan sädekasvun kulkua kuvaavat murtoviivat. Niiden avulla saadaan yleiskäsitys siitä, miten kasvu ylempänä rungossa on jaksanut seurata rinnankorkeudella havaittua voimakasta reaktiota. 6 m:n korkeudella tapahtuvaa kasvuahan pidetään yleensä erityisen huomion arvoisena, sillä sehän sattuu taloudellisesti tärkeän ja usein rungon kuutiomäärästä suurimman osan käsittävän »ensimmäisen tyvitukin» latvapäähän.

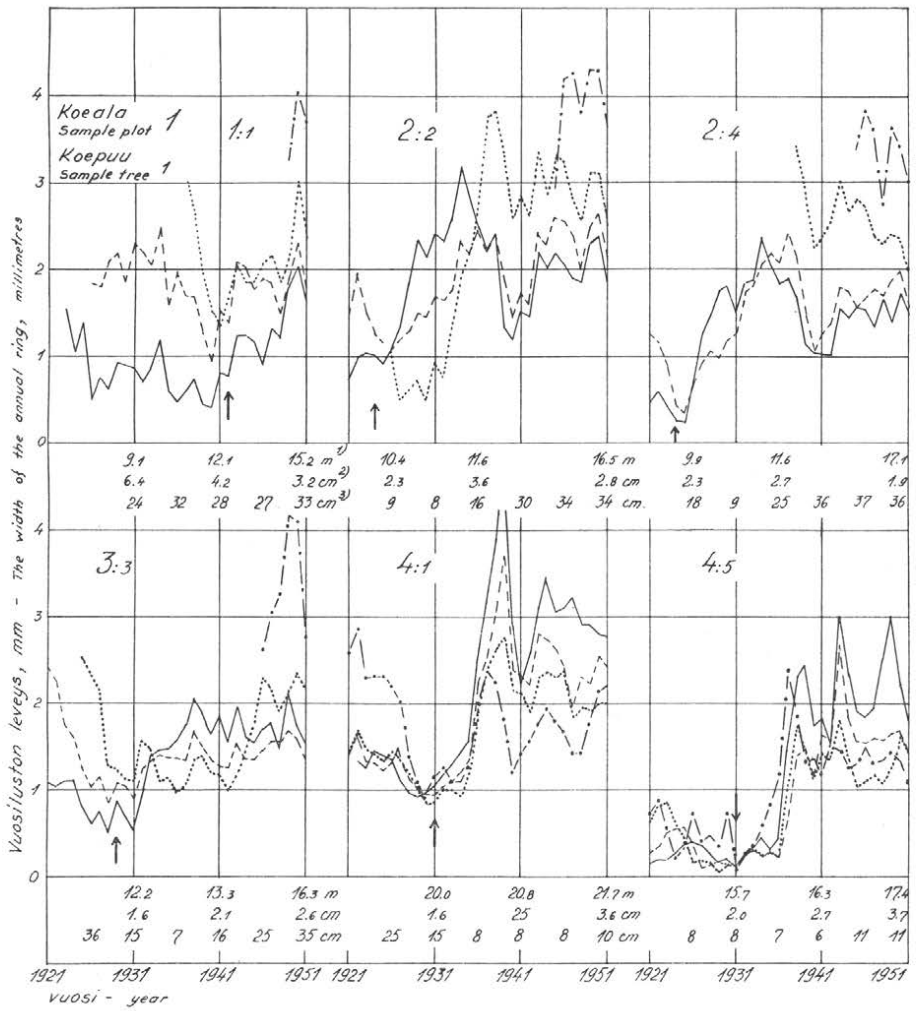
Kuvasta 2 taas nähdään esimerkkejä kasvun kohdistumisesta rungon eri korkeuksille yksityisissä koepuissa. Kasvun suuruutta kuvaavien murtoviivojen alapuolella on mainittu tarkastelun helpottamiseksi koepuun pituus ja kuoreton kapeneminen ($d_{1.3}$—$d_{6.0}$) eräinä ajankohtina sekä keskimääräinen vuotuinen pituuskasvu kunakin päättyneenä 5-vuotisjaksona. Tällaiset murtoviivat on alkuaan piirretty koko koepuujoukolle, mutta niitä kaikkia ei tässä voida julkaista tilanpuutteen takia.



Kuva 1. Vuosilustojen keskimääräinen leveys eri koealoilla.
Fig. 1. The average width of the annual rings on different sample plots.

Huomattakoon että kaikkien koealojen kasvussa v:n 1940 vaiheilla esiintyvä painuma johtuu lähinnä ilmastollisista syistä (vrt. Mikola 1950, kuva 16). Nämä ilmastolliset vaihtelut näyttävät tapahtuvan rungon eri korkeuksilla hyvin saman kaltaisina. Kuitenkin vaihtelut tapahtuvat ainakin absoluuttisesti suurimpina niissä rungon osissa, joihin kasvun painopiste kulloinkin suuntautuu.

Aluksi selvittää koealojen 1 ja 2 keskinäinen vertailu eräitä mielenkiintoisia seikkoja. Molemmissa metsiköissä hakkaukset on toimitettu kutakuinkin samalla iällä, ts. metsiköiden ollessa n. 45 v. vanhoja. Kuitenkin hakkausreaktiot ovat olleet varsin erilaisia. Kasvu rinnankorkeudella on toipunut molemmissa, mutta koealalla 2 kuitenkin suhteellisesti enemmän kuin koealalla 1. 6 m:n korkeudella kasvu jälkimmäisellä koealalla on hyvin mukaillut rinnankorkeudelta mitattua kasvua pysytellen jatkuvasti tätä suurempana. Näiden kasvujen välinen, aiemmin verraten suuri suhteellinen ero tosin näyttää jatkuvasti pienenevän, mutta tämän ei voi sanoa kuvan 1 perusteella olevan ainakaan selvästi hakkauksen seurausta. Koealalla 2 taas ylempää mitattu kasvu ei ole jaksanut seurata rinnankorkeudella hakkauksen jälkeen alkanutta ripeää nousua, vaan on jäänyt tämän alempaa mitatun kasvun jälkeen miltei koko toipumiskaudeksi. Vähitellen se kuitenkin on tämän tavoittanut ja pysynyt sittemmin sitä suurempana.



1) Puun pituus — *The height of the tree (in metres)*
2) Kapeneminen ($d_{1.3}$-$d_{6.0}$) kuoretta — *The taper ($d_{1.3}$-$d_{6.0}$) excluding bark (in centimetres)*
3) Keskimääräinen vuotuinen pituuskasvu päättyneenä 5-vuotisjaksona — *The average annual height growth during the past 5-year period*

Nuoli osoittaa hakkausvuoden — *The arrow points the year of cutting*

Kuva 2. Esimerkkejä koepuiden vuosilustojen kehityksestä.
Fig. 2. Examples on development of the annual rings of sample trees.

Haettaessa syytä metsiköiden väliseen eroon on muistettava, että puusto koealalla 1 on esim. v. 1931 ollut melko huonomuotoista. Niinpä

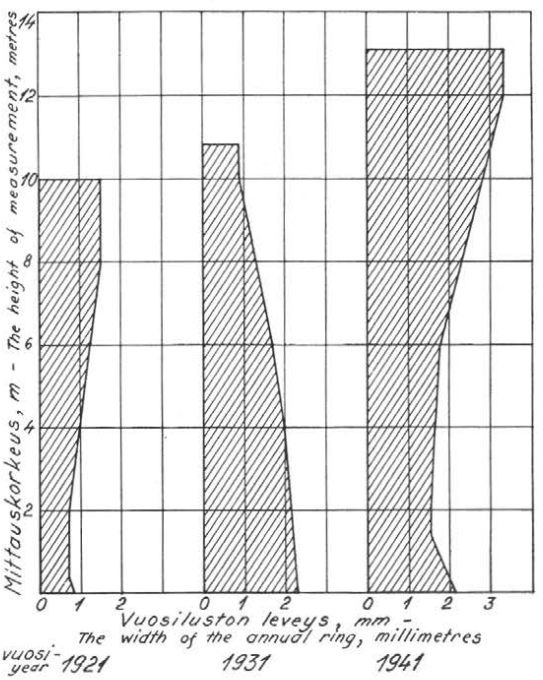
koepuiden keskipituus tällöin oli vajaat 9 m ja keskikapeneminen kuoretta 5.3 cm. Sen jälkeen aina mittaushetkeen saakka on metsikössä pituuskasvu jatkunut verraten voimakkaana, jota osoittavat myös kuvassa 2 esimerkkinä olevan puun alapuolella näkyvät luvut. Samalla on muodon paranemista tapahtunut. Niinpä v. 1951 keskipituus oli 13.7 m ja kapeneminen keskimäärin 3.0 cm. Muodon paranemista ei näytä edes metsikössä suoritettu hakkaus kyenneen tuntuvasti hillitsemään. Luonnollisesti 50 m^3:n poisto on merkinnyt paljon verraten vähäpuustoisessa metsikössä, mutta kun metsikkö ei ole ollut kovin tiheä ennen hakkausta, on myös sen jälkeen toipunut kasvu jakaantunut jäljelle jääneissä puissa eri korkeuksille entiseen tapaansa.

Koealalla 2 puusto on ensimmäisen hakkauksen aikoihin ollut huomattavasti parempimuotoista kuin edellä selostetussa metsikössä. Niinpä v. 1926 koepuiden keskipituus oli 9.3 m sekä kapeneminen kuoretta keskimäärin 2.7 cm. Niinkuin jo aiemmin on käynyt ilmi, on hakkaus tällä koealalla ollut suhteellisesti paljon voimakkaampi kuin edellisellä. Niin ollen on nyt puheena olevan koealan verraten hyvämuotoinen puusto joutunut oleellisesti erilaiseen asemaan hakkauksen jälkeen, ja seurauksena siitä on ollut tasapainon rakentuminen rungon eri osien välille uusia olosuhteita vastaavasti siten, että tämä on tiennyt ensi sijassa puun tyviosien vahvistumista. Noin v:n 1935 tienoilla tuo vaihe näyttää olevan ohi ja kasvun painopiste työntyy ylemmäksi rungossa, samalla kun metsikkö saa olla uusilta hakkauksilta rauhassa. Kasvun kulku kuvassa 2 esimerkkeinä näkyvissä puissa osoittaa, että reaktio tapahtuu rungossa myös 6 m:n korkeutta ylempänä.

Pituuskasvu sekä paksuuskasvu rungon ylemmissä osissa näyttävät koealalla olevan hyvin läheisessä riippuvaisuussuhteessa toisiinsa. Kuvasta 2 käy ilmi, että pituuskasvu on ollut hyvin heikkoa vuodet 1927—31 käsittävänä mittausjaksona, jolloin paksuuskasvun keskittyminen koepuiden tyviosaan on ehkä kaikkein selvintä. Sitten pituuskasvu toipuu voimakkaasti ja sitä seuraa paksuuskasvu ylempänä rungossa. Pituuskasvun heikkous useimmissa koepuissa analyysiajan alkupuolella viitannee siihen, että nämä ovat olleet vahvojen harsintojen tapahtuessa silloisen metsikön heikoimpia, kehityksessään toisista jälkeen jääneitä yksilöitä. Toisaalta pituuskasvun heikkous saattaa osaksi olla myös hakkausten seurausilmiö: ulkonaisten olojen äkkiä muuttuessa saattavat seuraukset, ainakin ohimenevästi, näkyä myös jäljelle jääneiden puiden pituuskasvun hidastumisena (vrt. esim. S a r v a s 1944, s. 75).

Koealametsiköissä 3 ja 4 on vahvat hakkaukset suoritettu metsiköiden ollessa edellä selostettuja vanhempia. Niiden puusto on ollut ensimmäisten hakkausten tapahtuessa melko hyvämuotoista. Niinpä koepuiden keskipituus edellisessä metsikössä oli v. 1931 14.1 m ja

keskikapeneminen kuoretta 2.0 cm, jälkimmäisen vastaavien lukujen samana vuonna ollessa 17.4 m ja 2.1 cm. Kun kapenemisluvut ovat näin pieniä, on hyvin todennäköistä, että 6 m:n sekä 1.3 m:n korkeudelta mitatut kasvut olisivat pysyneet ainakin jonkin aikaa kutakuinkin samansuuruisina, ellei hakkauksia metsiköissä olisi toimitettu. Näin näyttää koealalla 4 tapahtuneen jo jonkin aikaa ennen hakkausta. Hakkausten seurauksena kasvu molemmissa metsiköissä on voimistunut eniten puun tyvellä. Kuvan 1 perusteella kasvu näyttää tasaantuneen vuosien 1942—44 tienoilla, mutta ehkä huomattavaksi osaksi uusien hakkausten ansiosta jälleen viimeisenä 5-vuotisjaksona tulleen tyvellä suuremmaksi.



Kuva 3. Vuosiluston leveys koealan 2 koepuussa 2.
Fig. 3. The width of the annual ring of Sample Tree 2 on Sample Plot 2.

Kuvaan 2 tutkimusmetsiköiden 3 ja 4 koepuista näytteiksi piirretyt murtoviivat vahvistavat tässä saatua käsitystä kasvun yleisestä jakaantumisesta näissä metsiköissä. Voimakkaat rungon alaosassa tapahtuvat reaktiot näkyvät ylempänä usein huomattavasti vaimeampina.

Edellä tapahtuneen tarkastelun perusteella voidaan todeta, että täystiheässä metsikössä suoritetun vahvan harsinnan johdosta kasvun jakaantuminen rungon eri osiin muuttuu. Hyvin tyypillisessä muodossa tätä muutosta valaisee kuva 3, jossa kaavamaisesti esitetään vuosiluston paksuus rungon eri osissa koealan 2 koepuussa 2 kolmena eri ajankohtana 10 vuoden väliajoin. Palautettakoon mieleen, että metsikköä on hyvin vahvasti harsittu v:n 1925 tienoilla ja se sittemmin on saanut olla suurin piirtein hakkauksilta levossa, lukuun ottamatta muutama vuosi sitten suoritettua vähäistä kunnostusta. Kuvasta näkyy selvästi hakkauksen aiheuttama kasvun maksimin siirtyminen rungon tyviosaan sekä palautuminen jälleen entisen kaltaiseksi.

Läheskään aina hakkausreaktio ei kuitenkaan ole niin selvä kuin kuvasta 3 näkyy. Esim. vanhassa metsikössä vuosiluston paksuus voi

jo ennen hakkausta pienetä latvaan päin. Tällöin hakkauksen seurauksena on ehkä vain tämän piirteen tuleminen entistä selvemmäksi. Jos taas metsikön kapenemisluvut ovat aiemmin olleet hyvin suuria ja muodon paraneminen on päässyt hyvään vauhtiin, voi verraten vahvakin hakkaus saada aikaan vain tämän kehityksen hidastumisen joksikin ajaksi.

Hakkauksen jälkeen odotettavissa olevaan muodon huononemiseen vaikuttaa olennaisesti hakkauksen suhteellinen vahvuus. Vahvaa hakkausta seuraa yleensä voimakas kasvureaktio, ja silloin on myöskin muodon huononeminen selvempää kuin lievän hakkauksen ollessa kysymyksessä (vrt. Hagberg 1942, s. 40). Esim. kuvassa 2 näkyvissä tapauksissa kasvureaktio on yleensä ollut voimakas ja sen johdosta myöskin hakkauksen aiheuttamat muutokset kasvun keskittymiseen selvästi havaittavissa.

Puun asema metsikössä vaikuttaa luonnollisesti paljon kasvureaktioon. Vaikka metsikkö yleensä olisi harvaksi hakattua ja puuston muodon huononeminen sille luonteenomaista, voi joistakin puuryhmistä analysoitujen puiden kehitys olla yleiskuvasta tuntuvasti poikkeavaa. Esimerkkinä siitä voidaan mainita koealan 4 koepuu 4. Kun muiden koepuiden keskimääräinen kuoreton kapeneminen on viimeisten 20 vuoden aikana suurentunut 2.1 cm:stä 3.4 cm:iin, on ko. puun kapeneminen pienentynyt 2.0 cm:stä 1.9 cm:iin. Kuten aiemmin (s. 5) on mainittu, kiinnitettiin ko. seikkaan huomiota koepuita valittaessa ja koetettiin ne saada tässäkin mielessä koko metsikköä edustaviksi.

Niinkuin edellä on käynyt ilmi, näyttää puuston muoto hakkaushetkellä olennaisesti vaikuttavan hakkauksen jälkeiseen kasvun jakaantumiseen: mitä parempi muoto on, sitä nopeampaa on sen huononeminen hakkauksen jälkeen (vrt. Hagberg m. t., s. 40; Näslund 1942, s. 66 ja kuva 17). Vahvasti harsituissa metsiköissä muodon huononeminen siten on tavallisesti nopeampaa kuin muuten käsitellyissä. On näet huomattava, että harsinnat yleensä kohdistuvat suhteellisesti voimakkaimpina päävaltapuihin, ja että esim. luonnonnormaaleissa männiköissä muoto paranee alempiin latvuskerroksiin päin (Lönnroth 1925, s. 234 ja kuva 50). Harsintahakkauksissa jäävät täten jäljelle keskimääräistä solakammat ja heikommat yksilöt, jotka aluksi vahvistavat ensi sijassa tyveään.

Kokonaisuudessaan on tässä kuvaillut hakkausten aiheuttamat muutokset kasvun jakaantumisessa rungon eri korkeuksille tulkittava eräänlaisiksi tasapainoreaktioiksi (vrt. Eklund 1942, s. 308), joiden lakimääräisyyttä ja syitä mm. tunnettu tuulenpaineteoria (Metzger 1893) selvittelee.

Pystypuiden kasvunlaskentataulukoiden luotettavuus harsintamänniköissä

Metsikön kasvun selvittämiseksi tarvittavien koepuiden lukumäärä riippuu metsikön laadusta ja tulokselta vaadittavasta tarkkuudesta. Niin pieni koepuumäärä kuin nyt tutkituissa metsiköissä on analysoitu, on kuitenkin yleensä riittämätön kasvun tutkimiseksi. Mutta on muistettava, että näissä metsiköissä varsinaisesti on mitattu 25—35 pystykoepuuta kasvun laskentaa varten. 6—8 analyysipuuta on tarkoitettu vain osoittamaan, mihin suuntaan suuremman koepuumäärän perusteella saatua tulosta mahdollisesti olisi korjattava. Tässä tutkimuksessa nämä analyysipuut sen sijaan muodostavat oman itsenäisen tarkastelukohteensa.

Taulukoissa 1—4 esitetään 5 vuoden mittausjaksoittain koepuiden viimeaikaisten kuutiokasvusadannesten kehitys. Nämä sadannekset on laskettu samaan menetelmään pohjautuen, jota Ilvessalo on käyttänyt laatiessaan »Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukoissa» s. 144 olevan muotokorkeuden kasvusadannestaulukon lukusarjoja. Taulukoista 1—4 näkyy myös, kuinka paljon kasvunlaskentataulukoita käyttäen saatu sadannesluku on »todellista» sadannesta suurempi tai pienempi.

Nyt esitettäviin taulukkoihin on laskettu myös koepuiden keskimääriä osoittavat sadannekset runkoluvulla punnittuina aritmeettisina keskiarvoina. Näin saatuja lukuja voidaan tässä käyttää tarkasteltaessa metsiköittäin, miten oikeita tuloksia pystykoepuiden avulla on saatu. Tietenkään nämä yksinkertaiset keskiarvot eivät sellaisinaan ole metsikön sadanneksiksi sopivia, sillä huolellisessakaan silmävaraisessa valinnassa ei ole takeita siitä, että verraten vähälukuiset koepuut tulisivat edustamaan oikein eri kuutiopainoluokkia. Mutta laskemalla taulukoista otettujen sekä todellisten kasvusadannesten keskiarvot erikseen runkolukua sekä kuutiomäärää painolukuna käyttäen, nähtiin runkoluvulla punnittujen keskiarvojen poikkeavan kuutiomäärällä punnituista saman verran muissa tutkimusmetsiköissä paitsi koealalla 4, jossa vähäinen ero oli havaittavissa. Taulukoissa näkyvät keskiarvot kuvannevat siten metsikölle pystykoepuita käyttäen saadun sekä analyyseihin perustuvan tuloksen erotuksen suunnan ja suuruusluokan likimain oikein. Huomat-

Taulukko 1. Koealan 1 kuutiokasvusadannekset 5-vuotisjaksoittain.
Table 1. The volume growth percentages by 5-year periods on Sample Plot 1.

Koepuun numero *The number of the sample tree*	Mittausjakso — *The measuring period*				
	1927—31	1932—36	1937—41	1942—46	1947—51
	Todellinen kasvusadannes ± taulukkoarvon eroavuus siitä *The actual growth percentage ± the difference of the table value from it*				
1	4.8 —0.3	5.0 —0.6	4.0 —0.5	5.2 —0.7	5.7 ±0
2	8.3 +0.1	7.1 +0.3	4.8 +0.3	7.0 —0.2	6.2 ±0
3	8.6 +0.4	8.6 —0.5	6.4 —0.6	7.0 +0.4	4.7 +0.3
4	6.1 —0.7	6.0 —0.5	4.3 —0.4	4.0 —0.1	3.7 +0.2
5	6.3 —0.5	5.6 —0.1	3.9 +0.2	4.8 —0.1	4.0 +0.8
6	6.8 +0.7	6.0 +0.3	4.5 —0.1	5.1 —0.1	4.5 +0.3
7	4.9 +0.3	3.0 +0.4	3.0 +0.6	4.3 +0.4	6.8 —0.6
8	5.3 +0.4	4.5 ±0	2.5 —0.3	3.6 —0.8	5.0 —0.2
Keskimäärin *On an average*	6.39+0.05	5.73—0.09	4.18—0.10	5.13—0.15	5.08+0.10

Taulukko 2. Koealan 2 kuutiokasvusadannekset 5-vuotisjaksoittain.
Table 2. The volume growth percentages by 5-year periods on Sample Plot 2.

Koepuun numero *The number of the sample tree*	Mittausjakso — *The measuring period*					
	1922—26	1927—31	1932—36	1937—41	1942—46	1947—51
	Todellinen kasvusadannes ± taulukkoarvon eroavuus siitä *The actual growth percentage ± the difference of the table value from it*					
1	1.9 +0.1	3.0 +0.1	7.2 +0.1	4.3 +1.3	4.8 —0.9	3.3 +0.6
2	5.9 —0.8	6.9 +0.7	7.6 +0.8	6.4 —0.4	6.7 —0.4	5.8 —0.1
3	4.2 +0.5	6.3 +0.6	7.7 +0.1	5.3 +0.6	6.2 +0.1	6.7 +0.4
4	3.3 +0.7	6.6 +0.8	8.1 +0.5	6.3 ±0	6.3 —0.3	6.0 —0.4
5	6.2 +0.5	5.4 +0.5	8.4 +0.3	7.1 +0.2	6.3 +1.3	6.8 +0.1
6	5.7 —0.1	3.8 +0.3	7.4 +0.6	5.7 +0.8	5.8 —0.4	5.2 ±0
7	3.4 —0.1	6.5 +0.7	7.4 ±0	6.4 +0.4	6.5 +0.2	6.6 +0.2
Keskimäärin *On an average*	4.37+0.11	5.50+0.53	7.69+0.33	5.93+0.41	6.09—0.06	5.77+0.11

tava on lisäksi, että sopivien kuutiopainolukujen löytäminen kunkin metsikön varhaisemmille kehitysvaiheille olisi ylivoimainen tehtävä.

Taulukko 1 osoittaa, että koealalla 1 on saavutettu pystykoepuiden avulla kaikkina jaksoina tarkkoja tuloksia. Selviä systemaattisia eroja ei voi havaita puoleen eikä toiseen, vaan enintään 3 %:n poikkeukset metsikölle saadussa tuloksessa on katsottava satunnaisiksi.

Koealalla 2 on hakkaus vaikuttanut metsikön kasvusadannekseen huomattavasti, niinkuin taulukosta 2 nähdään. Pystykoepuihin nojautuva menetelmä on johtanut vuodet 1927—31 käsittävänä mittausjaksona 10 % liian suureen tulokseen. Liian suureksi kasvu on saatu vielä kahtena seuraavanakin mittausjaksona.

Koealalla 3, jota taulukko 3 valaisee, on kasvu pystykoepuiden avulla saatu jatkuvasti liian suureksi. Viimeisenä mittausjaksona erotus nousee 17 %:een.

Taulukko 3. Koealan 3 kuutiokasvusadannekset 5-vuotisjaksoittain.
Table 3. The volume growth percentages by 5-year periods on Sample Plot 3.

Koepuun numero *The number of the sample tree*	Mittausjakso — *The measuring period*					
	1922—26	1927—31	1932—36	1937—41	1942—46	1947—51
	Todellinen kasvusadannes ± taulukkoarvon eroavuus siitä *The actual growth percentage ± the difference of the table value from it*					
1	4.3 —0.1	5.7 —0.2	4.6 +0.7	4.7 +0.1	4.1 +1.1	3.7 +1.3
2	6.3 +0.2	5.0 +0.3	5.2 +0.2	5.0 ±0	5.0 +0.4	4.4 +0.7
3	5.3 +0.5	3.6 ±0	5.0 —0.1	4.8 +1.2	4.6 +1.1	4.9 +0.7
4	2.8 +0.6	1.9 +0.2	2.6 +0.2	2.9 —0.1	4.2 —0.5	3.8 +0.7
5	4.4 —0.1	3.7 ±0	3.9 +0.4	2.9 +0.7	4.4 —0.3	3.8 +0.6
6	4.5 —0.1	2.7 +0.8	3.6 —0.1	4.3 ±0	4.3 —0.2	3.7 +0.5
7	3.6 —0.2	3.2 ±0	4.0 +0.1	4.8 +0.2	5.3 +0.7	4.9 +0.4
Keskimäärin *On an average*	4.46+0.13	3.69+0.16	4.13+0.20	4.20+0.30	4.56+0.33	4.17+0.70

Taulukko 4. Koealan 4 kuutiokasvusadannekset 5-vuotisjaksoittain.
Table 4. The volume growth percentages by 5-year periods on Sample Plot 4.

Koepuun numero *The number of the sample tree*	Mittausjakso — *The measuring period*					
	1922—23	1927—31	1932—36	1937—41	1942—46	1947—51
	Todellinen kasvusadannes ± taulukkoarvon eroavuus siitä *The actual growth percentage ± the difference of the table value from it*					
1	4.2 —0.1	2.8 ±0	3.3 +0.2	5.0 +0.8	4.2 +0.5	3.7 +0.5
2	3.4 +0.4	2.3 +0.4	3.7 —0.1	4.5 +0.2	4.5 ±0	4.5 ±0
3	2.3 —0.3	1.2 ±0	2.1 +0.4	2.9 +0.6	3.0 +0.3	3.1 +1.0
4	3.7 +0.2	2.0 +0.1	2.3 —0.2	3.2 —0.3	3.9 —0.3	4.7 —0.2
5	1.3 ±0	0.5 +0.5	0.9 +0.2	3.9 +0.4	4.0 +0.3	3.5 +0.8
6	2.9 —0.2	1.7 —0.4	2.1 —0.6	2.1 +0.5	2.5 —0.9	1.6 —0.1
Keskimäärin *On an average*	2.97±0	1.75+0.10	2.40—0.02	3.60+0.37	3.68—0.02	3.52+0.29

Taulukon 4 kuvaamassa koealametsikössä 4 on kasvusadannes hakkauksen johdosta suurentunut huomattavasti. Pystykoepuut ovat johtaneet vuodet 1937—41 käsittävänä mittausjaksona 10 % ja vuodet 1947—51 käsittävänä jaksona 8 % liian suureen tulokseen. Myös vuosina 1927—31 on tulos suurelta näyttävä, mutta se lienee lähinnä tulkittava sadannesten pienuudesta johtuvaksi satunnaiseksi poikkeamaksi.

Näiden tulosten valossa näyttää siltä, että lähinnä rinnankorkeudelta suoritettuun kasvun kairaukseen ja erilliseen pituuskasvun arviointiin perustuvat, eri tavoilla käsitellyille metsiköille keskimääräisiä tuloksia antavat pystypuiden kasvunlaskentamenetelmät johtavat vahvasti harsituissa metsiköissä usein todellista suurempaan kasvuun välittömästi hakkauksia seuraavina mittausjaksoina. Syynä tähän on ennen muuta muotokorkeuden kasvun yliarviointi, kun kasvu keskittyy hakkauksen jälkeen varsinkin hyvämuotoisissa ja rinnankorkeudella vahvasti reagoineissa

puissa ensi sijassa niiden tyviosaan. Kuitenkin on huomattava, että vaikka erot suhteellisesti saattavat muodostua tuntuviksi, niiden absoluuttinen merkitys jää usein vähäiseksi harsintametsiköiden kuutiomäärän pienuuden johdosta. Siitä huolimatta on mainittuihin eroihin kiinnitettävä huomiota ainakin silloin, kun vahvasti harsittuja metsiköitä joudutaan tarkastelemaan erillisinä, yhdistämättä niitä myös muunlaisia metsiköitä verraten runsaasti käsittävään aineistoon.

Kirjallisuutta

Chapman, Herman H. and Meyer, Walter H. 1949. Forest Mensuration. First Edition. New York—Toronto—London.

Eklund, Bo. 1942. Studier över årsringsvariationerna å Malingsbo fasta provyta n:r 1. Skogsvårdsför. tidskr. Stockholm.

—»— 1950. Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningsmaskiner. Deras tillkomst, konstruktion och användning. *Summary:* The Swedish Forest Research Institute's machines for measuring annual rings. Their origin, construction and application. Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst. B. 38. Stockholm.

Fahlcrantz, E. G. 1901. Undersökning af ljusningstillväxten (Lichtungszuwachs) hos tallen vid fullständig friställning. Tidskr. f. Skogshushålln. H. 3. Stockholm.

Hagberg, Nils. 1942. Stamformens förändringar hos tall och gran under beståndsutvecklingen och efter friställning. *Zusammenfassung:* Die Veränderungen der Stammform bei Kiefer und Fichte während der Bestandsentwicklung und nach Freistellung. Skogsvårdsför. tidskr. Stockholm.

Ilvessalo, Yrjö. 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). *Selostus:* Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa. Metsätiet. tutkimusl. julk. 17. Helsinki.

—»— 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Helsinki.

Kalela (Cajander), Erkki K. 1934. Havaintoja eräällä myrskytuhoalueella. *Referat:* Beobachtungen auf einem Sturmschadengebiet in Finnland. Acta forest. fenn. 40. Helsinki.

Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. Acta forest. fenn. 30. Helsinki.

Metzger, C. 1893. Der Wind als massgebender Faktor für das Wachstum der Bäume. Mündener forstl. Hefte. Berlin.

Mikola, Peitsa. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. *Summary:* On variations in tree growth and their significance to growth studies. Metsätiet. tutkimusl. julk. 38. Helsinki.

Nyblom, E. 1927. Formförändring hos helt friställda träd. *Summary:* Alteration in the form of wholly liberated trees. Skogsvårdsför. tidskr. Stockholm.

Näslund, Manfred. 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Zusammenfassung:* Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst. H. 33. Stockholm.

Petrini, Sven. 1937. Om kantträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. *Hauptinhalt:* Zuwachsreaktion der freigestellten Randbäume und Produktion des Schirmbestandes bei natürlicher Verjüngung. Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst. H. 29. Stockholm.

Petrini, Sven. 1948. Skogsuppskattning och skogsindelning. Stockholm.
Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Referat:* Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Metsätiet. tutkimusl. julk. 33. Helsinki.
Siren, G. 1952. Vapauttavan hakkuun vaikutuksesta kuusipuun rakenteeseen korpimailla. Käsikirjoitus.
Wiedemann, Eilhard. 1948. Die Kiefer 1948. Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen. Hannover.

ON TREE GROWTH AND ITS ASCERTAINMENT IN SELECTIVELY CUT SCOTS PINE STANDS

Summary

On the initiative of the State Academy of Finland and the Forest Research Institute studies have been made in recent years of the structure and development of stands under different treatment. For this purpose a great number of sample plots have been measured in the southern part of the country. The growth of these stands has been ascertained mainly by means of standing sample trees. By measuring the radial growth of the past 5 years, for instance, and by estimating the height growth of the same period, it has been possible, with the aid of the tables by Ilvessalo (1948), to compute the volume growth percentages of individual trees and on this basis the annual growth of the present stock.

Since the research material includes stands selectively cut to a diameter limit, it was considered necessary to undertake in them special studies of the distribution of growth over different parts of the stem and of the reliability of growth values obtained from standing sample trees in such stands. For this purpose stem analyses were made in 4 even-aged Scots pine *(Pinus silvestris)* stands of Vaccinium site type in the autumn of 1951. Analyses were made of 28 sample trees judged as representative of the stand concerned. The ages of the stands at the time of measurement were as follows: No. 1 56 years, No. 2 70 years, No. 3 81 years and No. 4 92 years.

Measurement were made on these sample trees, which were felled, generally at 2-metre intervals, and increment cores were taken at each point of measurement from two opposite sides. The growth on the cores was measured in the laboratory with the annual-ring measuring machine (Eklund 1950), each ring separately.

When envisaging the run of radial growth at breast height prior to the cutting calculated as a mean of the sample trees (Fig. 1), a yearly variation is noticeable, mostly due to climatic reasons, but the trend has been declining. Cuttings have distinctly inproved the breast height growth of all the stands; on Sample Plot 1 this recovery coincides, however, with climatically favourable growth years.

The growth higher up the stem has, in general, experienced a similar reaction to that at the base. Recovery, however, has been slower on the average in the higher than in the lower sections of the stem. This is most distinctly evident on Sample Plot 2, the stems of which were fairly well-formed at the time of cutting and on which the cutting has been exceptionally heavy and the growth reaction accordingly vigorous. The sample plot has not been subjected to any subsequent heavy cuttings and, consequently, the growth has resumed its previous character (cf. Fig. 3, too). Cutting has had no considerable effect on the distribution of growth on Sample Plot 1, the stems of which are poorer in form and less dense than those of Sample Plot 2, and is enjoying vigorous height growth and form im-

provement. On Sample Plots 3 and 4, the stems of which were relatively well-formed when cut, upper growth has been unable to keep up with the growth on the lower parts of the stem for about 10 years. New cuttings around 1945 have increased the concentration of growth in the tree base in these stands, older than the stands described above.

The examples of stem analyses of individual sample trees (Fig. 2) indicate that the reactions mentioned also take place above a height of 6 metres. In addition, they indicate that a close correlation exists between height and diameter growths on the upper parts of the stem. The better the form of a tree at the time of cutting and the more vigorous the recovery caused by cutting, the more distinct in general is the change in the distribution of growth into different parts of the stem after selective cutting (cf. Hagberg 1942, Näslund 1944).

Table 1—4 illustrate by trees and, with the aid of sample trees, by stands, the reliability of the results of growth calculation tables for standing trees for different 5-year periods. For the measuring period succeeding heavy cuttings they have given a growth which is often 10 per cent, in one extreme case 17 per cent, higher than the actual growth. This is due to the fact that the growth of form height has been over-estimated by using tables which give the average values for all kinds of stands. Although, relatively taken, the error may amount to such high values, its absolute significance in many cases remains insignificant owing to the low volumes of selectively cut stands.

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

BRITANNIAN KAIVOSPUUN TUONNIN NÄKÖALOISTA

VILJO HOLOPAINEN

THE TREND OF THE UNITED KINGDOM IMPORTS OF PITWOOD

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Sisällys

	Sivu
Johdanto	3
Britannian kaivospuun tuonti vv. 1921—1950	4
Tuontiin vaikuttaneet tekijät	6
Hiilen tuotanto	6
Maan oma kaivospuun tuotanto	6
Kaivospuun korvikkeet	8
Vastaisen kehityksen tarkastelua	10
Kirjallisuusluettelo	14
Summary	14
Liitetaulukko	16

Johdanto

Maailman kaivospuukaupassa Britannialla[1]) on ostajamaana keskeinen asema. Sen osuus koko maailman kaivospuun tuonnista oli Grottianin (1942, ss. 134—135) mukaan

vv. 1925—27 keskim.	.....	55.7 %
» 1930—32 »	.....	56.6 »
» 1936—38 »	.....	70.9 »

Toisaalta hiilen suuri tuotanto po. maassa, toisaalta omien kaivospuuta tuottavien metsien vähäisyys ovat tähän suureen tuontiin syynä.

Myös Suomen kaivospuun ostajana Britannialla on ollut keskeinen asema. Maamme viemästä kaivospuusta meni Britanniaan

vv. 1925—27	.....	73.4 %
» 1930—32	.....	51.6 »
» 1936—38	.....	77.2 »
» 1948—50	.....	65.6 »

Suomen kaivospuun viennin tulevaisuus on siten olennaisessa määrin riippuvainen Britannian markkinoista. Seuraavassa tarkastellaan näiden markkinoiden todennäköistä kehitystä 2—3 lähimmän vuosikymmenen aikana.

Jotta saataisiin riittävä tausta vastaisen kehityksen arvioimiselle, tarkastellaan aluksi Britannian kaivospuun tuontia vuodesta 1921 alkaen sekä siinä esiintyneitä kehitysilmiöitä. Samoin tutkitaan maan omien metsien asemaa kaivospuun tarpeen tyydyttäjänä. Täten saadun kuvan valossa yritetään vihdoin analysoida vastaista kaivospuun käyttöä ja kaivospuun tuonnissa odotettavissa olevaa kehitystä. Tällöin ei tietenkään voida ottaa huomioon mahdollisten sotien yms. ennalta arvaamattomien tekijöiden vaikutusta, vaan lähdetään siitä, että »normaalinen» kehitys saa jatkua.

Kirjoittaja pyytää lausua vilpittömät kiitoksensa prof. Vilho Pöntyselle, joka on lukenut käsikirjoituksen ennen painattamista ja tehnyt siihen eräitä varteen otettuja korjausehdotuksia.

[1]) Britannialla tarkoitetaan seuraavassa Ison Britannian ja Pohjois-Irlannin Yhdistynyttä Kuningaskuntaa.

Britannian kaivospuun tuonti vv. 1921—1950

Tiedot Britannian vuotuisesta kaivospuun tuonnista maittain saadaan maan virallisesta ulkomaankauppatilastosta (Annual Statement of the Trade of the United Kingdom with . . . Vol. II). Tähän on myöskin käsillä olevassa tutkimuksessa turvauduttu. Kun mainittu julkaisu valmistuu kuitenkin verraten myöhään, on vuosien 1949—1950 luvut otettu julkaisusta Accounts relating to Trade and Navigation of the United Kingdom.

Aina vuoteen 1933 asti on kaivospölkkyjen (pitprops) nimikkeeseen sisällytetty tuontitilastossa myös muu kaivospuu (other pitwood), jota käytetään hiilikaivoksissa eri tarkoituksiin, mm. seinien vieremisen ehkäisemiseksi. Kun näiden erottaminen ei siis ennen mainittua vuotta käy päinsä, on niitä myös vuosien 1934—1950 tilastossa tarkasteltu yhdessä. Siten käytetäänkin seuraavassa nimitystä kaivospuu, milloin tarkoitetaan koko tätä ryhmää. On kuitenkin syytä tähdentää, että varsinaiset kaivospölkyt edustavat po. ryhmässä verrattomasti tärkeintä erää. Esim. vv. 1936—1938 niiden osuus oli keskimäärin 98.3 %, ja »muun kaivospuun» osuus vain 1.7 %. Kun »muu kaivospuu» tuodaan usein pitemmälle työstettynä, sen erottaminen olisi kuitenkin perusteltavissa.

Vuoteen 1923 (1.4.) asti sisältyi myös Irlannin Vapaavaltion (Eiren) tuonti em. tilastoon, mutta tämä ei heikennä tilaston vertailukelpoisuutta myöhempiin vuosiin, koska Eireen ei ole tuotu kaivospuuta.

Tuontitilaston mittayksiköt ovat jonkin verran vaihdelleet. Vuoteen 1935 saakka on yksikköinä ollut load, siitä alkaen kaivospölkyille kuutiosyli (piled cubic fathom), muulle kaivospuulle tonni. Vertailua varten on kaikki muunnettu kiintokuutiometreiksi käyttäen seuraavia muuntolukuja:

1 load	= 1.80	k-m³
1 kuutiosyli	= 4.30	»
1 tonni	= 1.82	»

Luvut on saatu julkaisuista Laver (1951) ja Jahrbuch des Weltholzhandels (1938). Huomautettakoon, että Grottian (1942, s. 30) ja Grøn (1931, s. 89) ovat käyttäneet muuntolukua 1 load = 1.42 k-m³ ottamatta huomioon, että kaivospuu-load on tavallisesti ns. hoppusmittaa (ks. Laver 1951, s. 38) ja saaneet siten 21 % liian pieniä k-m³ lukuja.

Edellä selostetulla tavalla laskettu kaivospuun tuonti ja sen jakaantuminen eri maiden osalle nähdään liitetaulukosta.

Kaivospuun kokonaistuontia osoittavia lukuja tarkasteltaessa kiintyy huomio ennen muuta kaivospuun tuonnin suuriin vuotuisiin vaihteluihin. Tällainen epäsäännöllisyys johtunee lähinnä varastojen vaihteluista eikä niinkään paljon kaivospuun käytön vaihteluista. Jotta nämä satunnaisvaihtelut saataisiin eliminoiduksi, on syytä tarkastella useamman vuoden keskiarvoja. Taulukossa 1 esitetään tuonti 3-vuotiskausittain laskettuna.

Taulukko 1. Britannian kaivospuun tuonti (kolmivuotiskausittain) 1921—1950.

Table 1. Imports of Pitwood into the United Kingdom 1921—1950 (three- year averages).

3-vuotiskausi *3-year period*	Kaivospuun tuonti *Imports of Pitwood*		Hiilen tuotanto, milj. tonnia *Production of Coal mill. tons*	Kaivospuun tuonti 1 000 louhittua kivihiilitonnia kohden *Amount of Pitwood imported per 1 000 tons of Coal produced*	Oma kaivospuun tuotanto louhittua 1 000 kivihiilitonnia kohden *Home pitwood production per 1 000 tons of Coal produced*
	1 000 k-m³ *1 000 solid cu. m.*	1936—1938 = 100		k-m³ — *solid cu. m.*	
1921—23	4 679	126	229.6	20.4	·
1924—26	4 262	115	212.2	20.1	0.6 [1]
1927—29	4 901	132	248.9	19.7	·
1930—32	3 967	107	224.0	17.7	0.6 [1]
1933—35	3 972	107	216.7	18.3	·
1936—38	3 726	100	232.2	16.0	·
1939—41	1 382	37	220.6	6.3	·
1942—44	139	4	198.9	0.7	10.8
1945—47	1 818	49	190.1	9.6	6.4
1948—50	2 102	57	214.1	9.9	3.1

Voidaan panna merkille, että tuonti oli 1920-luvulla huomattavasti suurempi kuin 1930-luvulla. Vuosien 1924—26 suhteellisen alhainen keskiarvo johtui melkoiselta osalta v. 1926 esiintyneestä suuresta kaivoslakosta. Tuonnin pieneneminen 1930-luvun alussa taas saa selityksensä v. 1929 puhjenneesta lamakaudesta. Sitä merkittävämpää on kuitenkin todeta, ettei tuonti myöhemmin 1930-luvulla elpynyt entisiin määriinsä, vaan päinvastoin väheni vielä siitäkin, mitä se oli ollut laman aikana. Siten Britannian kaivospuun tuonnissa on esiintynyt sotien välisenä aikana verraten selvä aleneva pääsuunta, mikä näyttää jatkuneen vielä toisen maailmansodan jälkeenkin.

[1]) Vuosien 1924—26 luku v:n 1924 Censuksen ja vuosien 1930—32 luku v:n 1930 Censuksen mukaan (Forestry Commission 1928 ja 1932).

[1]) *Figures to 1924—26 and 1930—32 according to Census of Home- grown Timber (Forestry Commission 1928 and 1932).*

Tuontiin vaikuttaneet tekijät

Hiilen tuotanto

Seuraavassa rajoitutaan tarkastelemaan niitä tekijöitä, joista edellä todettu kaivospuun tuonnin aleneva pääsuunta johtuu. Niitä joudutaan etsimään lähinnä kolmelta taholta:

1) hiilen tuotannon vaihteluista;
2) maan omasta kaivospuun tuotannosta;
3) kaivospuun käytön tehostumisesta ja korvikeaineiden käytöstä.

On ilmeistä, että kaivospuun tuonnin ja hiilen tuotannon kesken vallitsee tietty yhteys. Tämän korrelaation valaisemiseksi on taulukkoon 1 laskettu myös hiilen tuotannon vuosikeskiarvot (Annual Abstract of Statistics of the United Kingdom) sekä kaivospuun tuonti 1 000 louhittua kivihiilitonnia kohden. Voidaan nähdä, että kaivospuun tuonnin ja hiilen tuotannon lyhytaikaiset vaihtelut esiintyvätkin yleensä samansuuntaisina sotien välisenä kautena. Samalla on kuitenkin todettava, ettei kaivospuun tuonnissa esiintyvää alenevaa pääsuuntaa suinkaan selitä vastaava ilmiö hiilen tuotannossa. Niinpä kaivospuuta tuotiin vuosina 1936—38 n. 20 % vähemmän kuin 1921—23 siitä huolimatta, että hiilen tuotanto oli silloin hiukan (1.2 %) korkeampi. Kaivospuun tuonti louhittua kivihiilitonnia kohden onkin selvästi alentunut, niinkuin tätä koskeva sarja taulukossa 1 osoittaa. Lähinnä tähän liittyvistä tekijöistä on haettava selitystä kaivospuun tuonnissa esiintyvään alenevaan pääsuuntaan.

Maan oma kaivospuun tuotanto

Britannian omasta kaivospuun tuotannosta ei maailmansotien väliseltä ajalta ole saatavissa täydellistä tilastoa. On vain vuosina 1924 ja 1930 toimitetut tukimukset kotimaisen puutavaran tuotannosta (Forestry Commission 1928 ja 1932). Niiden mukaan Ison Britannian oma kaivospuun tuotanto oli

v. 1924	133 600	k-m³ [1]
» 1930	131 900	» [1]

eli näinä kahtena vuotena keskimäärin 132 800 k-m³. Kun vuosien 1924 ja 1930 kaivospuun tuonti oli keskimäärin 5 352 000 k-m³, on oman tuotannon osuus ko. vuosien käytöstä vain 2.5 %. On tosin huomattava,

[1] Luvut tarkoittavat vain havupuista kaivospuuta, koska lehtipuisen kaivospuun tuotanto ei ole vuoden 1930 osalta selvitettävissä. V. 1924 se oli 29 000 k-m³. Alkuaan on luvut ilmaistu kuutiojalkoina (»hoppus measure») kuorellista mittaa, mutta ne on tässä muunnettu kuutiometreiksi puolipuhdasta puuta, syystä että myös tuontia osoittavassa tilastossa kaivospölkyt ovat lähinnä tätä kuorimisastetta. Kuorimahukaksi on oletettu 10 %.

ettei esitettyihin lukuihin sisälly kaivoksille myyty sahattu puutavara, mutta toisaalta niihin sisältyy osaksi muihin tarkoituksiin käytettyä pyöreätä puuta.

Oman tuotannon osuus on saattanut tietenkin vaihdella jonkin verran, mutta tuskin niin paljon, että kuva olennaisesti muuttuisi. Siihen viittaa jo se tosiasia, että po. tuotanto oli vuosina 1924 ja 1930 miltei sama. Britannian kaivospuun tuonnin suurta alenemista vv. 1921—1938 ei siten selitä kotoisen kaivospuun tuotannon kasvaminen. Supistuihan vuotuinen tuonti lähes 1 milj. k-m³:llä, ts. määrällä, joka on yli seitsemän kertaa niin suuri kuin em. tutkimusten perusteella laskettu oma tuotanto keskimäärin vuosina 1924 ja 1930.

Toisin oli viime suursodan aikana ja sen jälkeen. Omassa maassa tuotettiin silloin kaivospuuta seuraavat määrät (Forestry Commission 1947, Monthly Digest of Statistics 1946—50, M e i g g s 1949):

v. 1940	1 980 000	k-m³	v. 1946	1 206 000	k-m³
» 1941	1 885 000	»	» 1947	589 000	»
» 1942	2 090 000	»	» 1948	696 000	»
» 1943	2 374 000	»	» 1949	690 000	»
» 1944	1 969 000	»	» 1950	632 000	»
» 1945	1 644 000	»			

Maan tarvitsema kaivospuu hankittiinkin sodan aikana pääasiassa omista metsistä. Tähän oli syynä ennen muuta sukellusvenesota, siitä johtuneet tonniston menetykset sekä toisaalta sodan aiheuttama suuri tonniston tarve. Normaalit kaupalliset suhteet eräisiin viejämaihin olivat muutoinkin sodan aikana poikki.

Tonniston niukkuus oli varmaan eräänä syynä myös siihen, että oma kaivospuun tuotanto oli vielä sodan jälkeenkin tuntuvasti korkeampi kuin 1930-luvulla. Lisäksi maan vaikea taloudellinen asema pakotti supistamaan kaikkea tuontia. Huomautettakoon niin ikään, että Britannian sodassa säästyneet nuoret havumetsät tarvitsivat kaivospuuta antavia harvennushakkuita. Tähän palataan vielä tuonnempana.

Kaikesta huolimatta aleni kaivospuun käyttö tuotettua kivihiilitonnia kohden vielä sodankin jälkeen. Olettaen, että oma kaivospuun tuotanto oli vv. 1936—38 sama kuin vuosien 1924 ja 1930 keskiarvo, saadaan näet kaivospuun käytöksi (= tuonti + oma tuotanto) 1 000 tuotettua kivihiilitonnia kohden

vv. 1936—38	16.6	k-m³
» 1945—47	16.0	»
» 1948—50	13.0	»

Kaivospuun korvikkeet

Pääasiallisin syy kaivospuun tuonnin vähenemiseen on siis haettava itse kaivospuun käyttötavoissa tapahtuneista muutoksista. Tällä alalla tiedetäänkin tapahtuneen sotien välisenä aikana kehitystä, joka olennaisesti on pienentänyt kaivospuun käyttöä. Tärkein muutos on epäilemättä teräksen työntyminen hiilikaivoksiin monenlaisiin tarkoituksiin, joihin ennen käytettiin yksinomaan puuta. Siitä muutamia kuvaavimpia esimerkkejä.

Hiilikaivosten maanalainen osa, jossa kaivospuun käyttö pääasiassa tapahtuu, jakaantuu kolmeen pääosaan:

1. maan alle johtava, useimmiten pystysuora tunneli (shaft);
2. maanalaiset vaakasuorat käytävät (roadways), joita pitkin kuljetetaan hiili louhintakohdasta tunneliin maan pinnalle nostettavaksi ja toisaalta erilaisia tarvikkeita päinvastaiseen suuntaan;
3. varsinainen työskentelyalue (working face), jossa hiilen irroittaminen maakerroksista tapahtuu.

Viimeksi mainittu siirtyy jatkuvasti eteenpäin, kun taas tunneli ja pääosa vaakasuorista käytävistä ovat suhteellisen pysyviä rakenteita. Vasta sitten kun siirrytään työskentelemään kokonaan uudelle syvyydelle, joudutaan tunnelia jatkamaan ja luomaan uusi käytäväjärjestelmä. Myös käytävien laajentaminen saattaa tulla eräissä tapauksissa kysymykseen.

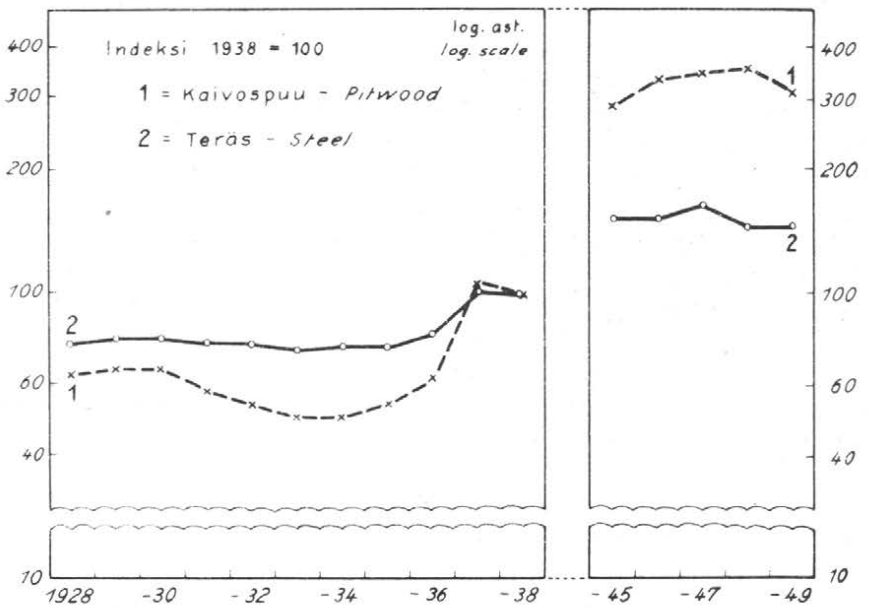
Kaivospuuta käytetään sekä käytävissä että työskentelyalueella. Ero on vain siinä, että viimeksi mainitussa niiden antamaa turvaa tarvitaan vain hetken aikaa, kun sen sijaan käytävien tukena toimivat pölkyt joutuvat olemaan tehtävässään usein vuosikausia.

Teräksestä valmistettuja kaivostukia on ryhdytty käyttämään varsinkin seuraaviin tarkoituksiin.

1. Suoria tai kaarevia, kahden pystyssä olevan kaivospölkyn varaan asetettuja teräspalkkeja (girder) estämään käytävien kattoa painumasta alas.
2. Teräskaaria (arch), jotka samanaikaisesti tukevat sekä käytävien seiniä että kattoa.
3. Terästankoja sekä pystysuorina pölkkyinä (sprag) kattoa että vaakasuorina (strut) seinää tukevien kaivospölkkyjen asemesta.
4. Aaltomaisia teräslevyjä (corrugated sheets). Näistä leveämpiä käytetään käytävien katossa arkkujen välissä estämässä katossa olevien maa-ainesten putoamista käytäviin. Raskaampia malleja käytetään myös tavallisina tukipilareina.
5. Kokonaan teräksestä tehtyjä hiilen kuljetusvaunuja.

Lähinnä tämä teräksen lisääntyvä käyttö on syynä siihen, ettei kaivospuun tuonti ja käyttö ole seurannut kiinteästi hiilen tuotannon kulkua, vaan on ollut jatkuvasti pienenemään päin.

Teräksisten kaivostukien käyttö sai varsinaisesti alkunsa I maailmansodan aikana, jolloin puisten pölkkyjen tuonti miltei tyrehtyi ja erilaisten korvikkeiden etsiminen kävi välttämättömäksi. Sodan päätyttyä teräspölkyistä luovuttiin. Syynä oli lähinnä kaivosmiesten vastahakoisuus, he kun antoivat erityisen arvon puisten kaivospölkkyjen varoituskyvylle (H e n s h a w 1950, s. 59). Myöhemmin, varsinkin 1930-luvun alussa, teräspölkyt kuitenkin alkoivat vallata yhä enemmän alaa (ks. Forestry Commission 1935, s. 11). Vallankin se seikka, että ennen vaakasuorat käytävien katot voitiin teräskaaria käyttäen tehdä kaareviksi ja siten



Kuvio 1. Teräksen ja kaivospuun hintojen kehitys Britanniassa vv. 1928—1949 (1938 = 100).
Fig. 1. The prices of steel and pitwood in the United Kingdom in 1928—1949 (1938 = 100).

niitä tukevien aineiden käyttö entistä taloudellisemmaksi, merkitsi teräkselle suurta etua. Sitä tehden on teräs löytänyt tiensä muihinkin tehtäviin, varsinkin kun kaivostyöläisten vastustus on vähitellen heikentynyt.

Todetun kehityksen taustana ovat tietenkin olleet taloudelliset kannattavuuslaskelmat, jotka ovat painaneet vaa'an monessa tapauksessa teräksisten tukien eduksi. Laskelmien luonne on kuitenkin perin komplisoitu. Esim. teräksen ja kaivospuun hintojen vertailu ei valaise läheskään koko asiaa sen vuoksi, että terästukien ikä on huomattavasti pitempi. Lisäksi niitä voidaan käyttää esim. louhinta-alueella useaan kertaan mikä ei yleensä ole mahdollista kaivospuusta puheen ollen.

Kuviossa 1 esitetään kuitenkin teräksen ja kaivospuun hintojen kehitystä vv. 1928—1949 osoittavat sarjat. Teräksen hintatiedot on saatu Statist-lehdestä ja ne tarkoittavat kunkin vuoden lopulla vallinneita tukkuhintoja. Kaivospuun hinnoista ei vastaavanlaisia noteerauksia ole, minkä vuoksi sen hintakehitystä kuvaamaan on otettu 1 k-m³:iä kohden laskettu tuontihinta (c. i. f.). Eri vuosina tuodun kaivospuun laatu- ja rakennevaihtelut ovat verraten pienet, minkä vuoksi hintojen kehitys tälläkin pohjalla lienee hyvin nähtävissä.

Kuviosta 1 voidaan havaita, että kaivospuun hinta nousi 1930-luvun loppupuolella paljon jyrkemmin kuin teräksen hinta, minkä vuoksi hintojenkin kehitys oli tällöin kannustimena teräksen käyttöön siirtymiselle hiilikaivoksissa. Erityisen suureksi on hintojen ero muodostunut teräksen eduksi sodan jälkeisinä vuosina.

Enemmän kuin varsinainen hintojen kehitys lienee varsinkin maailmansotien välisenä kautena vaikuttanut teräksen hyväksi itse kaivostoiminnan luonteessa tapahtunut kehitys. Kaivostoiminnan jatkuminen samoilla seuduilla ja rikkaimpien ja helpoimmin saatavalla olevien hiilivarojen tultua käytetyksi hiilen maanalaiset kuljetustiet ovat jatkuvasti pidentyneet (ks. Grøn 1931, s. 60). Käytävät on jouduttu pitämään kunnossa yhä pitempiä aikoja ja tämä on luonnollisesti suosinut pitempiikäisten teräspölkkyjen käyttöä käytävissä. Samalla ovat louhinta-alueella tarvittavien kaivospölkkyjen kuljetusmatkat pidentyneet. Kun samoja teräspölkkyjä voidaan täällä käyttää useita kertoja, on niiden suosiminen ymmärrettävissä.

Vastaisen kehityksen tarkastelua

Eräänä vastaiseen kaivospuun käyttöön ja samalla myös sen tuontiin vaikuttavana tekijänä on mainittava hiilen tuotanto. Kuten taulukko 1 osoittaa, tämä oli heti sodan päätyttyä tuntuvasti alhaisempi kuin ennen sotaa. Työväenhallituksen tultua valtaan hiiliteollisuus kansallistettiin (v. 1946). Hiilentuotantoneuvosto (National Coal Board), joka muodostettiin hiilen tuotantoa johtamaan, ryhtyi sittemmin tarmokkaisiin toimenpiteisiin tuotannon kohottamiseksi. V. 1949 sen toimesta laadittiin suunnitelma myös tämän teollisuuden kaikinpuoliseksi kehittämiseksi. (Plan for Coal ... 1950). Syynä tähän oli maan lisääntynyt hiilen tarve, johon puolestaan on vaikuttanut ennen muuta välttämättömyys laajentaa vientiteollisuutta maan taloudellisen aseman vaikeuduttua suuresti sodan johdosta.

Tuotanto ei kuitenkaan ole sodan edellisen kolmivuotiskauden tasolla, joskin se on huomattavasti kasvanut vuosina 1945—1950 (ks. taulukko 1). Seurauksena tästä ja toisaalta yhä lisääntyvästä hiilen käytöstä on

ollut, ettei hiiltä sodan jälkeisinä vuosina ole liiennyt sanottavasti vientiin. Päinvastoin on eräinä vuosina jouduttu sitä tuomaan vallan Amerikasta asti. Tuotannon vastainen kehitys on vaikeasti arvioitavissa. Ottaen huomioon tämän raaka-aineen ensiarvioisen merkityksen Britannian talouselämälle ja jatkuvasti kasvavat hiilen tarpeet voitaneen kuitenkin pitää todennäköisenä, ettei tuotantoa päästetä ainakaan alenemaan nykyisestään. Siihen viittaavat myös ne tarmokkaat toimenpiteet, joihin järjestö »National Coal Board» on ryhtynyt tuotannon kohottamiseksi. Toisaalta näyttää vähän todennäköiseltä, että tuotanto saavuttaisi sodan edellisen tason.

Tuotannon jatkuva kehittyminen näyttäisi siis antavan lupauksen kaivospuun tuonnin jatkumisesta ainakin nykyisessä, tosin sodan edellisestä paljon supistetussa laajuudessa. Samaan suuntaan vaikuttaa myös se tosiasia, että hiiltä tulevaisuudessa joudutaan louhimaan yhä epäedullisemmissa tuotanto-olosuhteissa. On kuitenkin tekijöitä, jotka vaikuttavat vastakkaiseen suuntaan. Niistä mainittakoon kaivospuun jatkuva korvaaminen teräksellä. Taulukosta 1 havaitaan, kuinka kaivospuun käyttö tuotettua hiilitonnia kohden on ollut sodan jälkeisinä vuosina jälleen tuntuvasti alhaisempi kuin vuosina 1936—38. Hiilikaivoksissa suoritettujen uudistusten yhteydessä on näet lisätty teräksisten tukien käyttöä ja on todennäköistä, että kehitys edelleen jatkuu tähän suuntaan. Hiilen tuotannon kansallistamisella on varmaan oma osuutensa tähän. Niin kauan kuin hiilikaivokset olivat yksityisten omistuksessa, kannattavuusnäkökohdat vaikuttivat olennaisesti siihen, minkälaisia kaivostukia käytettiin. Nyt, kun valtiollistetun yrityksen kustannukset ovat helposti siirrettävissä hiilen käyttäjien kannettavaksi, ei tämä näkökohta ole enää niin määräävä. Tärkeintä on, että hiilen tuotannossa saavutetaan asetetut tavoitteet. Jos terästukien käyttö voi siihen myötävaikuttaa, niitä suositaan, vaikka puhtaat kannattavuuslaskelmat puoltaisivatkin kaivospuun käyttöä. Lisäksi »National Coal Boardilla» on vallankin kaivosten uudistamisohjelman puitteissa enemmän rohkeutta sitoa pääomia pitkäikäisten terästukien hankintaan kuin oli yksityisillä kaivosten omistajilla 1930-luvulla, jolloin hiilikaivosten kannattavuus oli heikko.

Varsin olennaisesti vaikuttavat Britannian kaivospuun tuontiin lähi vuosikymmeninä maan omat metsät. Kuten edellä on todettu, maan oma kaivospuun tuotanto oli sotien välisenä aikana pieni. Syynä oli ensinnäkin metsien puuston arveluttava väheneminen I maailmansodan aikana. Lisäksi esiintyi kaivosmiesten keskuudessa varsin yleinen vastenmielisyys kotimaista kaivospuuta kohtaan, mikä suurelta osalta johtui siitä, että sodan luomissa olosuhteissa jouduttiin käyttämään laadullisesti heikkoa, suurelta osalta lehtipuusta valmistettua ja tuoreena kaivoksiin tuotua puuta (ks. Forestry Commission 1935, s. 6).

Kotimaisen kaivospuun heikompi laatu on myöhemminkin vaikeuttanut sen asemaa kilpailussa tuodun kaivospuun kanssa. Eräänä asiaan vaikuttavana tekijänä on mainittava myös korkeat rautatierahdit. Tuontikaivospuu voitiin suunnata satamaan, josta rautatiekuljetus kaivoksiin muodostui varsin lyhyeksi. Lisäksi rautatieyhtiöt myönsivät tuntuvia rahtien alennuksia kaivospuuerille, jotka tuotiin ko. yhtiön omistaman sataman kautta. Omassa maassa tuotettu kaivospuu ei ole päässyt näistä alennuksista osalliseksi. Kun toisaalta rahtien taso oli korkea ja kuljetusmatkat vallankin Skotlannin metsistä kaivoksiin pitkät (usein 200—300 km), oli rahtien ehkäisevä vaikutus oman maan kaivospuun menekkiin huomattava (vrt. Meiggs 1949, ss. 46—47).

Toisen maailmansodan jälkeen kotoisen kaivospuun käytön edellytykset ovat tuntuvasti muuttuneet. Maan metsävarat tosin kärsivät tässä sodassa vieläkin enemmän kuin edellisessä (ks. Meiggs 1949), mutta sotien välisenä ja sodan aikana toimitetut n. 200 000 ha laajat (ks. Forestry Commission, Annual Report 1949, ss. 20, 31) istutukset olivat tällöin vielä liian nuoria hakattaviksi, joten ne säilyivät sodan yli. Britannian havupuuvaltaisissa metsissä ovatkin nykyisin nuoret ikäluokat vallitsevina, kuten seuraava vuosien 1947—49 arvion tuloksiin (Forestry Commission 1951, s. 9) perustuva asetelma osoittaa.

ikäluokka	% pinta-alasta
1—10	24
11—20	28
21—30	18
31—40	6
41—60	7
61+	10
eri-ikäisiä	7
Yhteensä	100

Ikäluokkien 1—40 v, siis harvennusiässä olevien (20 + v) tai siihen muutaman vuosikymmenen päästä joutuvien metsien osuus metsäpinta-alasta on n. ¾. Havumetsiin sodan aikana kohdistuneet voimakkaat hakkuut tosin puoltavat pidättyväistä hakkuupolitiikkaa lähi vuosina, mutta on ilmeistä, että säästäväisyyttä toteutetaan lähinnä vanhimpien ikäluokkien kohdalla. Jo metsänhoidolliset näkökohdat edellyttävät sen sijaan harvennushakkuita nuoremmissa ikäluokissa. Tämä tietää huomattavaa pienen puutavaran tuotantoa lähiaikoina. Kertymän suuruus ei tosin ole arvioitavissa, mutta varmaa on, että se on tuntuvasti suurempi kuin sotien välisenä aikana, jolloin järeän puun hakkuulla oli pääpaino (vrt. esim. Forestry Commission 1932, s. 5). On vielä syytä tähdentää, että havumetsien puusto on — nopeasti kehittyvien nuorten metsien

ansiosta — jo pääsemässä sodan edelliseen määräänsä. Vuosien 1947—49 arvion perusteella se tällöin oli jo n. 70 % siitä, vaikka sodan aikana hakattiin n. ⅔ puustosta.

Hakattava pienpuu joutuu etsimään menekkiänsä lähinnä hiilikaivoksissa. Mutta sen on vastaisuudessa helpompi kilpailla tuodun kaivospuun kanssa kuin sotien välisenä kautena. Näin jo siitäkin syystä, että louhinta-alueella tyydytään, sitä mukaa kuin paksut hiilikerrostumat on louhittu ja joudutaan turvautumaan ohuempiin kerrostumiin, yhä pienempikokoiseen kaivospuuhun. Niinpä Henshaw (1950, s. 82) uskoo tulevaisuudessa pääpainon olevan 2—4 jalkaa pitkillä pölkyillä.

Menekkiongelman ratkaisua puolestaan yksinkertaistaa nykyään tuntuvasti se seikka, että ehkä suurin osa kaivospuusta tuotetaan valtion metsissä, ja että myös kaivokset ovat valtion omistuksessa. Siten hinta- yms. kysymyksissä syntyvät erimielisyydet ovat hallituksen ratkaistavissa. Edelleen hallitus voi vaikuttaa tehokkaasti rahtikysymykseen, sillä rautatietkin on kansallistettu sodan jälkeen. Kaikkien näiden ongelmien ratkaisuun on Britannian hallituksella sitäkin suurempi syy, kun maa on saanut sodan jälkeen ponnistella ankarasti maksutaseensa tasapainottamiseksi. Oma kaivospuun tuotanto tarjoaa mahdollisuuden vähentää sen tuontia ja helpottaa siten osaltaan maksutasetta.

Myös yksityismetsistä tuotetun kaivospuun markkinointia on ryhdytty edistämään. V. 1949 otettiin tässä tarkoituksessa käytäntöön ns. harvennusavustus (thinning subsidy), jota maksetaan metsänomistajalle harvennushakkauksissa kertyvän kaivospuun hinnan korottamiseksi (3 d./kj.). Melkoiselta osalta tämän avustuksen ansiosta yksityismetsistä tuotettiinkin kaivospuuta v. 1950 6.6 milj. kj. (Forestry Commisson, Annual Report 1950, s. 37), mikä on suurempi kuin koko kaivospuun tuotanto ennen sotaa.

Huomautettakoon vielä, että Britannian metsitysohjelmaa on sodan jälkeen vielä laajennettu ja sen toimeenpanoa joudutettu. Vallankin yksityismetsät ovat joutuneet uudessa metsitysohjelmassa entistä suuremman huomion ja entistä tehokkaampien valtion toimenpiteiden kohteeksi (ks. Holopainen 1951). Lisääntyvä kaivospuun tuotanto ei siten rajoitu muutamaan lähimpään vuosikymmeneen, vaan sitä voidaan hyvin perustein pitää jatkuvana ilmiönä.

Eri tekijöiden tarkastelu näyttäisi siten antavan oikeutuksen päätelmälle, että Brittannian kaivospuun tuonnin pääsuunta on edelleenkin aleneva. Tästä on seurauksena eräs huomion arvoinen käytännöllinen johtopäätös: niiden kaivospuuta vievien maiden, jotka ovat tuntuvalta osalta toimineet Britannian markkinoiden varassa, olisi pyrittävä etsimään uusia menekkimuotoja pienelle havupuulle, ennen muuta mäntypuulle, kompensoidakseen näköpiirissä olevan viennin vähenemisen. Tämä koskee nimenomaan myös

Suomea, joka on ollut Britannian kaivospuun päähankkijoita. Parhaillaan käynnissä olevat melkoiset laajennukset sulfaattiselluloosateollisuudessamme ovat merkkinä siitä, että uutta menekkiä onkin avautumassa.

Kirjallisuusluettelo

Accounts relating to Trade and Navigation of the United Kingdom, 1949—1950. London.

Annual Abstract of Statistics of the United Kingdom. London.

Annual Statement of the Trade of the United Kingdom with Foreign Countries and British Countries. London.

Forestry Commission. 1928. Report on Census of Woodlands and Census of Production of Home-Grown Timber, 1924. London.

—»— 1932. Report on Census of Production of Home Grown Timber, 1930. London.

—»— 1935. Report on the Demand for Timber in Coal-mining in England and Wales. Utilization series No. 2. London.

—»— 1947. Empire Forests and the War. Statement presented by Great Britain to the fifth Empire Forestry Conference 1947 by His Majesty's Forestry Commission. London.

—»— 1951. Census of Woodlands 1947—1949. Summary Report. Forest Record, Number 3. London.

—»— Annual Report, 1949—1950. London.

Grottian, Walter. 1942. Die Umsatzmengen im Weltholzhandel 1925—1938. Silvae Orbis, No. 3. Berlin.

Grøn, A. Howard. 1931. Den almindelige Skovøkonomis Teori. København.

Henshaw, H. 1950. The Use of Timber in Mining. Timber Development Association Limited. London.

Holopainen, Viljo. 1951. Britannian metsä- ja puutaloudesta. I—VII. Metsälehti, n:ot 29—30, 31—32, 34, 36, 39, 40, 42. Helsinki.

Jahrbuch des Weltholzhandels. 1938. Brüssel.

Laver, C. F. 1951. Principles of Log Measurement. London.

Meiggs, Russell. 1949. Home Timber Production (1939—1945). London.

Monthly Digest of Statistics. 1946—1950. London.

Plan for Coal. The National Coal Board's Proposals. 1950. London.

The Statist. London.

Ulkomaankauppa. Suomen virallinen tilasto I A.

THE TREND OF THE UNITED KINGDOM IMPORTS OF PITWOOD

Summary

The United Kingdom occupies the leading position as a pitwood importing country. Her imports of mining timber accounted for 55.7 per cent in 1925—1927 and for 70.9 per cent in 1936—1938 of the world total (Grottian 1942, pp. 134—135). All countries connected with pitwood trade are interested therefore in how these imports will develop in the future. The purpose of the present paper is to examine this question.

In order to provide an adequate background for a discussion of future development, a study is made of the trend of pitwood imports from 1921 to 1950. This is tabulated in the Appendix. To eliminate casual fluctuations in imports and stocks, three-year averages are presented in Table 1 (p. 5).

It can be seen that the trend in pitwood imports, in 1921—1938 was obviously declining. During World War II imports were drastically reduced, mainly due to the submarine war and the shortage of tonnage. It appears, however, that imports were also smaller after the war than during the period between the two world wars.

In addition, the underlying reasons for this development are examined. Changes in the production of coal have had some influence on the imports of pitwood (Table 1). However, this correlation is not complete, for the quantity of pitwood imported per 1 000 tons of coal decreased in 1921—1938 from 20.4 cu. m. to 16.0 cu. m. (Table 1).

As to home production of pitwood, no regular statistics are available for the years prior to World War II. According to the Census of Production of Home-Grown Timber (Forestry Commission 1924; 1932) the production of home-grown pitwood amounted to 133 600 cu. m. in 1924 and to 131 900 cu. m. in 1930. Compared with the imports the home production of pitwood was very small (Table 1). There is no evidence of its having increased to any great extent in the late 1930's. During the war, however, the pits were supplied mainly by the intensive production of home-grown timber. Even in 1945—1950 the proportion of home-grown pitwood used was considerably greater than that in the 1930's, mainly due to the intensive thinnings of the plantations (500 000 acres) established during the period between the wars and to the country's Balance of Payments problems.

The main reason for the declining trend in pitwood imports has been the substitution of steel for timber. This was inaugurated during World War I and accelerated particularly in the 1930's (cf. Forestry Commission 1935, p. 11). The sharp rise in the prices of pitwood accentuated this development (see Figure 1).

When envisaging future development several factors can be mentioned which ndicate a declining trend in imports.

1. Although major efforts are being made by the National Coal Board to increase coal production it will be hardly possible to reach the pre-war level owing mainly to the shortage of labour.

2. The production of home-grown pitwood is increasing. Although the U. K.'s mature forests were heavily cut during the war the young plantations of the Forestry Commission and the private woodland owners survived. These and future plantations will produce pitwood in thinnings although the production of sawmill timber will be small. The thinning subsidies introduced by the Government will be an incentive encouraging private woodland owners to more intensive production of pitwood (cf. Forestry Commission, Annual Report, 1950, p. 37).

3. The substitution of Steel for Timber in pits.

4. During the period between the two world wars home-grown pitwood could not — for a number of reasons — compete with imported products. Now that the N. C. B. is the sole buyer of mining timber and the Forestry Commission the main supplier of home-grown pitwood the Government are in a position to adjust prices to ensure an adequate outlet for home-grown timber. Railway freight rates are also under the control of the Government today.

5. The fact that the thickest seams of coal are being exhausted and the demand for pit-props is concentrating on the smaller sizes (H e n s h a w 1950, p. 82) will favour home-grown pitprops in their competition with imported ones.

6. The continuous strain on the U. K's Balance of Payments will be an incentive to the Government to cut down imports to a minimum.

In the light of all these facts it seems probable that the trend of the U. K. i m p o r t s o f p i t w o o d w i l l b e a d e c l i n i n g one during the next 20—30 years.

Liitetaulukko. Britannian kaivospuun

Appendix. Imports of Pitwood into the United

Vientimaa — *Exporting Country*	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932
												1 000 kiintokuutiometriä
1. Kanada ja Newfoundland	14	74	251	182	77	—	—	—	8	—	—	—
2. Neuvostoliitto	—	5	133	316	241	160	300	549	748	1 318	978	959
3. Suomi	309	1 028	1 293	1 000	963	671	1 213	808	762	654	490	804
4. Viro, Latvia, Liettua ja Puola	104	377	471	281	188	369	538	517	452	442	239	264
5. Ruotsi	269	659	1 055	594	512	277	601	604	630	502	269	322
6. Norja	196	324	305	239	172	114	156	140	103	102	67	27
7. Saksa	6	24	18	72	79	85	108	39	33	46	65	13
8. Ranska	1 411	2 240	2 825	2 452	2 221	1 130	2 052	1 876	1 898	1 714	1 062	452
9. Portugali	11	303	222	183	10	11	130	124	193	207	236	598
10. Muut maat	19	37	55	99	52	37	67	25	28	34	20	19
Yhteensä — *Total*	2 339	5 071	6 628	5 418	4 515	2 854	5 165	4 682	4 855	5 019	3 426	3 458
												% —
1. Canada and Newfoundland	0.6	1.4	3.8	3.4	1.7	—	—	—	0.2	—	—	—
2. U. S. S. R.	—	0.1	2.0	5.8	5.4	5.6	5.8	11.7	15.4	26.3	28.5	27.7
3. Finland	13.2	20.3	19.5	18.4	21.3	23.5	23.5	17.3	15.6	13.0	14.3	23.3
4. Esthonia, Latvia, Lithuania and Poland	4.4	7.4	7.1	5.2	4.2	12.9	10.4	11.0	9.3	8.8	7.0	7.6
5. Sweden	11.5	13.0	15.9	11.0	11.3	9.7	11.6	12.9	13.0	10.0	7.9	9.3
6. Norway	8.4	6.4	4.6	4.4	3.8	4.0	3.0	3.0	2.1	2.0	1.9	0.8
7. Germany	0.3	0.5	0.3	1.3	1.7	3.0	2.1	0.8	0.7	0.9	1.9	0.4
8. France	60.3	44.2	42.6	45.3	49.2	39.6	39.8	40.1	39.1	34.2	31.0	13.1
9. Portugal	0.5	6.0	3.4	3.4	0.2	0.4	2.5	2.7	4.0	4.1	6.9	17.3
10. Other countries	0.8	0.7	0.8	1.8	1.2	1.3	1.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.5
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

tuonti eri maista vuosina 1921—1950.
Kingdom by exporting Countries in 1921—1950.

1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950
— 1 000 solid cu. m.																	
117	86	144	127	148	167	89	980	209	5	84	222	447	971	932	864	711	35
885	1 148	1 277	1 098	1 045	406	476	6	—	26	8	44	39	20	46	—	—	—
793	1 000	1 194	1 379	1 528	1 192	692	—	—	—	—	—	203	671	1 087	842	520	637
214	254	298	251	833	403	294	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
445	320	204	102	262	195	125	16	—	—	—	—	—	116	165	148	503	228
39	47	40	35	52	25	26	12	—	—	—	—	—	56	73	23	72	34
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	86	324	94	131	80
329	371	714	368	426	386	432	275	—	—	—	—	—	51	147	183	126	161
629	842	397	231	256	195	166	252	46	—	—	—	—	—	—	65	133	40
20	34	6	6	31	13	11	23	17	15	12	2	4	8	8	120	205	352
3 499	4 102	4 274	3 597	4 581	2 982	2 311	1 564	272	46	104	268	694	1 979	2 782	2 339	2 401	1 567
per cent																	
3.3	2.1	3.4	3.5	3.2	5.6	3.8	62.6	76.8	10.9	80.8	82.9	64.4	49.1	33.5	36.9	29.6	2.2
25.3	28.0	29.9	30.5	22.8	13.6	20.6	0.4	—	56.5	7.7	16.4	5.6	1.0	1.7	—	—	—
22.7	24.4	27.9	38.3	33.4	40.0	30.0	—	—	—	—	—	29.3	33.9	39.1	36.0	21.7	40.7
6.1	6.2	7.0	7.0	18.2	13.5	12.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.7	7.8	4.8	2.8	5.7	6.5	5.4	1.0	—	—	—	—	—	5.9	5.9	6.3	20.9	14.5
1.1	1.1	0.9	1.0	1.1	0.9	1.1	0.8	—	—	—	—	—	2.8	2.6	1.0	3.0	2.2
0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	4.3	11.6	4.0	5.5	5.1
9.4	9.1	16.7	10.3	9.3	13.0	18.7	17.6	—	—	—	—	—	2.6	5.3	7.8	5.3	10.3
18.0	20.5	9.3	6.4	5.6	6.5	7.2	16.1	16.9	—	—	—	—	—	—	2.8	5.5	2.5
0.6	0.8	0.1	0.2	0.7	0.4	0.5	1.5	6.3	32.6	11.5	0.7	0.6	0.4	0.3	5.2	8.5	22.5
100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

ON THE FLOWERING OF BIRCH AND THE QUALITY OF SEED CROP

RISTO SARVAS

KOIVUN KUKKIMISESTA JA SIEMENSADON LAADUSTA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1952

Contents

	Page
Introduction	3
Flowering of birch	4
Methods of investigation	4
Annual cycle of flowering	7
Daily cycle of flowering	14
Abundance of flowering in different years	16
Quality of birch seed crop	20
Quality of seed crop in different years	20
Average quality of seed crop	23
Comparison between course of flowering and seed crop quality	27
Results and conclusions	31
Literature cited	33
Suomenkielinen selostus	35

Explanation of symbols employed in the tables:

— = 0, according to investigations,
. = no result reported because uninvestigated.

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Introduction

In Finnish silviculture relatively great attention has been devoted to a study of all aspects of the natural regeneration of forests. This is readily understandable for the majority of Finland's forests are regenerated naturally. Among extensive general investigations carried out may be mentioned especially those by Olli Heikinheimo (1915) and Aaltonen (1919). They provide a comprehensive and very detailed description of the condition of seedling stands and of their afforestation value in particular. These investigations have subsequently inspired many special studies, among which those by Olli Heikinheimo (1932, 1937, and 1948) into the seeding of our forest trees are of particular importance and, in the length and the completeness of their observation series, unique. In his last-mentioned investigations Heikinheimo repeatedly finds an important interdependence between flowering and seeding. This is quite natural, the primary purpose of flowering being to produce a seed crop. The flowering biology of our forest trees in fact constitutes an essential part of their regeneration biology.

For this reason it seemed necessary to obtain more accurate information than has been available hitherto on the flowering of forest trees and its influence on the quantity and quality of seed crop.

Together with the increasing attention that is being devoted in silvicultural science and practical forestry to the genetic factors of forest trees, the need of increasingly detailed information on the flowering of our forest trees has grown greatly. The morphological and anatomic structure of forest tree flowers, it is true, has already been studied with great accuracy, primarily thanks to the interest they aroused from the point of view of general plant taxonomy. Of the flowering itself, its ecology, on the other hand, we know surprisingly little. An important reason is probably the large size of the forest trees, which makes it difficult to carry out accurate observations of and investigations into flowering.

For the present investigation our arborescent birch species, *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. have been selected as the objects of study. Birch, in the following, will refer to these birch species together, unless otherwise specified. A reply is being sought primarily to the following questions:

1. What is the annual and daily cycle of flowering like, and how does the abundance of flowering vary in different years?

2. What is the average quality of seed crop [1]) like, how does it vary in different years and what influence do different flowering conditions have on the quality of seed crop?

Now that I am concluding, at least partly, this investigation, I would like to express my deep gratitude to my superior, Professor Olli Heikinheimo. I have benefitted inestimably from his great experience and good advice. I also acknowledge gratefully the contribution made by my colleague, Mr. Olavi Helenius, B. F., who has helped me in the field-work throughout the six years I have been employed on this investigation. My thanks are also due to Mr. Pentti Launonen, B. F., and Mr. Lauri Kärki, B. F., who have executed with great care bulk of the laboratory work involved.

I am greatly indebted also to Mr. Teivo Pentikäinen, Ph. D., from whom I have received much useful advice on the parts of this investigation bordering on statistical mathematics and who has kindly carried out the calculation of the probability of fertilization.

In the course of my work I have received economic support from the Emil Aaltonen Foundation and Koivukeskus, for which I wish to express my respectful thanks. This assistance had made possible e. g. the acquisition of expensive special equipment and a journey abroad from which the investigation has greatly benefitted.

Flowering of birch

Methods of investigation

The essential process of flowering is that the male gamete passes, from the organ producing it, into the organ producing female gametes. In flowering, therefore, pollen grains are usually the active party, and the pistillate flowers are the more passive party. In studying flowering, particularly with anemophilous flowers, the attention is therefore drawn especially to male flowering and pollen. This is true of the present investigation also. — With anemophilous plants, after the pollen has left the anthers it floats in the air for a shorter or a longer time and finally falls to the earth or into water courses, or is caught in tree canopies. Pollen drifting in the air is called, in the following, pollen cloud,

[1]) Here, as in forest literature generally, »birch seeds» will be used for the sake of simplicity, although naturally the complete fruits or nutlets are in question.

that caught by trees, bushes etc. above the soil surface p o l l i n a t i o n, and that falling to the ground p o l l e n r a i n.

The probability of the pollination of the pistils is naturally quite essentially dependent on the quantity of pollination, which therefore deserves special interest.

Periodical variations in and relative quantities of pollination have been studied by rotating cylinder meters, and the absolute quantities of pollination by globe meters. A description of these pollen meters, constructed for the present investigation, is given in the following.

In the r o t a t i n g c y l i n d e r m e t e r [1]) an ordinary clockwork mechanism, employed e. g. in self-recording meteorological machines, is placed inside a cylindrical tin plate container equipped with a lid (Fig. 1—2). There is an interval of some 3 mm between the exterior casing of the clockwork mechanism

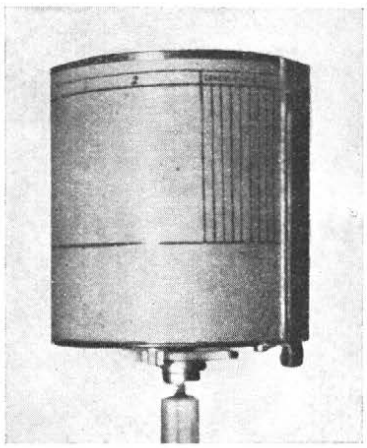


Fig. 1. Clock cylinder of the rotating cylinder meter, with a celluloid band thinly coated with vaseline fastened on the surface. On the celluloid are marked the days of the week, and the first day is marked off in 4-hour divisions. 0.39 × actual size.

Kuva 1. Pyörivän sylinterimittarin kellorasia, jonka päälle on kiinnitetty vaseliinilla ohuelti peitetty selluloidinauha. Selluloidiin on merkitty viikon päivät ja ensimmäisen päivän kohdalle lisäksi myös 4 tunnin kaistaleet. 0.39-osa luonnollisesta koosta.

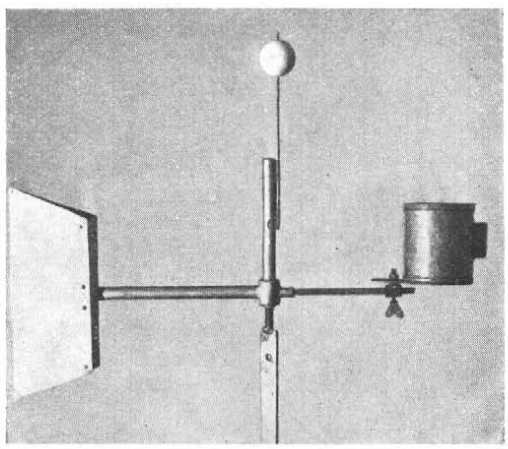


Fig. 2. Weather vane, with rotating cylinder meter fastened to its right arm and a globe meter on top. The diameter of the globe is 5.6 cm. In the field the vane is fastened on the top of some fit tree. $^1/_{12}$th of actual size.

Kuva 2. Viiri, johon on oikealle kiinnitetty pyörivä sylinterimittari ja päälle kiintcä pallomittari. Pallon läpimitta 5.6 cm. Maastossa viiri kiinnite'ään jonkin sopivan puun latvaan. $^1/_{12}$ luonnollisesta koosta.

and the interior surface of the metal container. The front wall of the container has a V-shaped vent for the intake of pollen-bearing air. The vent is 5 cm in height; its interior opening, 3 mm wide, is 2 mm from the casing of the clockwork

[1]) This meter was first demonstrated by the author at the meeting of the Finnish Society of Forestry held on Dec. 18, 1946.

mechanism. The bottom of the container has a round opening, 2 cm in diameter, through which the air that has surrendered its pollen can escape. The most important feature of the meter is a clear celluloid band, equal in size to the casing of the clockwork mechanism, fastened like e. g. a thermograph band around the clockwork mechanism. 24-hour divisions are marked in advance, and the band is coated with a thin even layer of vaseline. The vaseline is best applied over a slightly heated electric plate. The container, with its clockwork mechanism, is finally attached to a weather-vane in such a way that the vent in the front wall of the cylinder always faces into the wind (Fig. 2).

The meter operates as follows. Air currents enter through the vent in the front wall of the metal container and push against the vaseline layer on the celluloid; the pollen grains in the air stick to the vaseline. The air continues out through the opening at the bottom of the container. After 7 days, when the clock has completed its round, the celluloid band is replaced. At the same time a check is made to ensure that the clock has operated correctly.

After changing the celluloid bands the old band is covered with a thin strip of cellophane. The air bubbles that tend to remain between the film and the cellophane can be reduced to a minimum by first greasing the lower surface of the cellophane with a very thin layer of mineral oil. The cellophane is naturally best applied in the laboratory. To carry the new celluloid band to the field and bring back the old one to the laboratory a close-fitting box made for the purpose is used.

The counting of the pollen grains from the film strips is effected with a microscope. It is not necessary, of course, and is hardly practicable, to count all the pollen grains; a representative sample of sufficient size will be enough. In the present investigation the procedure adopted was that from each vertical section representing a period of 4 hours 9 circular sample plots of the size of the low-power field of the microscope (magnification $5 \times 1.5 \times 40$) were studied.

Globe meters, which have been employed to measure the absolute quantity of pollination and for the comparison of the absolute quantities in different years, are small globes cast of porcelain, approx. 6—3 cm in diameter, coated with a thin layer of vaseline and placed in the field in connection with rotating cylinder meters, on top of long sticks or on tree tops (Fig. 2.). The vaseline coating was applied in the laboratory, and the globes were immediately placed into a close-fitting transport box made for the purpose.

For the study of absolute quantities of pollen rain and pollination the earlier practice was to use horizontal Petri dishes, with glycerine-impregnated blotting paper as the pollen-catching surface (Hesselman 1919), horizontal and vertical slides coated with glycerine-gelatin or gelatine alone (e. g. Jentys-Szaferowa 1938, Scamoni 1938, Dengler and Scamoni 1944, Fielding 1947 and Scamoni 1949), and vertical celluloid cylinders coated with glycerine-gelatine (Rempe 1938).

In the present investigation a globe surface was considered the ideal form of meter since it is always at right angles to the wind. The great advantage is that in the different places and different wind conditions the measuring results of the absolute quantity of pollination obtained with these meters are better comparable than those achieved with more restricted meters pointing in certain directions only.

The counting of pollen grains direct from the surface of the globe meters is more difficult than from a flat surface or from a cylindrical surface that can easily be spread flat. In the present investigation the vaseline layer of the globes, with its pollen grains, was first dissolved in xylene, most of the vaseline removed by

centrifuging the solution, and finally the xylene was evaporated in a flat-bottomed Petri dish. It was then possible to count the pollen grains with a microscope, using the circular-survey method. The »cover glass» in Petri dishes consisted either of thin cellophane or a thin layer of mineral oil. The most usual method has been to study 200 circular sample plots of the size of the low-power field of the microscope (magnification 5 × 1.5 × 40).

In order to obtain an idea of the potential measuring errors of globe meters 10 globe meters were placed on a clear-cut area of approx. 6 ha in the Ruotsinkylä Experimental Area of the Forest Research Institute. The meters were in situ in the spring of 1948, during the term of flowering of birch. The following amounts of birch pollen grain were counted from the different globes per sq. mm. of the cross section of the meter globe: 120, 88, 92, 104, 104, 112, 76, 84, 100, 112 or on an average, 99.2 ± 4.4 grains/sq. mm. As the experiment was the first attempt at using globular meters to measure pollination, the result was considered quite satisfactory.

The main part of the investigations has been carried out in two birch stands of different location: one of them, a stand of *Betula verrucosa*, lies on the northern outskirts of Helsinki, in the grounds of Ilmala meteorological station (lat. 60°12′, long. 24°55′ E Gr., 45 m above sea level), while the other, a stand of *B. pubescens*, is in the grounds of the Agricultural Experimental Institute in the area of Tikkurila (lat. 60°18′, long. 25°4′ E Gr., 25 m above sea level), some 10 km north-east of the former. Each stand is approx. 0.2 ha only. The age of the Ilmala *B. verrucosa* stand is (in 1951) 45 years, average height of dominant trees 18.0 m, and the volume of growing stock approx. 110 cu. m./ha. The age of the Tikkurila *B. pubescens* stand is 65 years, average height of dominant trees 18.0 m, and the volume of growing stock approx. 125 cu.m./ha. The surrounding areas in Ilmala are hilly, in Tikkurila fairly level.

The forests are generally dominated by coniferous trees. For instance, according to the Second National Forest Survey (Ilvessalo 1942, p. 278, Table 23), primarily concerned with conditions in 1938, in the Uusimaa area surrounding the places studied birch accounted for only 9.0 % of the total forest land area (the figure for the whole Southern half of Finland was 17.9 %). At least in the forests in the immediate vicinity of the places of study *B. verrucosa* is the dominating birch species.

Annual cycle of flowering

The course of the annual cycle of the flowering of birch staminate flowers has been studied by means of rotating cylinder meters, the structure and operation of which meters was described above. Measuring

Table 1. Pollination, measured by rotating cylinder meter, on Ilmala Betula verrucosa stand, and data on air temperatures.

Taulukko 1. Pölytys mitattuna pyörivällä sylinterimittarilla Ilmalan rauduskoivikossa ja tietoja ilman lämpötilasta.

Date *Päivämäärä*	Hour — *Kelloaika*						Together *Yhteensä*	Hour — *Kelloaika*					
	0—4	4—8	8—12	12—16	16—20	20—24		2	6	10	14	18	22
	Pollen/mm² — *Kpl./mm²*							°C					
20. 5. 46	—	—	12	1	—	9	22	8.0	7.7	10.1	13.8	14.0	9.0
21.	2	—	—	129	141	4	276	5.9	6.1	10.9	14.6	12.7	8.6
22.	2	8	52	35	63	4	164	4.9	6.7	10.3	11.0	10.8	7.9
23.	—	8	2	2	3	1	16	5.0	6.5	11.7	12.4	12.1	7.1
24.	—	1	9	22	8	1	41	2.9	7.0	13.2	16.0	14.4	9.4
25.	1	—	4	9	15	11	40	8.8	9.9	15.5	16.2	17.1	14.2
26.	1	2	14	23	25	—	65	9.9	10.4	20.1	20.7	20.0	16.7
27.	—	—	—	3	9	5	17	11.8	13.9	21.3	22.3	21.2	16.7
Σ and M	6	19	93	224	264	35	641	7.2	8.5	14.1	15.9	15.3	11.2
10. 5. 47	—	—	2	—	1	—	3	8.7	7.2	15.5	16.1	12.9	10.2
11.	—	—	—	2	2	4	8	8.0	6.4	13.1	15.8	16.5	13.6
12.	2	4	16	56	56	—	134	8.8	9.9	17.2	20.5	17.7	13.0
13.	—	1	12	5	—	—	18	7.1	8.2	13.9	13.9	14.1	9.9
14.	2	4	2	3	2	—	13	10.5	10.6	13.6	13.2	12.3	9.4
15.	—	—	7	4	1	1	13	9.3	11.7	17.2	16.2	17.1	13.3
16.	3	2	4	3	3	—	15	8.4	7.7	15.2	11.8	13.3	11.2
17.	1	—	—	—	—	—	1	6.2	5.3	9.2	11.8	11.5	6.3
Σ and M	8	11	43	73	65	5	205	8.4	8.4	14.4	14.9	14.4	10.9
2. 5. 48	—	—	—	1	—	—	1	2.9	3.2	7.5	13.2	9.2	4.4
3.	1	—	—	—	—	—	1	5.1	4.2	5.9	9.4	8.2	4.6
4.	2	1	—	1	—	—	4	6.8	6.1	8.1	15.6	15.1	6.9
5.	—	—	1	4	1	—	6	2.6	1.8	11.0	12.0	12.7	9.6
6.	4	9	10	10	20	22	75	5.8	7.2	14.2	15.8	15.4	11.4
7.	17	17	6	20	33	2	95	11.0	8.6	14.2	14.1	15.9	12.0
8.	1	—	6	16	29	4	56	9.8	8.5	17.5	20.2	18.7	12.5
9.	—	—	7	7	5	—	19	7.8	8.0	15.0	12.2	11.0	6.6
10.	—	1	8	10	7	3	29	6.8	7.5	12.3	14.0	14.1	10.9
11.	1	—	2	1	1	—	5	9.4	8.9	12.6	11.5	9.9	11.2
12.	2	6	3	1	—	—	12	10.8	10.6	12.7	10.4	11.7	10.4
13.	—	—	—	—	—	—	—	8.0	9.1	12.4	12.6	10.9	9.9
Σ and M	28	34	43	71	96	31	303	7.2	7.0	12.0	13.4	12.7	9.2
14. 5. 49	—	—	—	—	1	—	1	7.2	7.6	11.6	15.8	16.9	8.7
15.	—	—	1	—	—	—	1	7.9	9.7	17.5	19.6	16.7	11.5
16.	1	1	1	3	12	4	22	9.2	12.0	17.6	19.3	17.9	14.8
17.	1	—	—	—	—	—	1	11.3	11.2	13.8	17.2	15.2	11.3
18.	—	—	—	—	—	—	—	9.4	11.2	20.4	18.7	19.2	5.9
Σ and M	2	1	2	3	13	4	25	9.0	10.3	16.2	18.1	17.2	10.4
4. 5. 50	4	2	1	1	2	1	11	9.9	9.7	12.4	18.3	18.4	13.7
5.	—	2	—	18	105	—	125	10.9	10.6	17.1	16.7	15.9	12.0
6.	2	15	95	49	1	1	163	8.1	7.0	12.0	12.7	11.7	8.7
7.	2	85	111	240	91	12	541	6.0	7.3	13.7	17.6	15.4	8.7
8.	6	1	9	33	7	1	57	5.1	4.9	9.6	9.8	8.6	6.0
9.	1	2	8	22	13	1	47	3.9	6.0	14.2	15.2	11.5	8.0
10.	—	4	3	12	21	4	44	7.6	8.0	9.8	15.4	13.7	11.3
Σ and M	15	111	227	375	240	20	988	7.4	7.6	12.7	15.1	13.6	9.8
8. 5. 51	—	—	2	7	2	1	12	—0.8	1.7	8.0	7.9	7.7	4.1
9.	—	1	2	1	—	—	4	3.0	3.1	6.1	7.6	9.4	7.7
10.	—	1	2	2	—	—	5	5.7	4.2	7.5	8.0	6.1	3.6
11.	—	4	2	1	—	—	7	2.9	3.0	9.8	11.4	8.7	6.0
12.	1	—	5	2	—	2	10	3.9	6.0	9.4	9.4	9.3	7.6
13.	1	—	2	—	—	—	3	6.1	5.9	5.7	7.3	7.2	5.6
14.	—	1	14	12	3	2	32	5.1	4.3	7.8	8.3	6.6	3.4
15.	—	—	—	—	2	—	2	2.3	3.3	5.3	8.9	7.0	5.6
Σ and M	2	7	29	25	7	5	75	3.5	3.9	7.5	8.6	7.8	5.5

Table 2. Pollination, measured by rotating cylinder meter, on Tikkurila Betula pubescens stand, and data on air temperature.

Taulukko 2. Pölytys mitattuna pyörivällä sylinterimittarilla Tikkurilan hieskoivikossa ja tietoja ilman lämpötilasta.

Date *Päivämäärä*	Hour — *Kelloaika*						Together *Yhteensä*	Hour — *Kelloaika*			Mean *Keskimäärin*	Maximum *Ylin*	Minimum *Alin*
	0—4	4—8	8—12	12—16	16—20	20—24		8	14	20			
	Pollen/mm² — *Kpl./mm²*							°C					
15. 5. 47	5	7	3	11	7	11	44	15.6	17.8	17.8	17.1	22.0	8.7
16.	9	35	16	10	24	3	97	12.4	13.2	11.8	12.5	18.5	6.2
17.	1	1	—	—	—	—	2	10.8	13.6	8.0	10.8	16.0	0.7
18.	—	—	18	11	1	—	30	6.6	9.3	6.4	7.4	10.6	—0.7
19.	3	1	10	2	—	—	16	5.5	12.4	7.2	8.4	13.0	—2.3
20.	1	—	2	—	1	—	4	7.6	9.4	6.8	7.9	11.6	3.3
21.	—	—	2	19	9	—	30	9.2	13.8	11.0	11.3	14.9	0.4
22.	—	—	4	6	6	—	16	12.2	16.4	12.6	13.7	17.0	1.2
23.	—	—	1	—	—	—	1	13.2	20.6	16.0	16.6	21.6	2.7
Σ and M	19	44	56	59	48	14	240	10.3	14.1	10.8	11.7	16.1	2.2
13. 5. 48	—	—	—	—	—	—	—	10.8	14.0	11.6	12.1	16.0	7.8
14.	—	—	—	—	—	—	—	12.8	17.2	11.8	13.9	18.5	9.5
15.	—	—	—	28	11	2	41	10.2	16.8	13.8	13.6	18.1	7.3
16.	1	1	5	1	4	1	13	11.2	13.8	13.2	12.7	15.5	5.0
17.	—	6	4	1	1	—	12	7.6	8.4	6.8	7.6	13.5	5.4
18.	—	1	—	1	—	—	2	5.8	11.0	7.0	7.9	13.2	2.6
19.	—	—	—	1	—	—	1	11.0	15.2	11.6	12.6	17.0	—1.0
20.	—	—	2	1	2	1	6	11.8	11.4	9.6	10.9	14.5	2.0
21.	—	—	1	1	—	—	2	9.0	15.4	10.6	11.7	17.0	—0.5
22.	—	—	—	—	—	—	—	11.6	12.0	8.8	10.8	14.6	—1.5
Σ and M	1	8	12	34	18	4	77	10.2	13.5	10.5	11.4	12.6	3.7
18. 5. 49	—	—	—	—	—	—	—	16.7	21.0	18.4	18.7	23.5	3.5
19.	—	—	—	1	—	—	1	19.8	23.4	18.3	20.5	24.4	7.2
20.	—	—	1	1	—	—	2	19.0	21.6	17.0	19.2	24.5	7.9
21.	—	—	—	1	—	—	1	17.6	20.2	18.2	18.7	22.2	10.0
22.	—	—	—	—	—	—	—	12.2	16.6	15.2	14.7	18.3	8.7
Σ and M	—	—	1	3	—	—	4	17.1	20.6	17.6	18.4	22.6	7.5
10. 5. 50	8	1	—	—	10	4	23	9.2	15.8	15.0	13.3	17.3	2.8
11.	—	1	23	23	13	20	80	12.0	16.4	12.4	13.6	17.5	6.3
12.	18	18	21	14	1	—	72	11.4	17.2	12.8	13.8	17.6	5.3
13.	—	—	48	45	95	13	201	15.4	17.2	16.2	16.3	21.0	4.0
14.	7	—	5	12	6	3	33	10.6	7.8	8.2	8.9	16.5	6.8
15.	2	4	7	9	1	—	23	8.2	8.2	6.6	7.7	11.0	—1.5
16.	1	—	2	2	—	—	5	6.0	10.2	5.4	7.2	10.2	—4.2
17.	—	2	—	—	1	—	3	4.8	8.8	5.0	6.2	10.5	3.0
18.	—	1	2	—	—	—	3	8.0	14.0	9.6	10.5	14.6	3.0
19.	—	—	—	—	—	—	—	9.0	12.6	11.6	11.7	13.2	5.8
20.	—	—	—	—	—	—	—	7.2	10.2	8.2	8.5	12.9	6.8
Σ and M	36	27	108	105	127	40	443	9.3	12.6	10.1	10.7	13.0	3.5
16. 5. 51	—	—	—	—	—	—	—	8.4	11.3	7.9	9.2	11.5	—0.2
17.	—	—	—	7	9	3	19	9.5	11.7	12.5	11.2	15.5	—1.1
18.	—	1	1	5	6	3	16	10.7	17.3	16.1	14.7	18.1	0.8
19.	3	12	27	15	5	—	62	10.4	15.6	13.4	13.1	16.2	4.0
20.	—	—	9	28	13	—	50	12.1	14.0	13.8	13.3	16.1	—1.6
21.	—	10	5	1	2	—	18	9.1	11.9	7.7	9.6	13.5	5.0
22.	1	—	2	2	5	—	10	5.6	8.6	4.1	6.1	9.9	—2.0
23.	—	—	2	—	—	—	2	4.7	9.6	6.8	7.0	10.0	—1.9
24.	—	1	2	1	—	—	4	5.7	7.0	5.7	6.1	7.8	—3.1
25.	—	—	—	1	1	—	2	5.7	8.3	7.4	7.1	9.4	—0.3
26.	—	—	—	—	—	—	—	7.9	9.2	7.5	8.2	11.8	2.3
27.	2	—	5	—	4	—	11	9.9	10.4	10.6	10.3	14.1	1.9
28.	—	—	2	2	2	—	6	6.9	10.4	7.7	8.3	11.4	4.0
29.	—	1	7	2	2	—	12	4.7	10.1	8.9	7.9	10.9	2.7
Σ and M	6	25	62	64	49	6	212	8.0	11.1	9.3	9.4	12.6	0.8

results are available from a total of six years (1946—1951). Detailed results are given in Tables 1 and 2, which also give data on air temperatures in the flowering period. To reduce the size of the tables they include data on the flowering period proper only. Differentiation between *B. verrucosa* and *B. pubescens* is based on observations made in natural conditions of the course of the flowering and of pollen grain size. In the following, the start of the flowering, maximum pollination and length of annual cycle will be described in some detail.

In the different years of the six-year period of the study the flowering of birch has started at quite varied dates. In 1950 the flowering of *B. verrucosa* began in Ilmala as early as May 5, while in 1946 that of *B. verrucosa* began May 21 and of *B. pubescens* May 28. On the average, in 1946—1951, the flowering of *B. verrucosa* started May 12 and of *B. pubescens* May 18, both in Ilmala and Tikkurila.

These dates may be compared with the phenological observations available in Finland for the period since 1750 (Moberg, 1857, 1894, Kihlman 1900, Brotherus 1907—1925, Reuter 1927——1942). According to these observations, at times defective in many ways, *B. verrucosa* flowers in the surroundings of Helsinki on an average about May 16. For the sake of comparison it may be mentioned that the leafing of birch, by which is meant the appearance of the first normal upper sides of the leaf and which generally occurs some 2—3 days after the flowering, according to Kujala (1924, p. 10) and Kaikko (1940, p. 4), takes place in the district of Helsinki on an average about May 19. Between 1750 and 1951, according to information available, the earliest spring in the surroundings of Helsinki was in 1921, when *B. verrucosa* flowered as early as April 24; next come 1822 (April 25) and 1750 (April 26). The latest flowering dates for *B. verrucosa* have been recorded from the surroundings of Helsinki in 1867 (June 16), 1807 (June 9) and 1909 (June 2) (cf. also Linkola 1924).

These general phenological observations show, therefore, that the date on which the flowering of birch begins in the surroundings of Helsinki may vary over a range of more than 7 weeks. Further, it is seen that among the years with which the present investigation is concerned, 1948, when *B. verrucosa* started flowering May 6, and 1950 (May 5) are years when flowering began considerably earlier than the average; the years 1947 (May 12), 1949 (May 16) and 1951 (May 14) represent average years in this respect, and 1946 (May 21) a year considerably later than the average.

It has already been stated above that *B. verrucosa* starts flowering a few days earlier than *B. pubescens*. In the 6-year period investigated the difference, in the surroundings of Helsinki, averaged 6 days. In observation material collected by the Finnish Scientific Society (Suomen

Tiedeseura) *B. verrucosa* and *B. pubescens* have been distinguished by the observation post of Helsinki in 1904 and 1909—1916 only. On the average, in these years too, *B. pubescens* began to flower approx. 6 days after *B. verrucosa*. According to Kujala's observations (1946, p. 7), too *B. pubescens* flowers in South Finland about a week later than *B. verrucosa*.

Seen from the flowering-ecological point of view, the fact that *B. pubescens* flowers later than *B. verrucosa* means that *B. verrucosa* is generally in leaf when *B. pubescens* flowers. Where the two birch species grow together forming mixed stands, as is usually the case in the greatest part of Finland, *B. verrucosa*, for the above-mentioned reason, obviously considerably restricts the spreading of *B. pubescens* pollen. In addition it must be borne in mind that *B. pubescens* itself usually has more leaves on flowering than *B. verrucosa*.

Flowering and leafing of birch are among the most conspicuous and most important phenological phenomena of Finnish forest nature. They have been devoted much attention by botanists and botany enthusiasts especially, and recorded observations on these phenomena have been made in our country for about 200 years, as mentioned above. It is regrettable that the accuracy of this very valuable observation material suffers at many points from the fact that an accurate distinction has not always been made between *B. verrucosa* and *B. pubescens*. For this reason it is most desirable that observations on the flowering of birch and on other phenological features should be made separately for *B. verrucosa* and *B. pubescens*.

Seen from the plant physiology point of view, the start of flowering depends on many factors, both external and internal, the study of which is outside the scope of the present investigation. However, the phenomena connected with the start of flowering are readily divisible into two groups: 1. ripening to a certain degree of preparedness, and 2., the release of this degree of preparedness into flowering.

Ripening to a certain degree of preparedness evidently depends quite closely on the temperature conditions of the spring. In a normal spring in the surroundings of Helsinki the average daily temperature exceeds 0° C at the turn of March, and by the middle of May is about +9° C. Then, generally, a suitable state of preparedness has been reached. Short-term variations in weather are mostly characterized by minima and maxima moving from West to East. In normal springs it is fairly common for a strong heat wave to reach South Finland about the middle of May, resulting in an increased average daily temperature of over + 10° C, and it may even reach + 15—20° C, relative humidity falling to approx. 50—60 %. The arrival of the first heat wave of this kind usually releases the flowering. If the heat wave persists for 3—5 days

B. pubescens will follow *B. verrucosa* fairly closely in flowering, but if the heat only persists for a couple of days *B. pubescens* often only flowers on the arrival of the next heat wave.

Characteristic of the general course of the flowering itself is that at the very beginning, within 1—3 days of the start proper of flowering, a strong maximum sets in. This maximum may then be followed by 1 or 2 days of fairly intense flowering but after that pollination usually remains fairly slight. For instance, as regards the pollination of *B. verrucosa* in 1946—1951, an average of 77 % of the total pollination coincided with the first three days of flowering proper; for *B. pubescens* the corresponding figure was 70 % (cf. Tables 1 and 2, p. 8 and p. 9). The length of the whole annual cycle is difficult to define as individual pollen grains keep floating for a relatively long time after the principal pollen shed (and in part before it).

As flowering occurs so rapidly over extensive localities it is evident that it has a much faster course still in isolated stands and tree individuals. With several birch individuals it has been found that the whole annual cycle of flowering is over within a single nice spring day.

The general course of the annual flowering cycle evidently depends greatly on the tree species. Strongly concentrated pollination over a few initial days of the flowering period is particularly characteristic of *B. verrucosa* and *B. pubescens*. For the sake of comparison it may be mentioned that e. g. our alder species closely related to the birch, *Alnus glutinosa* and *A. incana*, represent a very different type in this respect, characterized by a more or less even distribution of pollination throughout the flowering period of approx. two weeks (R e m p e 1938, p. 107, Fig. 3, and Matti H e i k i n h e i m o 1950).

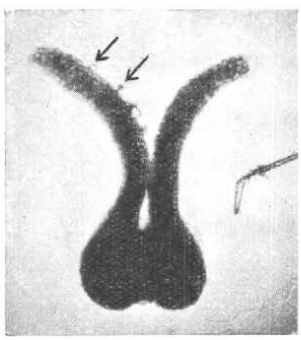


Fig. 3. Pistillate flowers of *Betula verrucosa* at the height of the flowering period. The arrows indicate pollen grains caught by the pistils. Magn. × 50.

Kuva 3. Betula verrucosan emikukkia parhaan kukkimisen aikaan. Nuolet osoittavat luoteille takertuneita siitepölyhiukkasia. Suurennus 50-kertainen.

Efforts have been made in the present investigation to devote special attention to the influence that climatic factors and particularly unfavourable weather exert on the course of flowering. In this respect the material offers a great variety. Apart from the fact that observations are available for a period of six years, the flowering of *B. verrucosa* and *B. pubescens* in most years occurs on such widely dispersed dates that the weather of the flowering periods may be very different. As unfavourable weather must be classified primarily rainy and exceptionally cold weather.

The following is the precipitation for the different years at the time of birch flowering.

At Ilmala in	1946,	May	20	at	21.03—	approx.	0.6 mm,
		»	21	»	8.50— 9.30	and	
					11.30—19.55	total	4.6 »
		»	24	»	10.25—10.30		0.1 »
	1948	»	7	»	18.58—	approx.	1.8 »
		»	12	»	12.17—18.20	and	
					19.15—19.50	total	23.0 »
	1949	»	16				0.3 »
		»	17	»	9.25— 9.55		0.4 »
	1951	»	12				0.9 »
		»	13	»	4.10—11.55,		
					12.40—13.35	and	
					13.52—	approx.	5.1 »
		»	14	»	15.25—		0.5 »
		»	15	»	4.42— 4.47	and	
					7.50— 8.08	total	0.3 »
At Tikkurila	1947	»	17	»	18.40—		7.4 »
		»	19	»	16.46—19.56		3.0 »
	1948	»	13	»	14.53—19.00		3.7 »
		»	14	»	15.25—16.40		11.0 »
		»	15	»	— 8.25		0.4 »
		»	17				0.1 »
	1950	»	11				0.1 »
	1951	»	22	»	18.10—19.45		0.4 »

It is evident from the above that short showers in particular are frequent at the time of flowering of birch. Their influence will be discussed later in connection with the daily cycle. Prolonged rains have not occurred.

Prolonged cold weather, on the other hand, is not unusual during the flowering period of birch. The spring of 1951 offers a good example in the material investigated. Male catkins were fairly abundant in *B. pubescens* that spring (cf. Table 6, p. 18), but due to the cold weather a fairly weak maximum pollination only occurred at the beginning of flowering (Table 2, p. 9), and the annual cycle was exceptionally prolonged.

Few observations are available on the course of the annual flowering cycle of the pistillate flowers. As a rule the pistillate flowers were fully developed about a day before the tree individual concerned began to pollinate. The birch, hence, seems to be metandric. The length of the annual cycle has been studied by artificially intensifying at fixed intervals the pollination of some pistillate flowers, and its influence on the quality of the seed has been studied. In 1948 an experiment effected with *B. pubescens* yielded, as a result of natural pollination alone, seed containing 43 % of empty nutlets; as a result of intensified pollination on the day that flowering started the percentage of empty nutlets was reduced to 22, whereas the effect of artificial pollination carried out 4 days after the start was considerably less, empty seeds accounting

for 31 % of the total crop. Accordingly 4 days after the start of flowering the fertilization ability of pistillate flowers was markedly reduced. After six days the pistils were so blackened and hardened even that flowering was evidently definitely over. Hence, the pistillate flowers are best capable of receiving the pollen for some 2—3 days only, although considerable variation in this respect may naturally obtain between the different years and different tree individuals.

Daily cycle of flowering

The daily cycle of birch flowering was studied with rotating cylinder meters at the same times as the annual cycles, and the results are given in the same table (Tables 1 and 2, p. 8 and p. 9).

Even a superficial glance at the daily cycle reveals a very great difference between the day and night periods on the one hand, and a remarkable uniformity and regularity of the different days on the other. Pollination reaches its maximum fairly regularly in the afternoon, about 16.00 hours. It is least at night, from 22.00 to 06.00, when it approaches zero.[1]) The differences in the course of the pollination at different hours of day and night are seen in more detail from Table 3, which combines

Table 3. Relative pollination at the different hours of day and night, and weather data. Observations recorded on three days of maximal pollination in each of the years 1946—1951.

Taulukko 3. Pölytyksen suhteellinen määrä vuorokauden eri aikoina ja säätietoja. Kultakin vuodelta kolmen pölytyksensä puolesta maksimaalisen vuorokauden havainnot vuosien 1946—1951 aikana.

Tree species and climatic factor *Puulaji ja säätekijä*	Hour — *Kelloaika*					
	0—4	4—8	8—12	12—16	16—20	20—24
% of daily pollination — % *koko vuorokauden pölytyksestä*						
Betula verrucosa	2	8	19	35	33	3
Betula pubescens	5	13	25	26	24	7
Ilmala Meteorological Station — *Ilmalan sääasema*						
Mean temperature, +°C — *Keskilämpötila, +°C*	7.3	7.8	13.6	14.7	13.9	10.0
Relative humidity, % — *Suhteellinen kosteus, %*	68	66	50	44	48	62
Wind velocity, m/sec. — *Tuulen nopeus, m/sek.*	4.4	4.2	5.0	5.9	5.3	4.3

[1]) The almost regular reduction of pollination during the night to zero or close to zero, and the firm interdependence between pollination and exceptional weather conditions show that the air flowing into the pollination meter really does leave all its pollen content on the right section of the vaseline surface of the celluloid band.

the results from 1946—1951. Only three days of maximum pollination are included for each year. The same table also provides information on the average nature of the weather in the period concerned.

A study of Table 3 shows, firstly, that there are no essential differences between the daily flowering cycles of *B. verrucosa* and *B. pubescens;* but the afternoon maximum is not as marked with *B. pubescens* as with *B. verrucosa*. It can be seen, in addition, that the average daily variations in the climatic factors most important from the flowering point of view — temperature, relative humidity and wind velocity — follow a course similar to the pollination.

A comparison of the real daily course of pollination with the climatic factors of the corresponding period shows, further, that most of the perceptible deviations from the average picture are explicable by exceptional climatic conditions.

For instance, the relatively abundant pollination compared with the hour of the day measured for *B. verrucosa* on May 22, 1946, 08.00—12.00 hours (cf. Table 1, p. 8), is explained by the intensity of the wind, which at that particular period achieved its daily maximum of 7.0 m/sec. The same holds good of the abundant pollination recorded on May 6, 1948, 20.00—24.00 hours, with the wind varying from 8.0 to 7.5 m/sec., and on May 7, 1950, 04.00—12.00, when the wind velocity varied from 5.2 to 7.6 m/sec.

Temperature and the relative humidity of air, closely dependent on temperature, seem therefore to determine the general picture of the course of pollination, to which wind conditions then add their own special features.

The great importance of temperature and relative humidity lies in the fact they are the starting factors in the cohesion mechanism that finally opens up the anthers. The wind shakes the pollen off the anthers and thus increases the pollen floating in the air. As pollination is proportionate both to the amount of airborne pollen and to the wind velocity, the influence of the wind is obviously quite considerable.

The release of pollen from the anthers, however, is obviously no purely mechanical phenomenon. It is linked up with the entire physiology of the flowering trees and follows a certain rhythm even on days during which the above-mentioned climatic factors vary relatively slightly. Particularly observable is the fact that a fairly high temperature, even in the early hours of the night, cannot prevent a rapid reduction in pollination (cf. e. g. Table 1, p. 8, May 12 1947, May 7 1948, and May 5 1950, and Table 2, p. 9, May 13 1950, May 19 and 20, 1951).

Meriting special attention in this connection are, in addition, frosts and rains.

From 1946 to 1951 there was no frost at all at Ilmala observation post at the time of birch flowering, but at Tikkurila frosts occurred several times. The night frosts coinciding with the abundant flowering of *B. pubescens* on May 18, 1947 (—0.7° C), May 15, 1950 (—1.5° C) and May 20, 1951 (—1.6° C) deserve special mention. It is remarkable that they do not seem to have affected the course of the daily pollination cycle to any degree worth mentioning.

During the flowering period of birch rain fell both at Ilmala and Tikkurila, as reported in detail on p. 13 above. Of the rain recorded at Ilmala, special attention is attracted by the falls recorded on May 21, 1946 (4.6 mm) and May 7, 1948 (1.8 mm), as they coincided with the abundant pollination of *B. verrucosa*. At Tikkurila rain coincided with the abundant pollination of *B. pubescens* on May 17, 1947 (7.4 mm), May 15, 1948 (0.4 mm) and May 11, 1950 (0.1 mm). The influence of these relatively short falls of rain on the course of the daily cycle of pollination seems to have been surprisingly slight. It is of course difficult to say whether the total amount of pollination on the rainy days concerned would have been considerably higher if there had been no rain, but pollination had usually returned to its former value about an hour after the rains (cf. also Scamoni 1938, p. 308).

In considering the daily cycle of pollination it must be stated, finally, that the very great regularity of the cycle and its distinct dependence on local climatic factors emphasizes the decisive part played by local forests in the formation of pollen cloud. For instance, the fairly regular nocturnal minimum, almost approaching zero, in spite of considerable nocturnal winds, would be difficult to understand if large quantities of pollen should often drift over distances of hundreds of kilometres.

Abundance of flowering in different years

It is generally known that with most forest trees the abundance of flowering varies considerably in different years. This holds good of birch as well. The material for investigations of the annual cycle of pollination (Tables 1 and 2, p. 8 and 9) also provides a fairly good picture of the differences in the total pollination in the different years. To obtain a clearer general idea, Table 4, gives a compilation of this material; the pollination of *B. verrucosa* in 1950 is taken at 100 and pollination in the other years and the pollination of *B. pubescens* is expressed in percentages of this value.

The absolute pollination has been studied, as reported in detail above, with globe meters. However, these investigations were not actually started before 1949, and hence do not give a complete picture of the

Table 4. Relative pollination in the different years investigated. Betula verrucosa in 1950 = 100.

Taulukko 4. Pölytyksen suhteellinen määrä eri tutkimusvuosina. Rauduskoivu v. 1950 = 100.

Tree species *Puulaji*	Year — *Vuosi*						Mean *Keski-määrin*
	1946	1947	1948	1949	1950	1951	
	%						
Betula verrucosa	65	21	31	3	100	8	38
Betula pubescens	·	24	8	1	45	21	20

whole period of investigation. The results attained with globe meters are given in Table 5. They afford a good idea of the general absolute pollination and are of interest in estimating the probability of the pollination of pistillate flowers. As the pistil surface area actually opposing pollen cloud (longitudinal central sections of the pistils) can be estimated at approx. 2×0.06 sq. mm [1]) (cf. Fig. 3), it is obvious that the probability of pollination in fairly poor pollen years also is considerable, while in good years nature seems to waste the precious components of pollen lavishly.

Table 5. Absolute pollination in some of the years investigated.

Taulukko 5. Pölytyksen absoluuttinen määrä muutamina tutkimusvuosina.

Tree species *Puulaji*	Year — *Vuosi*			Mean *Keski-määrin*
	1949	1950	1951	
	Pollen/mm² — *Kpl./mm²*			
Betula verrucosa	3	125	25	51
Betula pubescens	2	65	35	34

In order to obtain a clearer picture of the pollination of pistillate flowers the amount of pollen grains caught by the pistils of an emasculated *B. verrucosa* was examined in the field in the spring of 1951, immediately after maximum pollination, by means of a dissection microscope. The result obtained was an average of 3.1 pollen grains per gynaecium. Approx. 6 % of the gynaecia had remained completely pollen-less. Hence, in this spring of rather poor pollination, the pollination of pistillate flowers seemed indeed to be fairly well secured.

The influence of climatic factors on the course of the annual and daily cycle of flowering has already been discussed above. In addition, it is of importance to elucidate the influence of climatic factors on

[1]) Ten samples, each comprising 40 pistils, taken on different days during the flowering and from different trees, gave an average length of pistil of 0.60 ± 0.022 mm and diameter of 0.10 ± 0.003 mm.

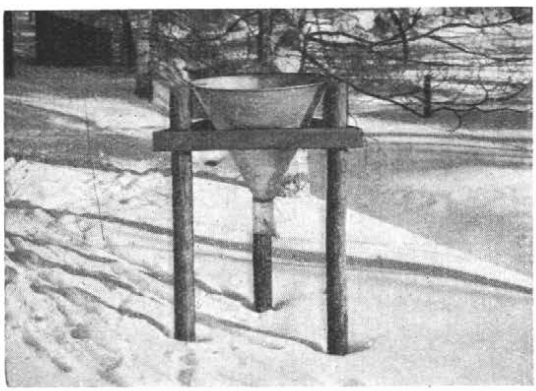


Fig. 4. Funnel-shaped seed trap. Aperture 0.5 sq. m.
Kuva 4. Suppilonmuotoinen siemennysmittari. Suuaukko 0.5 m².

total pollination. This is not easy. It is very difficult to estimate what the pollination might have been had climatic conditions been ideal.

Some idea of the potential pollination in the different years may be obtained by observing the abundance of male catkins. The abundance of male catkins, and particularly the variations in their amounts in different years, has been measured by collecting the remnants of male catkins shaken off after flowering into 0.5 sq. m. funnel-shaped meters (Fig. 4). The results of these measurements, as relative values, are given in Table 6. The catkins of *B. verrucosa* in 1950, totalling 30.8 g/sq. m, has been taken at 100 in the table. As *B. verrucosa* flowered in quite ideal conditions in the spring of 1950, this is a very suitable year to take as a basis of comparison.

A comparison of Table 6 with Table 4, which shows the relative pollination, reveals that the amount of male catkins, compared with the pollination, has been larger in most years than in 1950, which suggests the unfavourable effect of climatic conditions. The year 1951 in particular is conspicuous in this respect for *B. verrucosa*, and the years 1947, 1948 and 1951 for *B. pubescens*. In all these cases flowering occurred for the most part in exceptionally cold weather, and in 1948 the flowering of *B. pubescens* was also interrupted several times by rain (cf. p. 13). It therefore seems quite probable that cold weather coinciding with the

Table 6. The relative dry matter content of the remnants of male catkins in the different years investigated. Betula verrucosa in 1950 = 100 = 30.8 g/sq. m.

Taulukko 6. Hedenorkkojen jätteiden suhteellinen kuiva-ainemäärä eri tutkimusvuosina. Rauduskoivu 1950 = 100 = 30.8 g/m².

Tree species *Puulaji*	Year — *Vuosi*					Mean *Keskimäärin*
	1947	1948	1949	1950	1951	
	%					
B. verrucosa	48	53	3	100	38	48
B. pubescens	67	43	10	·	81	50

period of flowering may induce a considerable reduction in the amount of pollination (cf. also K o h h 1937, pp. 10—11).

Some idea at least of the relative abundance of pistillate flowers in the different years is obtained by studying the quantity of seed crop. The birch, like the majority of our tree species, is parthenocarpic, i. e. the pistillate flowers develop a fruit irrespective of whether or not fertilization has occurred (cf. e. g., H u m m e l 1930). There is some uncertainty about such estimates, however, due to the fact that some of the female catkins, particularly from the lower branches, have been found to be shed already in the spring, immediately after flowering (cf. also D e n g l e r 1932, p. 517). In the present investigation, however, attention was devoted to this phenomenon so late that no detailed information can as yet be given on its occurrence and variation in different years.

The seed crop has been studied by means of the same funnel-shaped meters used to study the shedding of male catkin remnants (cf. also S a r v a s 1948, pp. 15—16). The results for the quantity of all seed in the different years can be seen in Table 7 (absolute figures) and in Table 8 (relative figures).

In this connection it is of importance to note that the differences discernible in the abundance of male catkins (Table 6) and of pistillate

Table 7. Absolute amount of seed crop in the different years investigated (all seed).

Taulukko 7. Siemensadon absoluuttinen määrä eri tutkimusvuosina. Kaikki siemen.

Tree species *Puulaji*	Year — *Vuosi*						Mean *Keski-määrin*
	1946	1947	1948	1949	1950	1951	
	Seeds/m² — *Kpl./m²*						
B. verrucosa	72 426	25 370	38 923	10 178	34 877	23 851	34 271
B. pubescens	·	18 918	60 010	6 048	39 656	29 024	30 731

Table 8. Relative amount of seed crop in the different years investigated (all seed). Betula verrucosa in 1950 = 100 = 34 877 seeds/sq. m.

Taulukko 8. Siemensadon suhteellinen määrä eri tutkimusvuosina. Kaikki siemen. Rauduskoivu v. 1950 = 100 = 34 877 kpl./m².

Tree species *Puulaji*	Year — *Vuosi*						Mean *Keski-määrin*
	1946	1947	1948	1949	1950	1951	
	%						
B. verrucosa	208	73	112	29	100	68	98
B. pubescens	·	54	172	17	114	83	88

flowers in the different years are to some extent similar. This interdependence is not particularly firm; the year 1948 especially constitutes a striking exception. Observations of individual trees seem to indicate also that the rhythm of staminate and pistillate flowering does not always follow quite the same course (cf. also Helms and Jørgensen 1927, p. 100).

Quality of birch seed crop

Quality of seed crop in different years

For the study of birch seed crop the nutlets collected have been subjected to detailed microscopic inspection and classified as filled, partly filled and empty. By partly filled nutlets is meant the nutlets in which

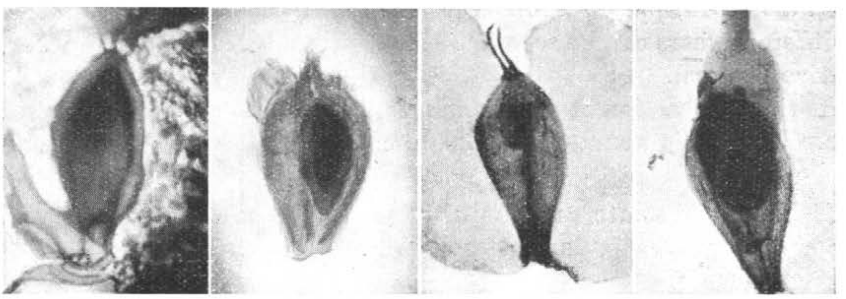


Fig. 5. Nutlets of *Betula verrucosa*. Left to right: filled, partly filled and empty nutlet, and a filled nutlet in the process of germination. Magn. × 9.
Kuva 5. Betula verrucosan pähkylöitä. Vasemmalta oikealle: täysi, vaillinainen sekä tyhjä pähkylä ja täysi pähkylä, joka juuri itää. Suurennus 9-kertainen.

the seed covers a maximum of 60 % of the logitudinal central section of the nutlet (cf. Fig. 5 and 6). The border line between partly filled and empty nutlets, apart from some very few exceptions, is indisputable, whereas that between filled and partly filled is arbitrary and more or less subjective. Since, in the empty nutlets, neither of the two ovules originally present in the ovary shows any signs of development, the most important reason accounting for this is quite probably that they have not been fertilized. On the other hand, if a nutlet is partly filled this is primarily the result of defective maturation. The above classification, therefore, offers a good starting-point for a study of both of these phenomena, fertilization and maturing. Microscopic inspection has also made it possible to study in detail the influence of various fungal and insect injuries on the quality of seed crop.

The results of the investigations into the quality of seed crop can be seen from Table 9 a and b, in which clean seed only is included.[1]) In the table, filled and partly filled nutlets are termed germinable in contrast to empty. To avoid misunderstanding it must be stated, however, that not all of the seeds thus defined as germinable always germinate e. g. in a germination test.

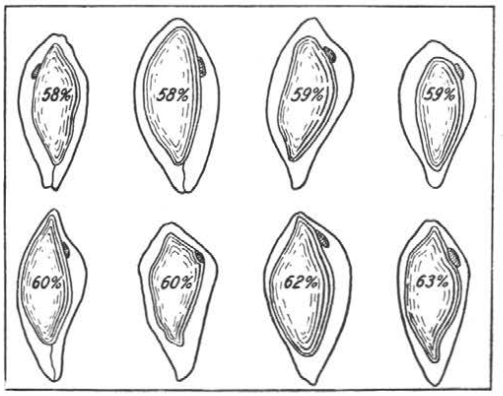


Fig. 6. Border-line cases showing the distinction between a filled and partly filled nutlet, drawn from material taken from nature.

Kuva 6. Täyden ja vaillinaisen pähkylän rajaa osoittavia, luonnosta otetun materiaalin pohjalla piirrettyjä rajatapauksia.

Let us study first the relative proportion of germinable nutlets in all the nutlets (Table 9 a). Large differences can be observed between crops of different years varying from 11 to 82 %. It is evident that such great differences play an important part both in the natural regeneration of birch and in collecting seed for the artificial regeneration of forest. On the other hand no great difference is observable between *B. verrucosa* and *B. pubescens*, either in the mean values or separately for the different years. The seed of *B. pubescens*, on an average, seems to contain a few per cent less germinable seed (66 %) than does *B. verrucosa* seed (72 %). As the causes of the differences in germinable seed quantities are obviously connected with fertilization, as indicated above, these causes will be discussed later on in the chapter dealing with the course of flowering and quality of seed crop.

The percentage of filled nutlets of the total amount of germinable nutlets, which illustrates the degree of »feeding» of the nutlets, can be seen from Table 9 b. The differences between the different years are somewhat less marked than above. The differences between *B. verrucosa* and *B. pubescens* on this point also are fairly slight.

In studying the results attention is attracted by the fact that birch seed seems to be well filled in some few years only, whereas in most years approximately half the germinable seed quantity only attains a degree of feeding that can be considered satisfactory. The mean of well fed seed is for *B. verrucosa* 63 % and for *B. pubescens* 69 %. As it was ascertained above that the amount of germinable seed in the stand of

[1]) Clean seed refers to seed in which filled nutlets have not been separated from empty and both remain together; the debris, however, including e. g. all seeds which ocular inspection shows will not germinate, has been removed.

Table 9. Seed crop quality in the different years investigated (clean seed).

Taulukko 9. Siemensadon laatu eri tutkimusvuosina. Lajittelematon siemen.

a. Percentage of germinable (filled and partly filled) nutlets of total amount of nutlets.

a. Itämiskelpoisten (täysien ja vaillinaisten) pähkyläin osuus kaikista pähkylöistä.

Tree species *Puulaji*	Year — *Vuosi*						Mean [1] *Keskimäärin* [1]
	1946	1947	1948	1949	1950	1951	
	%						
Betula verrucosa	78	72	76	11	82	53	72
Betula pubescens	·	66	67	29	70	64	66

b. Percentage of filled nutlets of the total amount of germinable (filled and partly filled) nutlets.

b. Täysien pähkyläin sadannes itämiskelpoisten (täysien ja vaillinaisten) kokonaismäärästä.

Tree species *Puulaji*	Year — *Vuosi*						Mean [1] *Keskimäärin* [1]
	1946	1947	1948	1949	1950	1951	
	%						
Betula verrucosa	82	47	48	58	43	74	63
Betula pubescens	·	61	82	61	57	61	69

B. verrucosa studied averaged 72 % only, and in the stand of *B. pubescens* 66 %, the amount of really valuable seed in the *B. verrucosa* and in the *B. pubescens* stands will be approx. 45 %. The feeding of birch seed therefore, merits serious attention, and more attention will probably have to be devoted to it than hitherto.

The causes of poor feeding are no doubt varied. An important group of causes apparently consists of nutritional physiology factors. For instance, the *B. verrucosa* stand studied in detail in the present investigation, growing on a soil that dries relatively easily, shed its best-fed seed in years with a warm and humid early summer (1946, 1949 and 1951), whereas the crop of 1950 particularly, with a dry early summer, was exceptionally poorly-fed. The *B. pubescens* stand, where the soil has remained humid in dry periods also, has shed the best-fed seed in warm summers. Some further aspects of feeding will be discussed in the next chapter.

The effect of fungal and insect injuries on the quality of birch seed has been relatively slight. The seed affected by various injuries, in the

[1]) Mean value weighted by the seed crop of different years — *Keskiarvo punnittu eri vuosien siemensadoilla.*

investigation years, amounted to 6.7 % of the total seed quantity. The most important causes of the injuries were *Sclerotinia betulae* Woron. (3.6 % of all seeds) and *Oligotrophus betulae* Winn. (0.5 %), and some insect species eating holes into the seeds (2.6 %). The assumption that the poor quality of birch seed is primarily due to insect injuries (e. g. D e n g l e r 1935, p. 207) therefore does not hold good, at least not for the area investigated.

Among the factors adversely affecting the quality of the seed must also be mentioned the considerable amount of small, more or less dwarfed nutlets. For all the investigation years *B. verrucosa* seed has contained an average of 1.3 % and *B. pubescens* seed an average of 6.0 % of nutlets under 1.5 mm in length, of total crop. Small nutlets seem to develop especially at the base of the catkins.

Both injured and small seeds have been counted as debris.

Average quality of seed crop

To obtain a clearer idea of the extent to which the seed crops of the two investigation stands reported above are qualitatively representative of the seed crop of *B. verrucosa* and *B. pubescens* in general, investigations of sample test type into the quality of birch seed have been carried out in various parts of the Northern Countries.

The procedure employed in these investigations is the so-called humus cake method, based on nutlets shed to the ground (cf. S a r v a s 1948).

Pure stands of *B. verrucosa* and *B. pubescens*, of at least ¼ ha, were chosen as investigation stands. From each of them were taken 2—3 humus cakes of approx. 1 sq. dm., down to mineral soil depth. Subsequently approx. 300 birch nutlets per stand were prepared in the laboratory from these humus cakes, using a sieve and a magnifying glass. The work was organized so that a l l the nutlets were picked off from the humus cake particles subjected to this treatment. As a birch nutlet in the ordinary dry forest soils in South Finland decomposes in some 5—7 years, a cross section was thus obtained of the seed crop of approx. 5 years at least. The nutlets extracted by preparation were boiled in 5—10 % KOH solution and then examined under the microscope. Filled, partly filled and empty nutlets could easily be distinguished from one another. Special studies also made it possible to ascertain that nutlets germinated in the soil do not lead to errors in the final result as the seed coat with poor light permeability remains inside the nutlet in any case (cf. Fig. 5, p. 20).

The reliability of the humus cake method could be checked further on investigation stands where a detailed record of the seed crop quality had been made by means of seedtraps for a minimum of 4—5 years. The results of these comparisons can be seen from Table 10. It shows that the results correspond quite satisfactorily.

The humus cake method offers several advantages in the study of the average quality of seeds. As pointed out above, it gives a cross section of the crop of at

Table 10. Comparison of results yielded by the humus cake method and the seed trap method. Clean seed.

Taulukko 10. Humuskakkumenetelmällä ja siemennysmittari-menetelmällä saatujen tulosten vertailua. Lajittelematon siemen.

Locality *Paikkakunta*	Years *Vuodet*	Humus cakes *Humuskakut*			Years *Vuodet*	Seed traps *Siemennysmittarit*		
		Filled *Täysiä*	Partly filled *Vaillinaisia*	Empty *Tyhjiä*		Filled *Täysiä*	Partly filled *Vaillinaisia*	Empty *Tyhjiä*
		nutlets — *pähkylöitä*				nutlets — *pähkylöitä*		
		%				%		
Helsinki	1946—1951	41	30	29	1946—1951	45	27	28
Tikkurila	1946—1951	41	20	39	1946—1951	45	21	34
Padasjoki	1944—1949	41	24	35	1945—1949	50	16	34
Vilppula	1945—1951	48	16	36	1946—1951	50	15	35
Ähtäri	1940—1946	45	21	34	1947—1950	36	30	34

least 5 years; therefore both poor and good seed years are included in proportion to their prolificity. At the same time a representative material is obtained of the seed quality of the different parts of whole groups of trees and of tree crowns. The seeds subjected to study, furthermore, are certainly as mature as they would generally be in nature. Apart from the fact that this last-mentioned point in itself offers a great advantage compared with methods involving collection of seed from the trees, it also provides a possibility of studying the degree of feeding in the different parts of the country. As the investigator is independent of the period of maturation of the seed and as field work and laboratory work take place independently of one another, it is fairly easy to collect a relatively extensive material.

The investigation results of the average quality of birch nutlets can be seen in Tables 11 and 12. The investigation material has been divided up in these tables into smaller geographical groups, and these groups have been listed in order of latitudes from south to north. The stands investigated total 92, the bulk of them in Finland. The location of the investigation stands is indicated in Fig. 7, p. 26.

A quick glance at the tables shows that the difference between the various part-areas are relatively slight, both as regards the percentage of germinable nutlets and the degree of feeding. Furthermore, both the percentage of germinable nutlets and the percentage of well-fed seeds for the entire extensive district of investigation concerned are fairly similar to the results obtained from the Ilmala and Tikkurila areas studied in greater detail. This naturally adds considerably to the interest and significance of the results attained above.

How slight the influence of even an extreme climate may be on the quality of the average seed crop of birch (*B. pubescens*) is evident from

Table 11. Percentage of germinable nutlets of the total amount of nutlets. Clean seed.

Taulukko 11. Itämiskelpoisten pähkylöiden osuus kaikista pähkylöistä. Lajittelematon siemen.

Locality *Paikkakunta*	Group *Ryhmä*	Sample taken in *Näyte otettu*	Germinable nutlets, % *Itämiskelpoisia pähkylöitä, %* — Number of sample plots *Koealoja, kpl.* 30—39	40—49	50—59	60—69	70—79	80—89	Sample plots together *Yhteensä koealoja, kpl.*	Mean of filled nutlets,[1]) % *Keskimäärin täysiä,[1]) %*
Betula verrucosa										
South England	I	1949	—	2	—	—	—	—	2	48
South Sweden	II	1947	—	—	5	8	3	—	16	62
South Norway	III	1947	—	—	1	1	1	—	3	67
South Finland	IV	1946	—	1	8	9	6	—	24	60
Middle Finland	V	1946	1	4	4	3	1	—	13	54
Together and mean[1]) — *Yhteensä ja keskimäärin*[1])			1	7	18	21	11	—	58	60
Betula pubescens										
South Sweden	II	1947	—	—	3	2	—	—	5	58
South Finland	IV	1946	—	—	2	5	1	—	8	64
Middle Finland	V	1946	—	—	—	6	5	1	12	70
North Sweden	VI	1947	—	2	5	2	—	—	9	55
Together and mean[1]) — *Yhteensä ja keskimäärin*[1])			—	2	10	15	6	1	34	63

[1]) Based on primary material. — *Laskettu alkuperäisaineistosta.*

Table 12. Percentage of filled nutlets of the total amount of germinable nutlets.

Taulukko 12. Täysien pähkylöiden osuus itämiskelpoisten pähkylöiden kokonaismäärästä.

Locality *Paikkakunta*	Group *Ryhmä*	Filled nutlets, % *Täysiä pähkylöitä, %* — Number of sample plots *Koealoja, kpl.* 40—49	50—59	60—69	70—79	80—89	Sample plots together *Yhteensä koealoja, kpl.*	Mean of filled nutlets,[1]) % *Keskimäärin täysiä,[1]) %*
Betula verrucosa								
South England	I	—	—	—	2	—	2	78
South Sweden	II	1	5	7	3	—	16	63
South Norway	III	—	—	1	2	—	3	69
South Finland	IV	—	2	11	10	1	24	69
Middle Finland	V	1	4	4	2	2	13	65
Together and mean[1]) — *Yhteensä ja keskimäärin*[1])		2	11	23	19	3	58	65
Betula pubescens								
South Sweden	II	—	1	3	—	1	5	67
South Finland	IV	—	1	3	2	2	8	70
Middle Finland	V	—	1	3	6	2	12	72
North Sweden	VI	—	6	2	1	—	9	59
Together and mean[1]) — *Yhteensä ja keskimäärin*[1])		—	9	11	9	5	34	67

[1]) Based on primary material. — *Laskettu alkuperäisaineistosta.*

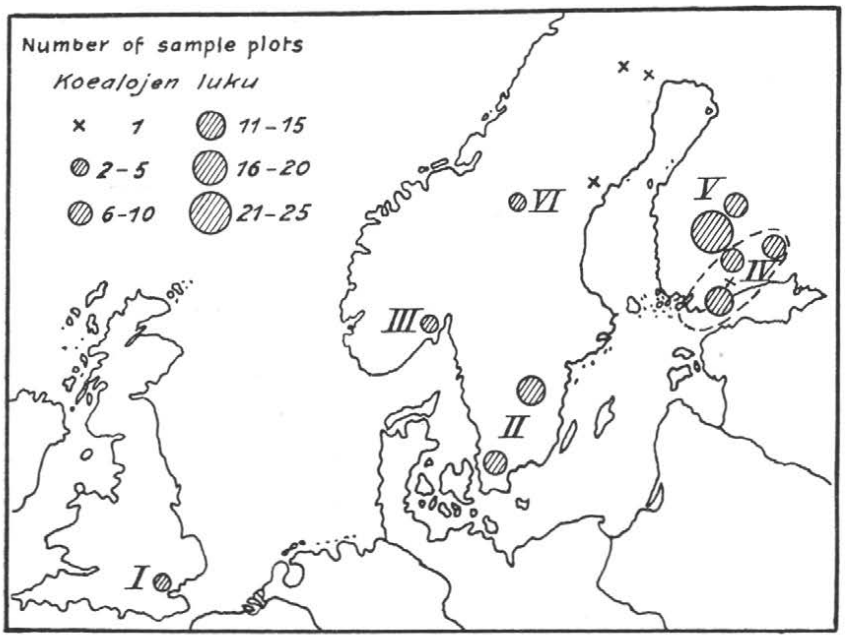


Fig. 7. Areas of the investigation into the average quality of seed crop of birch. Groups I—VI same as in Tables 11 and 12.

Kuva 7. Koivun siemensadon keskimääräistä laatua selvittelevän tutkimuksen paikat. Ryhmät I—VI samat kuin taulukoissa 11 ja 12.

some investigations carried out in Storlien on the Swedish-Norwegian frontier (lat. 63°19′, long. 12°07′ E Gr.). Samples taken in the neighbourhood of Storlien railway station (some 600 m above sea level) from the sub-alpine birch zone contained 55 % of germinable nutlets, with 56 % well-fed seeds, while on the near-by fjeld, at a height of approx. 650 m, the amount of germinable nutlets was 40 % and the percentage of well-fed seeds 55 %, and on the same fjeld at the tree limit (approx. 800 m above sea-level) the figures were 6 % and 78 %. Particularly remarkable is the good feeding of seed at the alpine tree limit. The relatively good quality of the seed of fjeld birch has previously been ascertained e. g. by Resvoll-Holmsen (1928, p. 197) and Mork (1944, p. 436) in their investigations in Norway.

A study of Tables 11 and 12 shows that in quite a number of the part-areas the differences between the different stands both as regards the percentage of germinable seed and the percentage of well-fed seed, are quite considerable and even greater than between the different part-areas. In the detailed study of the material, which cannot be published in extenso in this connection, it has been especially conspicuous that the highest percentage of germinable seed has been obtained from

stands which have either themselves been considerable in area or have constituted a part of fairly extensive birch districts. This suggests the great importance of the degree of pollination. More evident still is the influence of pollination in birches growing as isolated trees in mixed forests: the percentage of empty nutlets in their seed crop is considerably higher than in pure stands.

Comparison between course of flowering and seed crop quality

Study of seed crop quality showed that the abundance of empty nutlets was the factor that most weakened the quality of the crop. It has already been suggested above that the primary reason why the nutlets remain empty is probably defective fertilization. This calls for a comparison between the course of flowering and the quality of seed crop.

Discussion of the pollination showed that in most years, even in relatively poor pollen years, the probability of pollination of pistillate flowers is quite high and practically sufficient. Apart from pollination, fertilization is primarily dependent on: 1. the germination capacity and penetrating power of pollen grains (pollen tubes), 2. pistil condition, 3. the growth of the pollen tube inside the pistil into the ovum, 4. the ability of the fertile nucleus to divide and effect fertilization, and 5. the fertility of the ovules.

In order to study the germination capacity of pollen, pollen was extracted in the spring of 1951, at the height of flowering of birch, and subjected to germination tests. The tests showed the germination capacity of pollen to be very good, over 90 %. As pollination conditions in 1951 were rather poor it is probable that the pollen shed naturally at the best time of flowering is generally of a high germination capacity. As shown especially by S a a r n i j o k i's (1941) investigations, however, it is evident that a considerable part of the pollen caught by the pistils, particularly if flowering becomes prolonged due to unfavourable weather conditions, may lose its germinability due to a variety of reasons. Further research into this point is required.

The penetrating power of pollen here refers to the ability of the pollen tube to pierce the cuticle of the pistil and to penetrate into the thin-walled tissue inside the pistil. To study the penetrating power, pistillate flowers were collected in the spring of 1951 from an emasculated *B. verrucosa* immediately after the most abundant pollination was over. The average number of pollen grains caught by the pistils of these flowers was counted with a dissecting microscope and the gynaecia were prepared whole, care being taken to avoid damaging the pistils. The gynaecia

were then stained with acid fuchsine (Darlington and La Cour 1947, p. 82) and examined under the microscope. Staining makes the pollen tubes growing in the pistils readily visible, and it was fairly easy to count their number inside the pistils. It was easy to see by this stage that quite a number of the pollen tubes growing from pollen grains had remained on the surface of the pistils, unable to pierce it. The number of pollen grains per pistil averaged 1.5 in the entire material studied (189 flowers) and the number of pollen tubes, also per pistil, 0.5 (relative number 0.33). Even if an investigation of this kind must be considered a mere preliminary test it shows quite distinctly that the penetrating power of birch pollen grains is surprisingly poor.

The condition of the pistils is obviously also a factor to be considered in fertilization. Microscopic examination showed that many pistils, for one reason or another, are defective. Significant differences still may arise from the fact that not all pistillate flowers flower quite simultaneously. The fact that in very good pollen years and even after artificially intensified pollination (cf. p. 13) empty nutlets are still some 15—20 % of the total would indicate that the number of pistils in poor condition amounts roughly to this percentage.

A fairly good picture of the other phases of the fertilization occurrence, such as the final successful growth of the pollen tube, the ability of the fertile nucleus to divide and effect the fertilization proper, and the fertility of the ovule, may be obtained by comparing the pollen tube analyses effected in the spring and the quality of the seed crop harvested in the autumn from the same place. This comparison was made in 1950 and 1951 for a stand of *B. verrucosa*. The result is given in Table 13. It is quite surprising to find how closely the percentage of pistils containing pollen tubes corresponds to the percentage of germinable nutlets. In 1950 gynaecia containing pollen tubes constituted 85 % of the total number of pistillate flowers and germinable nutlets 82 % of the total seed crop. In 1951 the figures were 54 and 53 %. It therefore seems quite

Table 13. The result of the investigation into the growth of pollen tube and the final fertilization of the ovule.

Taulukko 13. Tulos siiteputken kasvua ja siemenaiheen lopullista hedelmöittymistä koskevista kokeista.

Date *Päivämäärä*	Germinable nutlets, % *Itämiskelpoisia pähkylöitä*, %	Pollen tube — *Siiteputki*			Gynaecia *Emejä, kpl.*
		in 2 pistils *2 luotissa*	in 1 pistil *1 luotissa*	in neither *ei lainkaan*	
		% of gynaecia — % *emien lukumäärästä*			
16. 5. 1950	82	50	35	15	192
16. 5. 1951	53	10	44	46	189

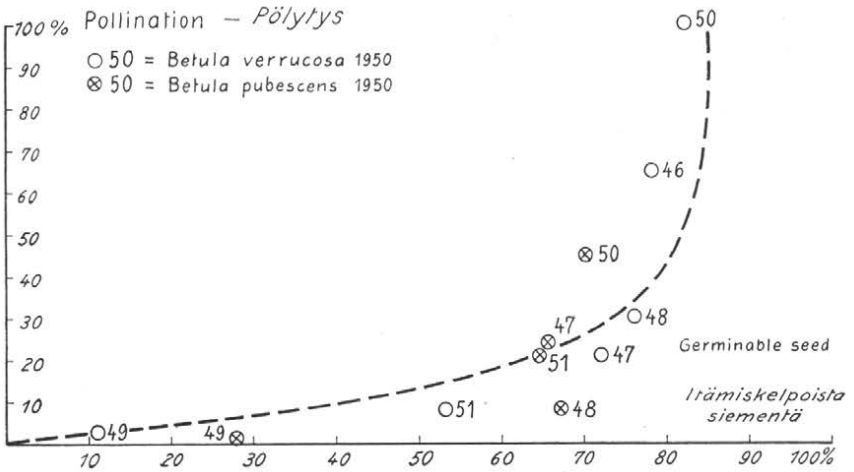


Fig. 8. Comparison between the relative amount of germinable nutlets and of pollination.

Kuva 8. Itämiskelpoisten pähkylöiden ja pölytyksen suhteellisen määrän vertailu.

probable that once the pollen tube growing from the pollen grain has pierced the surface of the pistil there is no longer any great threat to successful fertilization.

It is of interest to review, on the basis of the above preliminary investigation results of the fertilization occurence, the relationship between pollination and the percentage of germinable seed. The results obtained from both the *B. verrucosa* stand at Ilmala and the *B. pubescens* stand at Tikkurila in the different investigation years (cf. Tables 4, p. 17 and 9, p. 22) have been set out in diagrammatic form. The horizontal axis of the diagram shows the percentage of germinable seed and the vertical axis the relative pollination. This is given in Fig. 8, which shows that a distinct correlation exists between the percentage of germinable seed and the pollination: the more profuse the pollination, the higher, as a rule, is the percentage of germinable seed.

Mathematical review gives a more detailed idea of this correlation.

If we take x as indicating the relative number of pollen grains caught on pistils in good condition and from which the pollen tube really penetrates into the pistils, y as the relative number of pistils in good condition, and n as the average number of pollen grains received by each pistil, we can write the following equation for the probability of fertilization:

$$H = 100\ y\ (1—e^{-xn}).$$

In this formula n is the variant proper. Its value depends on the annual relative pollination (p) and on the coefficient used to convert this relative value

to an absolute value (in the present material approx. 1.4) and, furthermore, on the total surface area of the pistils, which may be taken as previously indicated at approx. 0.12 sq. mm. (p. 17); hence $n = 0.12 \times 1.4\ p = 0.168\ p$.

The auxiliary figures (parametres) x and y are determined from the dot diagram in Fig. 8 and according to what is otherwise known about them. Hence, the value obtained for x from the central point of the diagram (*B. pubescens* 1951) is 0.4 (cf. also p. 28) and that obtained for y from the highest point of the diagram (*B. verrucosa* 1950) and taking into account the other investigation results (p. 13) 0.85. In addition, it is to be noted that the area of the pollen-receiving surface of the pistils may be somewhat inaccurately estimated, due to annual and individual variations and because the pollen transmitted from the scales of the inflorescence to the pistils should also perhaps be considered. The potential error in this means that, due to the method of calculating x, a corresponding error recurs in it. However, these uncertainties do not affect the form of the equation curve.

With these assumptions, the curve drawn of the above equation assumes the shape entered in Fig. 8 with a broken line. As this curve conforms fairly well with the dot diagram given previously, it may be considered quite probable that the relative germinable seed quantity depends on the pollination, similarly as the probability of fertilization, or in the general way indicated by the above formula.

It is perhaps unexpected to find that birch, although it is one of the tree species in Finland that produce the greatest quantity of pollen, readily reveals the influence of variations in pollination in the quality of the seed crop. As is evident from the above, the main reason for this obviously must be considered to be the poor penetrating power of the pollen tubes. This may be ascribed to the small size of the pollen grains and, hence, to the small amount of food reserves they contain (cf. Fig. 9). According to several investigations (Dyakowska 1937, p. 164, Jentys-Szaferowa 1938, p. 10. Kujala 1946, p. 15) the diameter of *B. verrucosa* pollen grains varies from approx. 0.021 to 0.028 mm, and of *B. pubescens* from 0.025 to 0.030, whereas the diameter of Scots pine pollen grains, for instance, is approx. 0.060 mm and of Norway spruce approx. 0.102 mm (Dyakowska 1937, p. 164). More remarkable still, from the penetrating power point of view, are the differences discernible in weight. For instance, according to Pohl (1937, p. 116), the weight of *B. verrucosa* pollen grains, at a relative humidity of 1 %, is 6.093×10^{-9} g, of Scots pine 18.390×10^{-9} g and of Norway spruce 72.760×10^{-9} g.

The small size of the pollen grain is of course a positive factor from the point of view of the spread of pollen (cf. especially Schmidt 1918). At the same time, however, smallness of size, if different diaspores are compared, is the most primitive way of achieving a considerable distance of dissemination, its negative side quite generally being poor penetrating power or sprouting power. This clearly emphasizes the great ecological

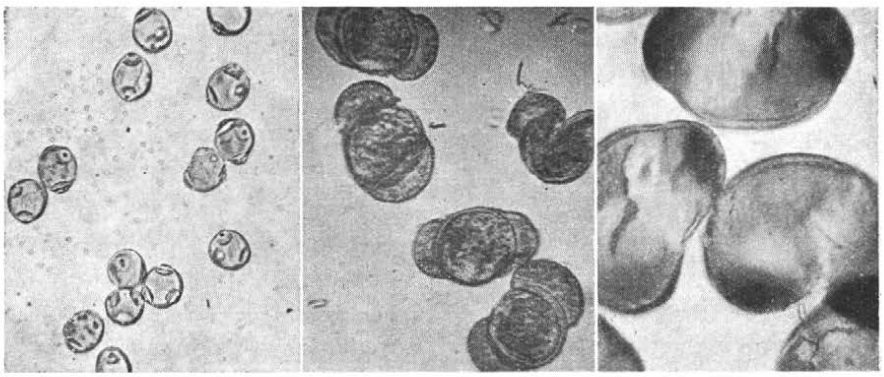


Fig. 9. Left to right: pollen grains of *Betula verrucosa*, Scots pine and Norway spruce. Magn. × 240.

Kuva 9. Vasemmalta oikealle: rauduskoivun, männyn ja kuusen siitepölyhiukkasia. Suurennus 240.

importance of the air sacks in the pollen grains of pine and spruce. According to D y a k o w s k a (1937, p. 164) the velocity of fall of the pollen grains of *B. verrucosa* and *B. pubescens* is 2.94 cm/sec., of Scots pine 3.69 cm/sec. and of Norway spruce 6.84 cm/sec. While the weight of a pollen grain of e. g. Scots pine is 3.0 times greater than a birch pollen grain, its velocity of fall is only about 1.3 times greater. So far, however, the pollination ecology of Scots pine and Norway spruce are so imperfectly known that more detailed comparisons cannot be attempted.

Results and conclusions

Meters have been developed suitable for measuring the periodical variation of forest tree pollination and its absolute value.

The general course of the annual cycle of the pollination of birch *(Betula verrucosa* and *B. pubescens)* has been established. It is characterized by an intense maximum at the immediate commencement of flowering, and lasts some 2—3 days, during which about 70—80 % of the total pollination occurs. In the surroundings of Helsinki the flowering of *B. verrucosa* begins on an average about May 16, that of *B. pubescens* about May 22.

The general course of the daily cycle of pollination has also been clarified. It is characterized by a maximum at about 16.00 hours and a minimum, approaching zero, between about 22.00 and 06.00 hours. The average course of the daily cycle follows the average daily variation in temperature and relative humidity. The greatest deviations from the general course result from exceptional wind conditions.

The differences in the degree of pollination in the different years have also been clarified. Absolute pollination in the stands studied in 1946—1951 varied from 2 to 125 grains/sq. mm. In most years the pollination of pistillate flowers seems very well secured. The abundance of pistillate flowers has varied from year to year largely on the same lines as that of staminate flowers.

The influence of weather conditions on the course of the annual and daily pollination cycle is seemingly relatively slight. This applies particularly to rains of short duration and to night frosts. The influence of prolonged cold is more distinct: the period of flowering is exceptionally prolonged. However, the influence of rain and cold is more evident in the final total pollination which, due to these factors, remains below its potential value.

The quality of seed in the stands studied has been investigated with aid of seed-traps. The investigation has been extended, by means of the humus cake method developed by the author, to different parts of Finland and of the other Northern Countries also. Territorial variation has been fairly slight. On an average birch seed crop, in pure stands, has been found to contain some 55—65 % of germinable nutlets. The average percentage of well-fed seeds of the total of germinable seeds has varied between 60 and 70 %. Hence, an average of approx. 33—46 % only of the total crop is really valuable seed, i. e. germinable and well-fed.

The germination capacity of pollen extracted at the height of the flowering period has been found good (over 90 %) in preliminary investigations.

The penetrating power of pollen tubes was found to be poor. The poor penetrating capacity is probably due to the small size of the pollen grains.

Some (approx. 15—20 %) of the pistils were found to be in such poor condition that they could not fulfil their task at all.

It was found that the gynaecia where the pollen tube (or tubes) has grown into at least one of the pistils generally develop into germinable nutlets.

A comparison of the pollination and the percentage of germinable nutlets revealed a distinct correlation, similar to the correlation between the statistico-mathematically calculated probability of fertilization and pollination.

In addition, the above principal results of the investigation prompt e. g. the following conclusions.

Accurate measurement of the annual cycle of flowering and particularly of the absolute pollination offers the possibility of an increasingly precise prognosis of the seed years of birch.

The short duration of the essential part of the annual cycle of birch flowering may open up practical prospects of partial control of its

pollination in seed orchards without complete isolation of the flowers. The possibility of utilizing the difference in flowering periods on different habitats (e. g. peatlands and dry forest lands) and of different provenances should be studied in the first place.

Phenological observations must be made separately for *B. verrucosa* and *B. pubescens*.

As the average quality of birch seed is relatively poor it is advisable, in collecting seed, to devote more attention than hitherto to pollination conditions. The best germinable seed is obtained from pure stands in areas dominated by birch, in years of abundant flowering of birch.

Literature cited

Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. *Referat:* Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. MTJ 1.

Brotherus, V. F. 1907, 1908, 1911, 1914, 1919, 1920, 1921, 1925. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland. 1903—11, 1913—17. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. H. 64, 66, 71, 76—78, 80. Helsingfors.

Darlington, C. D. and La Cour, L. F. 1947. The handling of chromosomes. London.

Dengler, Alfred. 1932. Künstliche Bestäubungsversuche an Kiefern. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.

—»— 1935. Waldbau auf ökologischer Grundlage. 2. Auflage. Berlin.

—»— and Scamoni. 1944. Über den Pollenflug der Waldbäume. Zeitschrift für das gesamte Forstwesen. Berlin.

Dyakowska, J. 1937. Researches on the rapidity of the falling down of pollen of some trees. Bulletin international de l'académie polonaise des sciences et des lettres. Série B: sciences naturelles (I). Cracovie.

Fielding, J. M. 1947. The seeding and natural regeneration of Monterey pine in South Australia. Forestry and Timber Bureau, Bulletin no. 29. Canberra.

Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. *Referat:* Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. AFF 4. Helsinki.

—»— 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. MTJ 17.

—»— 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. *Referat:* Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. MTJ 24.

—»— 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä. III. *Summary:* On the seeding capacity of forest trees. III. MTJ 35.

Heikinheimo, Matti. 1950. Tutkimuksia harmaalepän kukkimisesta ja siemenenteosta. Käsikirjoitus. (Investigations into the flowering and seeding of *Alnus incana*. Manuscript.)

Helms, Anna and Jørgensen, C. A. 1927. Birkene paa Maglemose. Bot. Tidsskrift 39. København.

Hesselman, Henrik. 1919. Iakttagelser över skogsträdspollens spridningsförmåga. *Referat:* Beobachtungen über die Verbreitungsfähigkeit des Waldbaumpollens. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 16. Stockholm.

Hummel, O. 1930. Aus der Biologie des Samentragens der Waldbäume. Einiges über Parthenokarpie und Parthenospermie. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.

Ilvessalo, Yrjö. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *Referat:* Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland. The second national forest survey. MTJ 30.

Jentys-Szaferowa, Janina. 1938. Z badań biometrycznych nad zbiorowym gatunkiem Betula alba L. II. O możliwości krzyżowania sie gatunków Betula verrucosa Ehrh. i Betula pubescens Ehrh. — Biometrical studies on the collective species Betula alba L. II. The possibility of hybridization between species Betula verrucosa Ehrh. and Betula pubescens Ehrh. Instytut badawczy lasów państwowych. Seria A, nr 40. Warszawa.

Jørgensen, C. A. See. Helms, Anna and Jørgensen, C. A. 1927.

Kaikko, Joh. 1940. Koivun lehtiminen, lehtisato ja vihanta-aika Suomessa. (Leafing, leaf crop and green period of birch in Finland.) Terra. Helsinki.

Kairamo, A. O See. Kihlman, A. O.

Kihlman (Kairamo), A. O sw. 1900. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finland 1895. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. H. 58. Helsingfors.

Kohh, Elmar. 1937. Vaatlusi seemnete valmimise ja varisemise kohta ülikooli öppe- ja katsemetskonnas 1930—1935. A. *Referat:* Beobachtungen über Reifen und Fallzeit der Samen im Lehr- und Versuchs-Forstamt 1930—1935. Tartu ülikooli metsaosakonna toimetused n:o 27. Tartu.

Kujala, Viljo. 1924. Laskelmia lehtipuiden lehtikauden pituudesta ja puiden kukkimisajoista Suomessa. *Referat:* Berechnungen über die Länge der Laubperiode der Laubbäume und Blühzeiten der Bäume in Finnland. MTJ 7.

—»— 1946. Koivututkimuksia. *Summary:* Some recent research data on birches. MTJ 34.

Linkola, K. 1924. Kesien aikaisuudesta Lounais-Suomessa vuosina 1750—1923. (On the earliness of summers in South-West Finland in 1750—1923.)Talonpoika I. Lounais-Suomi. Turku.

Moberg, Adolf. 1857. Naturalhistoriska dagganteckningar gjorda i Finland. Åren 1750—1845. Notiser ur Sällsk. pro fauna et flora fennica förhandlingar. H. 3. Helsingfors.

—»— 1894. Fenologiska iakttagelser i Finland. Åren 1750—1845. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. H. 55. Helsingfors.

Mork, Elias. 1944. Om bjørkefruktens bygning, modning og spiring. *Referat:* Über Bau, Reifen und Keimen der Birkenfrucht. Meddelelser fra det Norske skogforsøksvesen. Nr. 30. Oslo.

Pipping, Märta, see Reuter, Märta.

Pohl, Franz. 1937. Die Pollenkorngewichte einiger windblütiger Pflanzen und ihre ökologische Bedeutung. (Beiträge zur Morphologie und Biologie des Pollens VII.). Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band LVII, Abteilung A. Dresden.

Rempe, Helmut. 1938. Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. Planta. Berlin.
Resvoll-Holmsen, Hanna. 1928. Om skoggraenser og spireevne hos frø av fjeldbirk. Tidsskrift for skogbruk. Oslo.
Reuter (Pipping), Märta. 1927—28, 1935—37, 1941—42. Pflanzenphänologische Beobachtungen in Finnland. 1896—1902, 1912, 1918—1940. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. H. 78, 80, 85, 87, 89. Helsingfors.
Saarnijoki, Sakari. 1941. Versuche über die Keimung von Waldbaumpollen. *Selostus:* Eräitä metsäpuiden siitepölyn itävyyttä koskevia kokeita. MTJ 29.
Sarvas, Risto. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. *Summary:* A research on the regeneration of birch in south Finland. MTJ 35.
Scamoni, A. 1938. Über Eintritt und Verlauf der männlichen Kiefernblüte. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. Berlin.
—»— 1944. See Dengler and Scamoni 1944.
—»— 1949. Beobachtungen über den Pollenflug der Kiefer und Fichte. Forstwissenschaftl. Centralblatt. Berlin.
Schmidt, Wilhelm. 1918. Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. Österreichische botanische Zeitschrift. Wien.

Abbreviations

AFF = Acta forestalia fennica. Helsinki.
MTJ = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen (koelaitoksen) julkaisuja. Communicationes Instituti forestalis Fenniae (Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae). Helsinki.

Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta

Suomenkielinen selostus

Johdanto

Suomalaisessa metsänhoitotieteessä on omistettu runsaasti huomiota metsien luontaisen uudistumisen kaikinpuoliselle selvittelylle. Laajoista yleistutkimuksista on mainittava erityisesti Olli Heikinheimon (1915) ja Aaltosen (1919) tutkimukset, joissa selvitellään monipuolisesti ja yksityiskohtaisesti varsinkin taimistojen tilaa ja niiden metsittämisarvoa. Nämä tutkimukset ovat myöhemmin antaneet aiheen monille erikoistutkimuksille, joista erityisesti Olli Heikinheimon (1932, 1937 ja 1948) metsäpuittemme siementymistä selvittelevät ovat tärkeät ja varsinkin havaintosarjojen pituuteen ja monipuolisuuteen katsoen ainoalaatuiset. Näissä viimeksi mainituissa tutkimuksissa joudutaan usein toteamaan metsäpuiden kukkimissuhteiden ja siementämisen välillä tärkeitä riippuvaisuussuhteita, mikä onkin varsin luonnollista, sillä onhan kukkimisen lähimpänä tarkoituksena juuri siemensato.

Tämän vuoksi on näyttänyt tarpeelliselta hankkia entistä täsmällisempiä tietoja metsäpuiden kukkimissuhteista ja niiden vaikutuksesta siemensadon määrään ja laatuun. Metsäpuittemme kukkimisbiologia muodostaa itse asiassa olennaisen osan niiden uudistumisbiologiasta.

Käsillä olevassa työssä on tutkimuksen kohteeksi valittu puumaiset koivulajimme, rauduskoivu (*Betula verrucosa* Ehrh.) ja hieskoivu (*B. pubescens* Ehrh.). Vastattavaksi on asetettu ensi sijaisesti seuraavat kysymykset:

1. Millainen on kukkimisen vuorokautinen ja vuotuinen jakso, ja miten kukkimisen runsaus vaihtelee eri vuosina?
2. Miten vaihtelee siemensadon laatu eri vuosina, millainen on siemensadon keskimääräinen laatu ja mikä on erilaisten kukkimissuhteiden vaikutus siemensadon laatuun?

Tutkimusmenetelmät

Kukkimisen olennaisena sisältönä on koiraspuolisen gameetin kulkeutuminen niitä muodostavasta elimestä naaraspuolisia gameetteja muodostavaan elimeen. Kukkimistapahtumassa siitepölyhiukkaset tämän vuoksi ovat ikäänkuin aktiivisena osapuolena ja emikukat, tarkemmin sanoen emin luotit, enemmän passiivisena osapuolena. Tästä syystä huomio kukkimistapahtuman tutkimisessa varsinkin anemofiilisilla kasveilla kiintyy erityisesti koiraspuoliseen kukkimiseen ja siitepölyn kulkeutumiseen.

Emin luottien pölyttymisen todennäköisyys riippuu tietysti varsin olennaisesti pölytyksen määrästä, joka sen vuoksi ansaitsee erityistä mielenkiintoa. Pölytyksen aikakautisia vaihteluita sekä suhteellisia määriä on tutkittu tämän työn yhteydessä suunnitelluilla ja rakennetuilla ns. pyörivillä sylinterimittareilla (kuvat 1 ja 2 s. 5) ja pölytyksen absoluuttista määrää samoin tämän työn yhteydessä kehitetyillä pallomittareilla (kuva 2 s. 5).

Pääosa tutkimuksista on suoritettu kahdessa eri paikassa sijaitsevassa koivikossa: toinen, rauduskoivikko, on Helsingin kaupungin pohjoislaiteella, Ilmalan ilmatieteellisen aseman pihamaalla ja toinen, hieskoivikko, on Tikkurilan taajaväkisen yhdyskunnan alueella olevan Maatalouskoelaitoksen pihassa n. 10 km edellisestä koilliseen.

Kukkimisen vuotuinen jakso

Koivun hedekukkien kukkimisen vuotuisen jakson kulkua on tutkittu pyörivillä sylinterimittareilla. Kaikkiaan on mittauksia käytettävissä kuudelta vuodelta (1946—1951). Yksityiskohtaiset tulokset nähdään taulukoista 1 ja 2 s. 8 ja 9.

Vuosien 1946—1951 keskimääränä rauduskoivun kukkiminen on alkanut sekä Ilmalassa että Tikkurilassa 12. 5. ja hieskoivun 18. 5. Hieskoivu alkaa siis kukkia keskimäärin n. 6 vrk. myöhemmin kuin rauduskoivu. Kukkimisen yleiselle kululle on ominaista, että jo aivan alussa, 1—3 päivän kuluessa varsinaisesta kukkimisen alkamisesta, muodostuu voimakas maksimi. Tätä maksimia voi sitten vielä seurata 1 tai 2 voimakkaanlaisen kukkimisen päivää, mutta tämän jälkeen pölytys tavallisesti jää suhteellisen vähäiseksi. Niinpä esim. rauduskoivun pölytyksestä on vuosina 1946—1951 tullut kolmen ensimmäisen varsinaisen kukkimisvuorokauden osalle keskimäärin 77 % koko pölytyksen määrästä; hieskoivulla vastaava luku on ollut 70 %.

Kukkimisen vuorokautinen jakso

Vuorokautista jaksoa koskevat tutkimustulokset nähdään samoista taulukoista kuin vuotuistakin koskevat (taulukot 1 ja 2 s. 8 ja 9). Vuorokautisen jakson yleiselle kululle (taulukko 3 s. 14) on ominaista n. klo 16 aikaan sattuva maksimi ja n. klo 22—6 väliseen aikaan sattuva, nollaa lähentelevä minimi. Vuorokautisen jakson keskimääräinen kulku noudattaa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden keskimääräistä vuorokautista vaihtelua. Suurimmat poikkeamat yleisestä kulusta aiheutuvat poikkeuksellisista tuulisuhteista.

Kukkimisen runsaus eri vuosina

Pölytyksen suhteellisessa määrässä eri vuosina esiintyvät erot näkyvät selvimmin taulukosta 4 s. 17, jossa rauduskoivun pölytystä v. 1950 on merkitty 100:lla. Absoluuttisesta määrästä on tietoja vain vuosilta 1949—1951 (taulukko 5 s. 17). Se on vaihdellut 2:sta 125 kpl:een/mm² siitepölyhiukkasia. Useimpina vuosina näyttäisi emikukkien pölyttyminen olevan hyvin turvattu.

Emikukkien (pähkylöiden) runsaus on eri vuosina vaihdellut suunnilleen samantapaisesti kuin hedekukkienkin (taulukko 7 ja 8 s. 19).

Sääsuhteiden vaikutus pölytyksen vuotuisen ja vuorokautisen jakson kulkuun on ainakin näennäisesti suhteellisen vähäinen. Tämä koskee erityisesti lyhytaikaisia sateita ja hallaöitä. Pitkäaikaisen kylmyyden vaikutus on tuntuvampi: kukkimisaika venyy poikkeuksellisen pitkäksi. Sateiden ja kylmyyden vaikutus näkyy kuitenkin selvimmin pölytyksen lopullisessa kokonaismäärässä, joka jää niiden johdosta mahdollista määräänsä pienemmäksi.

Siemensadon laatu eri vuosina

Siemensadon laatua on tutkittu siemennysmittareita (kuva 4, s. 18) apuna käyttäen samoissa metsiköissä kuin kukkimistakin.

Ilmalan rauduskoivikossa on vuosina 1946—1951 siemensadon koko määrästä ollut itämiskelpoista 72 % ja Tikkurilan hieskoivikossa 66 % (taulukko 9 a s. 22). Eri tutkimusvuosien välillä on ollut suuria eroja itämiskelpoisten siementen sadanneksen vaihdellessa 11:stä 82 %:iin.

Itämiskelpoisenkin siemenen laadussa on vielä huomattavaa eroa sen mukaan, kuinka suuri määrä siitä on täysinäistä ja kuinka suuri määrä on katsottava vaillinaiseksi (vrt. kuva 5 s. 20 ja kuva 6 s. 21).

Täysien pähkylöiden osuus itämiskelpoisten pähkylöiden kokonaismäärästä nähdään taulukosta 9 b s. 22. Siitä selviää, että useina vuosina täysinäisiä pähkylöitä on vähemmän kuin puolet itämiskelpoisina pidettävien pähkylöiden koko määrästä ja keskimäärinkin täysien määrä nousee rauduskoivulla vain 63:een ja hieskoivulla 69 %:iin.

Sieni- ja hyönteistuhojen vaikutus koivun siemenen laatuun on ollut suhteellisen vähäinen. Kaiken kaikkiaan on erilaisten tuhojen vikuuttamia siemeniä tavattu tutkimusvuosina n. 7 % siementen kokonaismäärästä.

Pähkylöiden laatu keskimäärin

Selvemmän kuvan saamiseksi siitä, missä määrin edellä selostetun parin tutkimuskohdan siemensadot laadullisesti kuvaavat raudus- ja hieskoivun siemen-

satoa yleensä, on koivun siemenen laatua selvitteleviä pistokokeen luonteisia tutkimuksia suoritettu eri puolilla Pohjoismaissa (kuva 7 s. 26).

Näissä tutkimuksissa on käytetty ns. humuskakku-menetelmää, joka nojaa maahan varisseisiin pähkylöihin (vrt. Sarvas 1948). Tutkimuksia on tehty kaikkiaan 92:ssa kutakuinkin puhtaassa metsikössä, joista 58 on raudus- ja 34 hieskoivikoita. Tulokset nähdään taulukoista 11 ja 12 s. 25.

Itämiskelpoisen siemenen sadannes on näissä tutkimusmetsiköissä vaihdellut 35:stä 85 %:iin. Keskimäärin se on rauduskoivikoissa ollut 60 % ja hieskoivikoissa 63 %. Itämiskelpoisista pähkylöistä on rauduskoivikoissa ollut keskimäärin 65 % ja hieskoivikoissa 67 % täysiä. Täysipitoista, s. o. itämiskelpoista ja hyvin täyttynyttä siementä on rauduskoivikoissa ollut siis n. 39 % ja hieskoivikoissa n. 42 % koko siemensadosta.

Siemensadon laadun vertailu kukkimissuhteisiin

Siemensadon laadun tarkastelussa on tyhjien pähkylöiden runsaus todettu sadon laatua eniten heikentäväksi tekijäksi. Pähkylöiden tyhjäksi jäämisen lähimmäksi syyksi voidaan olettaa siemenaiheiden hedelmöittymisen jääminen syystä tai toisesta vaillinaiseksi. Tämä antaa aihetta siemensadon laadun ja kukkimissuhteiden yksityiskohtaiseen vertailuun.

Pölytyksen kokonaismäärää edellä tarkasteltaessa todettiin jo, että useimpina vuosina, vieläpä suhteellisen huonoinakin pölyvuosina, emikukkien pölyttymisen todennäköisyys on varsin suuri ja käytännöllisesti katsoen riittävä. Paitsi pölyttymisestä hedelmöittyminen ensi sijassa riippuu: 1. siitepölyhiukkasten itävyydestä ja niistä kasvavan siiteputken ituvoimasta, 2. emin luottien kunnosta, 3. siiteputken kasvusta emin sisällä munsoluun, 4. fertiilisen tuman kyvystä jakaantua ja suorittaa hedelmöitys ja 5. siemenaiheiden fertiilisyydestä.

Parhaan kukkimisen aikaan karistettu koivun siitepöly todettiin alustavissa tutkimuksissa hyvin itäväksi (yli 90 %), mutta sen ituvoima huonoksi. Huono ituvoima johtunee siitepölyhiukkasten pienestä koosta (vrt. kuva 3 s. 12 ja 9 s. 31).

Keinollista pölytyksen tehostamista ja mikroskooppista tarkastusta käyttäen on voitu todeta, että osa (n. 15—20 %) emeistä on siten kuivuneita tai muuten turmeltuneita, etteivät niiden luotit voi täyttää tehtäväänsä siitepölyn itämisalustoina ja siiteputken kulkutienä. Toisaalta on voitu todeta (taulukko 13 s. 28), että emit, joiden edes toiseen luottiin on kasvanut yksi tai useampia siiteputkia, yleensä kehittyvät itämiskelpoisiksi pähkylöiksi.

Pölytyksen suhteellista määrää ja itämiskelpoisten pähkylöiden sadannesta verrattaessa on voitu todeta selvä riippuvaisuussuhde, joka on samantapainen kuin tilastomatemaattisesti lasketun hedelmöityksen todennäköisyyden riippuvaisuus pölytyksestä (kuva 8 s. 29). Tämä vahvistaa sitä edellä tehtyä olettamusta, että tyhjien pähkylöiden muodostuminen johtuisi lähinnä hedelmöityksen epäonnistumisesta. Toisaalta tämä pölytyksen määrän ja tyhjien pähkylöiden sadanneksen kiinteä riippuvaisuussuhde on näennäisesti ristiriidassa sen toteamuksen kanssa, että pölytys huonoinakin pölyvuosina on kutakuinkin riittävä. Se saa kuitenkin selityksen siitepölyn heikosta ituvoimasta. Koivun siitepölyn heikkoa ituvoimaa onkin tämän vuoksi pidettävä eräänä kukkimistapahtuman tärkeimpänä minimitekijänä.

Kun koivun siemenen keskimääräinen fysiologinen laatu on suhteellisen huono, on syytä siementä kerättäessä kiinnittää entistä enemmän huomiota pölytyssuhteisiin. Itämiskelpoisin siemen saadaan koivuvaltaisten alueiden puhtaista metsiköistä koivun runsaina siemenvuosina.

KOIVUN MANTOKUORIAISEN, *SCOLYTUS RATZEBURGI* JANS. LUONTUMUKSESTA

UKKO RUMMUKAINEN

ON THE INCLINATION OF BIRCH SAPWOOD BORER, *SCOLYTUS RATZEBURGI* JAN S.

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Johdanto

Kun tuhohyönteinen tunkeutuu puuhun, pyrkii se, mikäli mahdollista, valitsemaan hyökkäykselleen kohteen, joka parhaiten vastaa sen toimeentulovaatimuksia. Jos kaikenkuntoisia puita on tarjolla, iskeytyy yksi tuholaislaji ehkä p ä ä a s i a s s a vain syystä tai toisesta heikontuneisiin puihin, toinen laji kuolleisiin, kolmas kuolemaisillaan oleviin jne. Tätä kullekin lajille luonteenomaista ominaisuutta, että se hakeutuu sille optimaalinkuntoisiin puihin, sanotaan lajin l u o n t u m u k s e k s i (K a n g a s 1949, s. 493; 1950 a, s. 793—796). Tämän lisäksi tapahtuu aina jonkin verran iskeytymistä myöskin luontumusta vastaavaa kuntoa vahvempiin ja heikompiin puihin. Luontumusta ei määrää yksi vaan monet tekijät ja se voi vaihdella, mikä vaihtelu K a n k a a n mukaan johtuu pääasiassa ulkonaisista olosuhteista.

Iskeytymiskyvyn tutkiminen ei läheskään aina ole mahdollista. Useinkaan ei tarjoudu tilaisuutta tarkkailla hyönteisten esiintymistä metsässä, jossa yhtä aikaa tapaisi kunnoltansa hyvin monenlaisia puita sekä jokaista kuntoluokkaa niin paljon, että paikalla oleva tuholaiskanta mahtuisi tarpeen vaatiessa yhtä ainoata luokkaa edustaviin puuyksilöihin. Vasta kun erilaista iskeytymismateriaalia on niin runsaasti, että runsaimminkin kansoitetun kuntoluokan puihin jää koskemattomia tai vajanaisesti vallattuja yksilöitä, voi saada mahdollisimman selvän kuvan tuholaisen luontumuksesta tutkimuspaikkakunnalla vallitsevissa ulkonaisissa olosuhteissa. Tällainen harvinainen tilaisuus tarjoutui talven 1947—48 lumituhoalueilla (vrt. K a n g a s 1948, s. 1 ja 1950 b, s. 158—159). Silloin puihin jäätynyt lumi mm. monin paikoin Pohjois-Karjalassa vaurioitti metsiköitä mitä moninaisimmilla tavoilla. Osa puista kaatui juurineen, osa katkeili rungon eri osista tai karsiutui oksista osan vain taipuessa tai jäädessä kokonaan vaurioitta. Kun Pohjois-Karjalassa monin paikoin tapaa koivikoita, antoi niiden vaurioituminen tilaisuuden koettaa selvitellä koivun mantokuoriaisen (*Scolytus ratzeburgi* J a n s.) luontumusta.

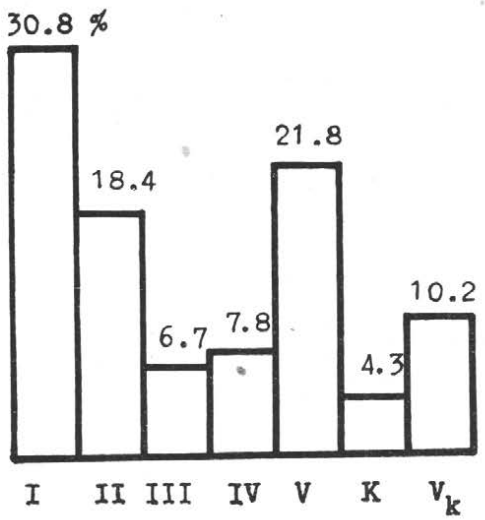


Kuva 1. Tutkimusalueelta keväällä 1948. Valok. E. Kangas.
Fig. 1. Investigation area in spring of 1948. Photo E. Kangas.

Tutkimuspaikat

Tutkimukset suoritettiin Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueessa Kolilla Pielisjärven pitäjässä. Paikka sijaitsee n. 63°5′ pohjoista leveyttä ja 29°50′ itäistä pituutta. Lumituhoalue kokonaisuudessaan oli siellä n. 600 ha:n laajuinen, josta osa kuului yksityisten omistukseen.

Työt jakaantuivat kahteen osaan, nim. Ipatti-vaaran itärinteille sekä sieltä n. 3 km etelämpänä sijaitsevan Mäkrävaaran etelärinteille.



Kuva 2. Tutkimusalueen koivujen jakaantuminen tuholuokkiin.

Fig. 2. The distribution of birches to classes, according to the degree of injury.

I = lumen tuhoilta säästyneet puut,
trees not injuried by snow
II = lumen taivuttamat puut,
trees bent by snow
III = assimilatiopinnasta tuhoutunut korkeintaan $^1/_3$,
less than $^1/_3$ of the assimilating surface destroyed
IV = assimilatiopinnasta tuhoutunut $^1/_3$—$^2/_3$.
$^1/_3$—$^2/_3$ of the assimilating surface destroyed
V = assimilatiopinnasta tuhoutunut enemmän kuin $^2/_3$, mutta ainakin yksi tuore oksa vielä jäljellä,
more than $^2/_3$ of assimilating surface destroyed but at least one green branch left
K = pystyt, oksattomat kannot,
standing strumps without branches
V_k = juurineen kaatuneet puut
trees fallen with roots.

Ipatti-vaaran itärinteellä työskenneltiin laivarannasta »Ylämaja»-matkailuhotelliin vievän tien alapuolella 200—250 m:n korkeudella merenpinnasta (lumituhoja esiintyi 170 m:stä ylöspäin). Mainittu Pielisjärveen viettävä rinne oli ennen lumituhoja ollut sankkaa ja vartevaa koivikkoa, mutta tuhojen jälkeen suurin osa koivuista oli tavalla tai toisella vaurioituneita.

Mäkrävaaralla, missä pääosa havainnoista ja kokeista tehtiin, työskenneltiin Ikolanahon vanhan peltoaukion yläpuolella n. 220—280 m:n korkeudella merenpinnasta. Metsä oli paikoin paljasta koivikkoa, paikoin kasvoi joukossa pääasiassa kuusta ja mäntyä osittain pääpuulajeinakin.

Koivujen vaurioitumisesta tutkimusalueilla antaa käsityksen kuva 2. Se on saatu tutkimalla sekä Ipatti- että Mäkrävaaralla $^1/_4$ ha:n suuruinen

näyteala eli yhteensä puolen hehtaarin alue. Tuhojen jakaantuminen molemmilla paikoilla oli samansuuntainen. Puumäärältään pieninkin tuholuokka (K = pystyt, oksattomat kannot) käsitti 50 runkoa hehtaaria kohti, mikä paikallisen mantokuoriaiskannan huomioiden olisi ollut riittävä, vaikka tuholaiset olisivat tätä luokkaa pitäneetkin pääasiallisimpana iskeytymiskohteenaan.

Pystyt ja kumollaan olevat koivut iskeytymiskohteina

T r e d l (1915, s. 150—152) sanoo Keski-Euroopassa mantokuoriaisen esiintyvän yksinomaan pystyissä puissa. Hänen havaintojensa mukaan kaadetut koivut kuivuvat nopeasti hyönteiselle kelpaamattomaan tilaan. Lisäksi hän arvelee hyönteisen karttavan kaatuneita puita siitä syystä, että se ei pysty poistamaan emokäytävistä käytävien teossa syntynyttä purua, mikä pystyissä puissa varisee itsestään ulos. Pohjois-eurooppalaisten havaintojen mukaan (mm. S a a l a s 1919, s. 188—189 ja T r ä g å r d h 1939, s. 161) mantokuoriainen saattaa esiintyä sekä pystyissä että kaatuneissa koivuissa. S a a l a a n (1919, s. 188) eri tahoilla maata tarkastamat koivut jakaantuivat seuraavasti:

Pystyjä (puolikuolleita)	2
Pystyjä (kuolleita)	33
Kumossa olevia	12
Yht.	47

K olilla analysoidut koivut jakaantuivat seuraavasti:

Pystyjä	4
Kumollaan olevia	45
Yht.	49

Kolilla analysoiduista kumollaan olevista puista oli 42 kaadettua tai juurineen kaatunutta kokonaista runkoa ja 3 maassa makaavaa suurta (pituus 7.7—10.3 m) katkennutta latvusta. Pystyt rungot olivat kunnoltaan hyvin erilaisia, yksi jopa melkein terve.

Kuten asetelmasta ilmenee, iskeytyi mantokuoriainen Kolin olosuhteissa pääasiassa kaatuneisiin tai kaadettuihin puihin (vrt. K a n g a s 1950 b, s. 160—161). Numeroiden antama kuva kumollaan olevien ja pystyjen koivujen suhteista *Scolytus*-puina on vieläkin liian mieto, sillä tutkimusseudulla analysoitiin v. 1948 kaikki tavatut pystyt hyönteisen valtaamat puut mutta vain osa kaatuneista.

Mantokuoriaisen jälkeisön elinmahdollisuuksia ajatellen osoittautui kaadettu (katkaistu) koivu paremmaksi lisääntymiskohteeksi kuin minkään muun kuntoinen puu. Katkaistuissa, täysin vailla juuristoyhteyttä

olevissa puissa toukat pystyivät parhaiten säilyttämään henkensä. Juurineen kaatuneissa koivuissa, joiden juuristoyhteydestä arvioitiin olevan jäljellä 10—20 %, tapahtui toukkien kuolemista keskenkasvuisina paljon runsaammin, jopa niin, että syömäkuvioiden kaikki toukat saattoivat olla menehtyneet. Mitä parempikuntoisempiin puihin iskeytyminen oli tapahtunut, sitä varmemmin jälkeisöt olivat menehtyneet keskenkasvuisina. Tämänkin perusteella siis kaadetut ja muuten kumollaan olevat koivut vastasivat parhaiten mantokuoriaisen luontumusta.

Kuoren rosoisuuden vaikutus iskeytymiseen

Parveilun kestäessä ja mantokuoriaisten ilmestyessä jonkin koivun rungolle hyönteiset juoksentelivat levottomina pitkin runkoa. Joskus ne pysähtyivät tarkastelemaan jotakin tiettyä kuoren kohtaa, mutta palasivat pian jälleen edestakaisin kiertelemään pysähtyäkseen hetken kuluttua uudelleen. Tällaista tarkastelua ja juoksentelua saattoi jatkua pitkän aikaa. Lopulta jokin kohta alkoi kiinnostaa yhä enemmän ja enemmän ja vaikka hyönteinen saattoikin palata vielä juoksenteluansa jatkamaan, niin se kuitenkin uudelleen ja uudelleen saapui tähän kiinnostavaan paikkaan. Lopulta se jäikin siihen alkaen kaivautua kuoren sisään. Mutta tällöinkään ei vielä aina ollut varmaa, että paikasta tulisi syömäkuvion alkukohta, sillä jonkin matkaa kuoreen porauduttuaankin hyönteinen vielä saattoi luopua aikeestaan ja lähteä etsimään uutta, kelvollisempaa pesimäpaikkaa.

Mantokuoriaisen esiintymistä kesällä 1948 tarkkailtaessa kiintyi huomio siihen, että emokäytävien alkukohdat useimmiten näyttivät sijaitsevan jossakin silmälle näkymättömässä paikassa kuoren pinnassa, roson, jäkälätuppaan tms:n alla. Myöskin hyönteisten liikehtelyä seurattaessa voi todeta kiinnostavien paikkojen enimmäkseen sijaitsevan rosojen alla. Mieltymyksestä rosopintaisiin koivuihin ei vielä kesällä 1948 tehty tarkempia havaintoja. Seuraavana vuonna — 1949 — järjestettiin Mäkrällä ilmiön tutkimiseksi pyyntipuukokeita. Kolmessa paikassa kaadettiin 29.6. — mantokuoriaisen parveilun juuri alkaessa — aivan lähetysten, mieluimmin ristiin toistensa päälle 2 koivua, joista toiseksi pyrittiin saamaan mahdollisimman roso- ja jäkäläpintainen ja toiseksi sileäpintainen yksilö. Koska rauduskoivulla tie-



Kuva 3. Pyyntipuupari n:o 2.
Fig. 3. Pair of trap trees No 2.

detään (vrt. Cajander 1917, s. 357) kuoren yleensä olevan epätasaisemman kuin hieskoivulla, voitiin kokeiden perusteella tehdä päätelmiä paitsi kuoren epätasaisuuden merkityksestä, myöskin molemmista koivulajeista iskeytymiskohteina. Sen lisäksi, että koepuupareissa toiseksi koivuksi koetettiin saada »raudustyyppi» ja toiseksi »hiestyyppi», järjestettiin koeolosuhteita myöskin siten, että rosopintaisista puista siloiteltiin puukolla osia rungon pinnasta mahdollisimman puhtaiksi kaikista epätasaisuuksista. Täten hyönteisille tarjoutui tilaisuus valita iskeytymiskohteekseen kahden erilaisen puuyksilön lisäksi myöskin samassa rungossa olevia erilaisia vyöhykkeitä ja rosoisuuden merkityksen saattoi siten odottaa ilmenevän mahdollisimman selvänä.

Pyyntipuiden rosoisuusarviointi suoritettiin silmävaraisesti koivujen pintoja toisiinsa vertailemalla. Vaikka arviointi täten ehkä olikin jonkin verran epämääräinen, ei sen objektiivisuus siitä kärsinyt, koska se suoritettiin pyyntipuita kaadettaessa ja siis ennenkuin hyönteisten iskeytymisestä runkoihin oli olemassa mitään tietoa. Sileäpintaisimman koivun rosoisuus sai arvon 1 ja rosopintaisin arvon 6 muiden sijoittuessa niiden välille.

Pyyntipuupari n:o 1 sijaitsi varsinaiselta Mäkrän tutkimusalueelta n. 900 m länteen koivikossa, josta talven 1948—49 kuluessa oli hakattu kaikki kaatuneet koivut ja runsaasti pahoin vaurioituneita pystyjäkin runkoja. Ainoastaan latvuksia makasi maassa jäljellä. Paikka ei hakkausten jälkeen enää vaikuttanut kovinkaan otolliselta *Scolytus*-alueelta. Ristiin toistensa päälle kaadettujen pyyntipuiden mitat ilmenevät taulukosta 2. Pienempi puista (kuorivaippa 7.2 m^2) oli erittäin jäkäläinen ja rosoinen tyvestä aina latvuksen sisään asti ja sen rosoisuusaste olikin suurempi kuin minkään muun koepuun. Sen pinnasta siloiteltiin puukolla sileäksi 1.35—3.07 m:n välinen rungon osa. Sen parina oli jonkin verran suurempi »hiestyyppinen» koivu, jossa epätasaisuudet rajoittuivat pääasiassa lukuisten oksien ja oksantynkien tyviosiin. Sen rosoisuusasteeksi arvioitiin 2.

Kuten taulukosta n:o 1 ilmenee, oli pienempään mutta rosoiseen ja jäkäläiseen puuhun iskeytynyt yli 2 kertaa niin paljon hyönteisiä kuin suurempaan mutta vähärosoiseen puuhun. Erotus olisi ilmeisestikin ollut vieläkin suurempi, ellei rosoisen puun pinnasta olisi siloiteltu 1.35—3.07 m:n välistä osaa. Siloittelu on nimittäin vaikuttanut mantokuoriaisen iskeytymisrunsauteen selvästi. Seuraavassa esitetään emokäytävätiheys siloitellulla rungon osalla sekä välittömästi tämän alueen molemmin puolin rosoisessa rungossa:

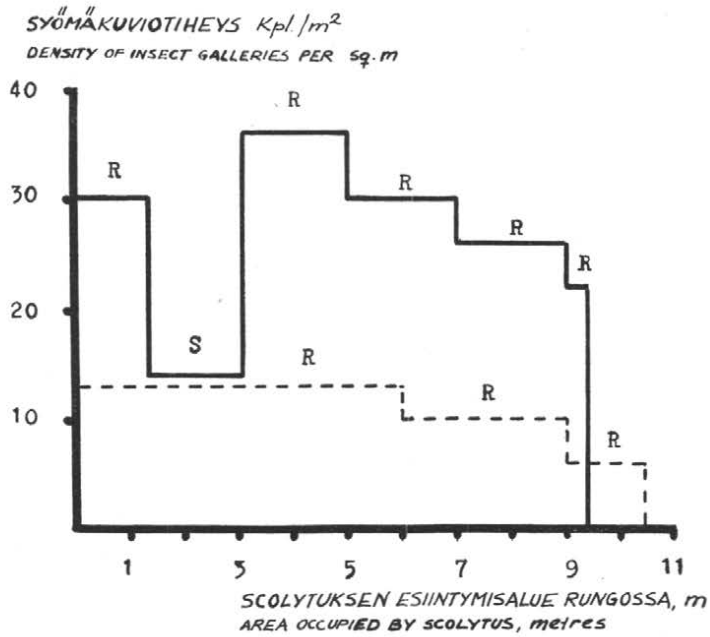
Rungon osa	Emokäytävätiheys kpl/m^2
0.0 —1.35 m (rosoinen)	30
1.35—3.07 m (siloiteltu)	14
3.07—5.0 m (rosoinen)	36

Taulukko 1. Pyyntipuut.
Table 1. Trap trees.

	Pyyntipuupari *Pair of trap trees*					
	N:o 1		N:o 2		N:o 3	
	Rosoinen *Rough*	Sileä *Smooth*	Rosoinen *Rough*	Sileä *Smooth*	Rosoinen *Rough*	Sileä *Smooth*
Pituus, m *Height, metres*	18.3	19.3	16.8	15.7	18.0	14.8
Rinnankorkeus-läpimitta, cm *B. H. D. cm*	18.0	22.1	19.8	16.0	15.4	18.0
Kuorivaippa, m^2 *Bark area, sq. m.*	7.2	8.2	6.2	5.2	7.8	5.2
Latvus alkaa, m tyvestä *Crown beginns, metres above ground*	8.7	5.2	6.2	5.2	11.2	?
Rosoisuusaste *Degree of roughness*	6	2	5	3	2	1
Siloiteltu rungon osa, m *Smoothed part of stem, metres*	1.35—3.07	—	1.75—4.0	0—4.4	—	—
Scolytus-syömäkuvioita rungossa, kpl *galleries of Scolytus per stem*	124	60	140	49	47	5
esiintymisalue rungossa, m *Area occupied by Scolytus, metres*	0—9.4	0—10.42	0—11.8	0—8.5	0—11.2	5.6—7.6
esiintymisalue, m^2 *Area occupied by Scolytus, sq. m.*	5.3	6.4	5.4	3.9	6.5	0.8
syömäkuvioita esiintymis-alueen m^2:llä *Galleries per sq. m. of the occupied area*	24.0	9.3	25.6	12.6	7.2	6.3

Taulukosta 1 ilmenee, että vähärosoisessa puussa hyönteisen esiintymisalue oli suurempi kuin rosoisessa huolimatta pienemmästä emokäytävien luvusta. Rosoisessa puussa emokäytävätiheys oli siloitellullakin rungon osalla suurempi kuin vähärosoisen puun runsaimmin kansoitetuilla kohdilla. Siloiteltuun osaan hyönteiset olivat pyrkineet iskeytymään entisten rosojen kohdille, joihin paikkoihin oli jäänyt jonkinkaan verran epätasaisuuksia jäljelle.

Pyyntipuupari n:o 2 sijaitsi Mäkrävaaralla lumituhojen jälkeen hakkaamatta jätetyn koealan laidassa. Koska sekä koealalla että muuallakin lähimmässä ympäristössä oli vielä jäljellä kokonaisia kaatuneita mantokuoriaisen v. 1948 kansoittamia koivun runkoja, näytti tällä puuparilla etukäteen olevan parhaat mahdollisuudet kerätä hyönteisiä. Rosoiseen



Kuva 4. *Scolytus ratzeburgin* iskeytyminen pyyntipuupariin n:o 1.
Fig. 4. Attack by Scolytus ratzeburgi to the trap trees No 1.

——— = Hyönteisen iskeytyminen rosoiseen puuhun,
Attack by insects to rough tree,
------ = Hyönteisen iskeytyminen vähärosoiseen puuhun,
Attack by insects to smooth tree.
R = Rosoinen vyöhyke rungossa,
Rough zone on the stem.
S = Siloiteltu vyöhyke rungossa,
Smoothed zone on the stem.

puuhun olikin tunkeutunut mantokuoriaisia enemmän kuin mihinkään toiseen pyyntipuuhun. Rungosta voitiin laskea 140 syömäkuviota. Myöskin tässä puussa kuoren siloittelu vähensi kansoitusta. Syömäkuviotiheys siloitellulla alueella ja välittömästi sen molemmin puolin oli seuraava:

0.0 —1.75 m (rosoinen)	21	käytävää/m²
1.75—4.0 m (siloiteltu)	14	»
4.0 —6.0 m (rosoinen)	33	»

Siloitellun alueen 18 syömäkuviosta oli 10 alkanut entisen roson kohdalle jääneestä epätasaisuudesta.

Tämän puuparin »hiestyypissäkin» siloittelu vaikutti joskaan ei luonnollisestikaan niin selvästi, koska rosoisinkin rungon osa oli suhteellisen sileä (rosoisuusaste 3, »raudustyypissä» 5). Siloitetulla rungon osalla oli

kuvioita keskimäärin 11 kpl ja rosoisella osalla 15 kpl esiintymisalueen m^2 kohti.

Pyyntipuupari 3 sijaitsi n. 300 m puuparista n:o 2 Pikku-Mäkrävaaralle päin. Molemmat koivut olivat jotensakin sileäpintaisia (rosoisuusasteet 2 ja 1). Siitä syystä ilmeisestikin myöskin emokäytävien luku molemmissa jäi vähäiseksi ollen silti tässäkin tapauksessa rosoisemmassa suurempi kuin sileämmässä (vrt. taul.). Kummassakaan puussa ei suoritettu pinnan siloittelua.

Kaatuneissa puissa tapahtui iskeytyminen rungon kaikille puolille, ilman että voitiin havaita eroa esim. ylös vapaaseen ilmaan ja alas maata kohti olevien rungon osien syömäkuviotiheyksien välillä.

Eri aikoina kaadetut koivut iskeytymiskohteina

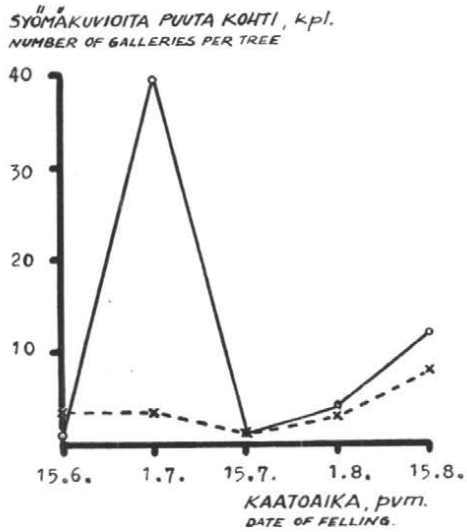
Kesällä 1948 suoritettiin sekä Ipatilla että Mäkrällä koivujen rasiinkaatoa. Pyrkimyksenä oli tutkia kaatoajan vaikutusta mantokuoriaisen kehitykseen. Rasipuita kaadettiin kahden viikon väliajoin alkaen 15. 6. Viimeinen kaato tapahtui 15. 8. Molemmissa paikoissa kaadettiin kerrallaan 3 koivua, joista 2 jätettiin makaamaan latvuksineen ja yhdestä karsittiin oksat rungon kuivumisen hidastamiseksi. Puut tarkastettiin lokakuun alussa 1948.

Rasipuiden kaatamista tapahtui ennen mantokuoriaisen parveilua (15. 6.), parveilun parhaillaan ollessa käynnissä (1. 7.) sekä pääparveilun jälkeen (15. 7., 1. 8. ja 15. 8.). Täten tarjoutui tilaisuus tarkkailla kaatoajan mahdollista vaikutusta hyönteisen iskeytymiseen.

Kuvassa n:o 5 näemme tulokset kokeesta. Se osoittaa, että Mäkrällä on pääparveilun aikana kaadettuihin koivuihin iskeytynyt paljon runsaammin hyönteisiä kuin muina aikoina kaadettuihin. Runsaimmin kansoitetussa koivussa oli 71 syömäkuviota ja niukimmin kansoitetussa 18. Kaksi viikkoa aikaisemmin (15. 6.) kaadetuissa puissa olivat vastaavat luvut 2 ja 0, kaksi viikkoa parveilun jälkeen (15. 7.) kaadetuissa 2 ja 1, 1. 8. kaadetuissa 12 ja 0 sekä 15. 8. kaadetuissa 21 ja 7.

Ipatin osalta kokeen tulos on toisenlainen. Siellä ei ole havaittavissa samanlaisia hyppäyksiä hyönteisen esiintymisrunsaudessa.

On uskallettua mennä tekemään päätelmiä kahden kokeen perusteella, joista molemmat antavat erilaiset tulokset. Tuloksia tarkastettaessa on kuitenkin huomioitava muutamia seikkoja. Kun rasipuita kaadettiin, ei vielä oltu lainkaan selvillä siitä aivan ilmeisestä merkityksestä, mikä puun kuoren rosoisuudella ja jäkäläisyydellä on mantokuoriaisen houkuttimena. Siitä syystä rasipuita valittaessa ei tähän seikkaan osattu kiinnittää huomiota ja niinpä Ipatilla parveilun aikana kaadetut koivut sattuivatkin olemaan tavallista sileäpintaisemmat, kuten syksyllä suori-



Kuva 5. *Scolytus ratzeburgin* iskeytyminen eri aikoina kaadettuihin puihin,
Fig. 5. Attack by Scolytus ratzeburgi on trees, felled in different times.

——— = Mäkrän rasipuut.
Sample trees of Märkä.
------ = Ipatin rasipuut.
Sample trees of Ipatti.

tettu tarkastus osoitti. On mahdollista, että juuri tämä oli osaltaan syynä parveiluaikana kaadettujen koivujen niukkaan kansoitukseen. Toiseksi mainittakoon eräs havainto Evolta vuodelta 1947. Kun siellä 1. 7. kaadettiin lahotutkimuksia varten koivu, lensi muutaman kymmenen minuutin sisällä kaadon jälkeen rungolle lukuisia mantokuoriaisia. Ilmeisesti niillä oli parveilu käynnissä ja ne hakeutuivat mielellään juuri sillä hetkellä kaadettuun koivuun.

Yhteenveto

Tutkimusten perusteella voimme todeta:

1) Mantokuoriaisen lisääntymiskohteena Pohjois-Karjalan leveysasteilla näyttää kumollaan oleva koivu olevan pystyä optimaalisempi. Tredlin (1915, s. 150—152) Keski-Euroopassa tekemä havainto, että kaadetut koivut kuivuisivat nopeasti hyönteiselle kelpaamattomiksi, mistä syystä mantokuoriainen niitä karttaisi, ei täällä pidä paikkaansa. Kolilla hyönteinen päinvastoin sai kehityksensä parhaiten päätökseen

poikki katkaistuissa rungoissa. Ilmeisesti kysymyksessä on sääoloista johtuva luontumuksen vaihtelu. Toteamus on myöskin yksi esimerkki siitä, miten jossakin maassa suoritettu biologinen tutkimus ei aina ole suoraan sovellettavissa jossakin toisessa maassa;

2) Mantokuoriainen iskeytyy mieluummin rosokuin sileäpintaisiin koivuihin. Ilmeisesti juuri tämä seikka ainakin osaksi selittää jo aikaisemmin tehdyn havainnon (Saalas 1919, s. 188), että rauduskoivu on hyönteiselle alttiimpi kuin hieskoivu;

3) Näyttää myöskin siltä, että juuri parveilun aikoihin kaadetut koivut ovat mantokuoriaiselle mieluisemmat lisääntymiskohteet kuin sitä aikaisemmin kaadetut. Jos siis koivuja kaadettaessa pyritään välttämään mantokuoriaisten hyökkäyksiä, on kaadot suoritettava mieluimmin pääparveiluajan — kesä-heinäkuun vaihteen — jälkeen tai sitä ennen.

Kirjallisuutta

Cajander, A.K. 1917. Metsänhoidon perusteet II. Porvoo.

Kangas, E. 1948. Lumituhoalueiden metsistä n. ¼ täydellisesti pilalla. Metsälehti n:o 39, S. 1 ja 7.

—»— 1949. Metsätuhot. Suuri Metsäkirja, S. 487—532. Porvoo—Helsinki.

—»— 1950a. Die Primärität und Sekundärität als Eigenschaften der Schädlinge. Eighth International congress of entomology, S. 793—799. Stockholm.

—»— 1950b. Über die Objektwahl des Schadenurhebers bei einigen Waldschäden. Theoretische und Materialbetrachtung. Ann. Ent. Fenn. 16, S. 145—177.

Saalas, U. 1919. Kaarnakuoriaisista ja niiden aiheuttamista vahingoista Suomen metsissä. *Referat:* Über die Borkenkäfer und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. AFF 10. Helsinki.

Tredl, R. 1915. Aus dem Leben des Birkensplintkäfers, *Scolytus ratzeburgi* Jans. Ent. Bl. 11, S. 97—102, 146—154.

Trägårdh, I. 1939. Sveriges skogsinsekter. II uppl. Stockholm.

ON THE INCLINATION OF BIRCH SAPWOOD BORER, *SCOLYTUS RATZEBURGI* JANS.

Summary

When attacking trees injurious insects have a tendency to choose, it possible a substratum which corresponds to their requirements. This habit of seeking trees in optimum condition for the insect, characteristic to each species, is called inclination of the species (Kangas 1950a, pp. 793—796). In a small degree insects always attack stronger and weaker trees too than those corresponding their inclination. The inclination may vary, depending mainly on environmental conditions.

A thorough investigation into the inclination of insects is possible in such forests only where plenty of trees occur in different conditions and the population of resp.

insect species is scanty. Such an opportunity was offered in Finland when in winter of 1947—48 severe injuries by snow occurred on an area of 200 000 hectares (K a n g a s 1950b, pp. 158—159).

The attack of birches by *Scolytus ratzeburgi* was studied in Koli Experimental Forest (63°5′ north and 29°50′ east), where birch forests were badly damaged (Figs. 1—2).

The surwey showed that *Scolytus ratzeburgi* attacked almost exclusively fallen trees (91.8 % of the inspected trees). Reproduction took place best in broken stems, the less the better connection there was left between stem and roots.

The insects preferred stems with rough bark to those with smooth bark (Table 1, Fig. 4). Probable this is the reason why *Betula verrucosa* is more susceptible than *B. pubescens*.

One may also notice that *Scolytus ratzeburgi* prefers trees which are felled at the beginning of the swarming period to those felled earlier (Fig. 5) (one experiment gave a different result probably because of the smooth bark of resp. trees).

PIIRTEITÄ MURRAYN MÄNNYN KASVUSTA JA KEHITYKSESTÄ

LEEVI MIETTINEN

ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF LODGEPOLE PINE STANDS (*PINUS CONTORTA LATIFOLIA* S. WATS.)

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Murrayn mänty kotimaassaan ja ulkomailla.

Seuraavassa on tarkoituksena esittää piirteitä maassamme kokeellisesti viljellyn Murrayn männyn kasvusta ja kehityksestä. Mainittakoon heti aluksi, että esityksessä käytetään huomattavalta osalta apuna ansiokasta kuvausta, jonka tilanomistaja C. G. Tigerstedt on aikoinaan ko. puulajista julkaissut.[1])

Murrayn mänty, *Pinus contorta latifolia* S. Wats. (*Pinus Murrayana* Balf.), on Pohjois-Amerikan länsiosan puulaji, jonka luontainen leviämisalue käsittää suurimman osan laajaa Kalliovuoristoa sekä Sierra Nevadan ja Kaskadi-vuoriston itärinteet. Harvalla puulajilla on niin laaja leviämisalue — horisontaalinen ja vertikaalinen — kuin Murrayn männyllä ja harva puulaji viihtyy myös niin erilaisissa ilmastoissa kuin se. Erityisesti on huomattava, että Murrayn männyn pääleviämisalueen ilmasto on likipitäen samanlainen kuin Keski- ja Etelä-Suomen itäosien. Se on tyypillinen vuoristopuulaji, joka ei kuitenkaan missään muodosta puurajaa ja esiintyy vain satunnaisesti alavissa laaksopaikoissa.

Kasvualueellaan, erityisesti Brittiläisessä Kolumbiassa, Albertassa ja näitä Kanadan provinsseja lähinnä sijaitsevissa Yhdysvaltain valtioissa Murrayn mänty muodostaa laajoja, tiheitä, puhtaita ja tasaisia metsiköitä, jotka useimmiten ovat syntyneet kulojen jälkeen aikaisemmin muiden puulajien hallussa olleille kasvupaikoille. Palaneiden alojen valtaukseen se pystyy paremmin kuin muut puulajit siitä syystä, että sen siementuotanto on suurempi ja taimet nopeakasvuisempia kuin muiden puulajien. Kun Murrayn männyn leviäminen palamattomille aloille tapahtuu suhteellisen hitaasti ja epätasaisesti, menettää se alat jälleen 80—100 v:n kuluttua muille, biologisesti vahvemmille puulajeille, jos kulot eivät uudelleen keskeytä metsien luonnollista kehitystä. Mikäli kulot ja avohakkaukset eivät ole edistämässä Murrayn männyn tunkeutumista hyville kasvupaikoille, joutuu se pitämään hallussaan vain karuja kasvupaikkoja, kuten hiekkakankaita, soistuneita maita jne.

Edellä sanotusta on jo käynyt ilmi, että Murrayn mänty voi kasvaa mitä erilaisimmilla kasvupaikoilla. Vaikka se onkin kasvupaikan suhteen vaatimaton, vaatii se hyvin kasvaakseen tuoreempaa maata kuin meikä-

[1]) C. G. Tigerstedt, Pinus Murrayna. (Forstlig Tidskrift, N:o 2, 1927. Helsingfors.)

läinen mänty. Tähän viittaa sen juuristokin, joka on pinnallisempi kuin meikäläisen männyn. On hyvin todennäköistä, että runsassateisilla alueilla Murrayn mänty viihtyy kuivillakin mailla, mutta vaatii tuoreempia kasvupaikkoja vähäsateisilla seuduilla.

Murrayn männylle on ominaista sangen huono luontainen harveneminen ja ihmeteltävä kyky sietää pitkät ajat menehtymättä sivuvarjostusta. Ei ole harvinaista tavata metsiköitä, joissa runkoluku vielä 120 v:n iällä on n. 16 000 kpl. ja 220 v:n iällä 1 600 kpl. ha kohden.

Sopivilla kasvupaikoilla Murrayn mänty muodostaa tavallisesti suoran, oksattoman ja hitaasti kapenevan rungon. Oksat ovat lyhyitä ja ohuita, latvus kapean kartiomainen. Kun puulaji sietää voimakasta sivuvarjostusta, on siitä seurauksena, että runkojen oksista puhdistuminen tapahtuu hitaammin kuin esim. meikäläisen männyn. Amerikkalaisten tietojen mukaan puuaine on yleensä suhteellisen pehmeää, helposti halkaistavaa ja muokattavaa. Mantopuu on melkein valkoista, sydänpuu vähän tummempaa. Puuaineelle luonteenomaisia ovat lukuisat hyvin pienet oksanjäljet, jotka jossain määrin alentavat sen arvoa sahatavarana. Lujuudeltaan Murrayn mänty on heikompaa kuin lehtikuusi, mutta vahvempaa kuin kuusi. Se soveltuu impregnointiin paremmin kuin muut havupuut.

Murrayn mäntyä on kotimaassaan käytetty etupäässä ratapölkyiksi, kaivospuiksi sekä puhelin- ja voimalinjapylväiksi. Sen käyttö sahatavaraksi on toistaiseksi ollut hyvin rajoitettua ja paikallista. Mainittakoon kuitenkin, että viime aikoina sitä on yhä lisääntyvässä määrässä ruvettu käyttämään laatikkolaudoiksi Brittiläisen Kolumbian suurilla hedelmänviljelysalueilla. Kanadassa ja Yhdysvalloissa suoritettujen tutkimusten mukaan Murrayn mäntyä voidaan käyttää sulfiittiselluloosan raaka-aineeksi, mutta suhteellisen suuren pihkapitoisuutensa vuoksi se ei kelpaa hiomopuuksi.

Edellä on vain ohimennen mainittu Murrayn männyn taimien nopeasta kasvusta. Tarkempia tietoja tämän puulajin kasvusta ja kehityksestä luontaisella kasvualueellaan saadaan C. G. Tigerstedtin aikaisemmin mainitusta Murrayn mäntyä koskevasta tutkielmasta, jossa esitetään tälle puulajille Kanadassa alustavasti laadittuja kasvutaulukoita. Niistä on seuraavaan taulukkoon poimittu näytteeksi muutamia Murrayn männikön kasvua esittäviä lukusarjoja.

Taulukosta nähtävät 115. ikävuoden kuutiomäärät ovat kunkin boniteetin maksimiarvoja, sillä siitä lähtien kuutiomäärät pienenevät. Kanadalaiset Murrayn männyn tutkijat selittävät tämän ilmiön johtuvan siitä, että tavallisesti kuusimaille syntyneihin Murrayn männikköihin vähitellen tunkeutuva kuusi aiheuttaa mainitun ikäkauden jälkeen mäntyjen kuolemista siinä määrin, että niiden kuutiomäärä pienenee, vaikka eloon jäävien mäntyjen pituus ja vahvuus edelleenkin suurenevat.

Ikä v.	Runkoluku ha:lla, kpl.	Keskiläpimitta, cm	Valta- ja lisävaltapuiden keskipituus, m	Kokonaiskuutio [1] m³/ha
		Boniteetti 40		
25	yli 7 500	—	5.2	47.5
45	»	4.8	8.8	110.4
65	6 000	7.6	10.7	209.7
115	3 510	11.4	13.4	349.5
		Boniteetti 80		
25	yli 4 950	5.1	10.4	90.9
45	3 580	10.4	17.4	209.7
65	1 510	18.8	21.7	397.0
115	890	27.2	26.5	671.0
		Boniteetti 100		
65	yli 1 260	21.6	22.9	468.3
115	741	32.8	33.3	789.9

Olisi mielenkiintoista vertailla keskenään Murrayn männyn ja meikäläisen männyn kasvua ja kehitystä samanlaisella kasvupaikalla, mutta kanadalaisen ja suomalaisen metsämaitten luokittelun erilaisuuden vuoksi on mahdotonta tietää, mitkä verrattavat kasvupaikat ovat samanarvoisia. Jonkinlaisen käsityksen saamiseksi siitä, mitä suuruusluokkaa edellä esitetystä taulukosta nähtävät Murrayn männikön kasvuluvut ovat, verrataan niitä seuraavassa meikäläisen luonnonnormaalin männikön vastaaviin lukuihin käenkaali-mustikkatyypillä (OMT), joka edustaa kasvu- ja tuottotaulukoissa [2] parasta männyn kasvupaikkaa.

Vertailu osoittaa, että parhaimmalla kasvupaikalla, boniteetilla 100, kaikki Murrayn männyn kehitystä kuvaavat luvut ovat huomattavasti suuremmat kuin meikäläisen männyn. Boniteetilla 80 on sitä vastoin jo Murrayn männyn keskiläpimitta kauttaaltaan huomattavasti pienempi, valtapituus yhtä poikkeusta (25 v.) lukuun ottamatta vähän pienempi ja kuutiomääräkin nuorella iällä (65 v:een saakka) tuntuvasti pienempi kuin meikäläisen männyn. Vanhempien Murrayn männiköiden kuutiomäärä on tosin suurempi kuin meikäläisten männiköiden, mutta ero johtuu aivan selvästi erilaisesta runkoluvusta, joka tälläkin boniteetilla on kaikkina ikäkausina Murrayn männikössä paljon suurempi kuin meikäläisessä männikössä.

Paitsi kanadalaiset tutkijat, on myös suomalainen tiedemies osaltaan selvittänyt Murrayn männyn kasvua ja kehitystä sen kotimaassa. Kun professori Yrjö Ilvessalo v. 1927 Yhdysvaltoihin ja Kanadaan tekemällään opinto- ja tutkimusmatkalla joutui liikkumaan Murrayn männyn luontaisella kasvualueella sikäläisiä metsätyyppejä tutkiessaan,

[1]) »Total kubik» ko. Tigerstedtin tutkielmassa.

[2]) Yrjö Ilvessalo, Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Ref.: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland.) Acta Forestalia Fennica 15. 1920. Helsinki.

suoritti hän siinä yhteydessä myöskin 55:llä Murrayn männikkö-koealalla valtapuiden pituuden ja rinnankorkeuden vahvuuden mittauksia. Näiden mittausten tulokset Ilvessalo on julkaissut [1]) neljältä metsätyypiltä, mutta seuraavassa asetelmassa esitetään metrisiksi mitoiksi muunnetut tulokset vain parhaalta Ilvessalon tutkimalta metsätyypiltä, jota hän nimittää valtavarvun (*Pachystima myrsinites*) mukaan Pachystima-tyypiksi.

Murrayn mänty-	30	40	50	60	70	80	90	100 v:n iällä
valtapuiden keskipituus ja	8.5	12.8	17.1	20.7	23.8	26.4	28.6	30.5 m
keskiläpimitta	—	13.7	17.8	22.1	26.4	30.5	34.8	38.9 cm

Verratessaan Murrayn männiköiden ja meikäläisten männiköiden valtapuiden keskipituuksia toisiinsa Ilvessalo toteaa Pachystima-tyypin likipitäen vastaavan meikäläistä mustikkatyyppiä. Näiden metsätyyppien pituuksien vertailussa ilmenee, että Murrayn männyn keskipituus on 65 v:n iälle saakka tuntuvasti pienempi, mutta sen jälkeen selvästi suurempi kuin meikäläisen männyn. Ko. metsätyyppien keskiläpimitoissa on saman suuntainen, mutta lisäksi paljon suurempi ero, ja vasta 90. ikävuoden jälkeen Murrayn männyn keskiläpimitta on suurempi kuin meikäläisen männyn. Vielä mainittakoon, että myöskin puolukkatyypillä männyn keskiläpimitta on 65 v:n iälle saakka suurempi ja vasta sen jälkeen pienempi kuin Pachystima-tyypin Murrayn männyn.

Edellä mainitun seikan, että metsiköiden kehityksen alkuvuosikymmeninä meikäläisen männikön valtapuiden keskipituus ja keskiläpimitta ovat suuremmat kuin Murrayn männikön, Ilvessalo päättelee johtuvan ko. puulajien luontaisen harvenemisen erilaisuudesta. Kun meikäläisen männyn luontainen harveneminen alkaa varhemmin ja tapahtuu nopeammin kuin Murrayn männyn, ei metsikön liikatiheys haittaa meikäläisen männyn valtapuiden kehitystä siinä määrin kuin Murrayn männyn.

Murrayn mänty on metsäpuuna joutunut kokeilujen alaiseksi Euroopassa jo useita vuosikymmeniä sitten. Lauri Ilvessalon mukaan sillä on kokeiltu Saksassa, Slesvig-Holsteinin nummilla, Tanskassa, Norjassa, Ruotsissa ja Leningradissa [2]). Tunnettu saksalainen dendrologi ja harras Murrayn männyn kasvattaja, kreivi A. Fr. v. d. Schulen-

[1]) Yrjö Ilvessalo, Notes on some forest (site) types in North America. (Acta Forestalia Fennica 34. 1929. Helsinki.)

[2]) Lauri Ilvessalo, Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. (Acta Forestalia Fennica 17. 1920. Helsinki.)

burg [1]) kertoo, että tämän puulajin viljelyskokeissa aluksi epäonnistuttiin varsinkin kahdesta syystä. Ensin erehdyttiin Murrayn männyn kasvupaikkavaatimusten suhteen. Koska se kuului mäntylajeihin, yritettiin sitä alkuaikoina kasvattaa ns. mäntymailla, mistä harhakäsityksestä oli seurauksena, että melkein kaikki suurehkot Murrayn männyn viljelyskokeet Pohjois-Euroopassa epäonnistuivat. Vasta myöhemmin havaittiin sen olevan kasvupaikkavaatimuksiltaan lähempänä kuusta kuin mäntyä, sillä kaikkialla Pohjois- ja Keski-Euroopassa, missä viljelyskokeita on suoritettu, on voitu todeta, että Murrayn mänty kasvaa parhaiten kosteilla savimailla ja runsaasti humuspitoisilla hiekkamailla sekä tuoreilla rapautuneilla moreenimailla, mutta happamilla, soistuneilla ja kuivilla mailla se ei menesty.

Toisena syynä epäonnistuneisiin Murrayn männyn viljelyskokeisiin v. d. Schulenburg pitää sopimattoman siemenen käyttöä. Ennen koeviljelyksiin ryhtymistä ei ole aina otettu selvää siemenen alkuperästä, vaikka se Murrayn männyn suhteen on aivan välttämätöntä, koska sillä on tavattoman laaja leviämisalue.

Saksassa on tunnettu suurta mielenkiintoa Murrayn männyn viljelyskokeisiin ja v. d. Schulenburgin [2]) mukaan kansainvälisen metsäkoelaitosten liiton Saksan osasto on kauan harrastanut tämän puulajin kasvatusta. Osaston johtaja professori L. Fabricius Münchenistä on saatujen kokemusten perusteella suositellut sen jatkuvaa viljelemistä.

Saksassa suoritetuissa Murrayn männyn viljelyskokeissa on valppaasti otettu huomioon kaikki ne kokemukset, joita Euroopassa on saatu tämän puulajin kasvatuskokeissa. Erityisen tarkasti saksalaiset dendrologit ovat seuranneet meillä Elimäen Mustilassa suoritettuja Murrayn männyn viljelyskokeita, joista tulee puhe edempänä. Niinpä v. d. Schulenburgin mukaan nimenomaan Mustilassa saadut lupaavat tulokset antoivat saksalaiselle professori C. Metzgerille aiheen v. 1927 suositella ko. puulajin viljelemistä suuressa mittakaavassa selluloosateollisuuden raaka-aineeksi Keski- ja Pohjois-Euroopassa, koska maailman paperipuuvarat näyttivät niihin aikoihin uhkaavasti vähenevän. Pitäen paperipulaa nykyisinkin mahdollisena v. d. Schulenburg yhtyy Metzgerin kehoitukseen ja neuvoo kasvattamaan Murrayn mäntyä varsinkin sellaisilla alueilla, joilla kuusi kärsii lahottajasienistä, joille ensiksi mainittu puulaji ei ole altis. Hänen mukaansa Murrayn mänty saavuttaa — hyvällä kasvupaikalla — taloudellisimman käyttökelpoisuutensa n. 40 v:n iällä, minkä jälkeen sen kasvatus ei enää kannata.

[1]) A. Fr. v. d. Schulenburg, Erfarenheter vid acklimatisering av en nord-amerikansk massavedstall i Europa. (Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift. 1948. Norrtälje.)
A. Fr. v. d. Schulenburg, Murrayanatallens missöden och rehabilitering. (Skogsbruket. 1949. Borgå.)

[2]) A. Fr. v. d. Schulenburg 1948, ks. edellä.

Murrayn mänty Suomessa.

Suomessa alettiin Murrayn männyllä kokeilla tämän vuosisadan alussa. Tutkiessaan ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuuksia maassamme Lauri Ilvessalo totesi [1]), että Murrayn männyn koeviljelyksiä oli v:een 1920 mennessä suoritettu Elimäen Mustilassa, Tammelan Mustialassa, Tammisaaressa, Förbyssä, Hattulassa, Pälkäneellä, Vääksyn kanavalla ja Sortavalan seudulla, ja että viljelystulokset olivat kauttaaltaan suotuisat. Esimerkkeinä Murrayn männyn hyvästä kasvusta hän esittää pituusmittausten tulokset kahdesta Mustilan 10-vuotisesta kulttuurista.

Tultuaan v. 1901 Mustilan kartanon omistajaksi todellinen valtioneuvos A. F. Tigerstedt [2]), kuten tunnettua, aloitti heti laajasuuntaiset ulkolaisten puulajien viljelyskokeet. Kertoessaan näistä viljelyskokeiluistaan hän mainitsee alusta alkaen tunteneensa suurta harrastusta monessa suhteessa mielenkiintoisena lajina pitämäänsä Murrayn mäntyä kohtaan. Tuskin mikään ulkolainen puulaji, lehtikuusia ja Douglas-kuusta lukuun ottamatta, näytti hänestä tarjoavan niin suuria mahdollisuuksia ja käytännöllisiä etuja kuin ko. puulaji, vaikkakin sitä oli vielä perusteellisesti meillä tutkittava. Siihen astisissa kokeiluissaan hän oli jo havainnut Murrayn männyn vaativan hyvin menestyäkseen kuohkeampaa ja kosteampaa maata kuin meikäläisen männyn.

Valtioneuvos Tigerstedtin kuoleman jälkeen on Mustilan ulkolaisten puulajien viljelyskokeita suurella taidolla jatkanut ja laajentanut hänen poikansa tilanomistaja C. G. Tigerstedt, joka myös on sitä mieltä, että Murrayn mänty ansaitsee suurempaa huomiota kuin useimmat muut ulkolaiset puulajit. Tätä osoittaa myös se, että hän, kuten aiemmin on mainittu, julkaisi Amerikasta saamaansa aineistoon ja omiin havaintoihinsa perustuvan Murrayn mäntyä koskevan tutkielman.

Pitkäaikaisten kokeilujensa ja havaintojensa perusteella Tigerstedt pitää meillä parhaiten menestyvinä niitä Murrayn männyn ilmastorotuja, jotka ovat kotoisin Brittiläisestä Kolumbiasta ja Albertan keski- ja pohjoisosista. Näistä on varsinkin Alberta-rotu alusta alkaen voittanut Mustilassa muut rodut hämmästyttävän nopealla kasvullaan. Molemmille mainituille roduille soveltuu maamme ilmasto erinomaisesti, koska Murrayn männyn vaatimukset lämmön ja sademäärän suhteen käyvät yksiin meikäläisen männyn ja kuusen kanssa. Mustilassa on myös ensin päästy selvyyteen siitä, että tämä puulaji vaatii paremman kasvupaikan kuin meikäläinen mänty, jota toteamusta, kuten aiemmin mai-

[1]) Lauri Ilvessalo 1920, ks. edellä.
[2]) A. F. Tigerstedt, Mustilan Kotikunnas. (Acta Forestalia Fennica 24. 1922. Porvoo.)

nittiin, v. d. Schulenburg pitää aivan käänteentekevänä Murrayn männyn kasvatukselle Euroopassa.

Kohta Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen perustamisen jälkeen ryhdyttiin myös sen kokeilualueissa suorittamaan Murrayn männyn koeviljelyksiä. Kun Tutkimuslaitos, odotellessaan omien viljelystensä varttumista, halusi kuitenkin saada tietoja tämän maassamme jo verraten kauan kokeillun puulajin kasvusta ja siihen tarjoutui tilaisuus Mustilassa, asetettiin laitoksen arvioimisosaston toimesta v. 1926 pysyvä koealasarja erääseen Mustilan vanhimmista Murrayn männiköistä ja vertailua varten toinen sarja lähellä sijaitsevaan meikäläiseen männikköön, jotka molemmat olivat istutusmetsiköitä. Työn suorittaja maisteri Urho Metsänheimo, joka niihin aikoihin asetteli vertailevia koealasarjoja arvioimisosastossa laaditun suunnitelman mukaisesti, julkaisi [1]) osan mittaustuloksista. Niiden mukaan 16-vuotisen talvikkityypin (PyT) Murrayn männikön (koeala 1b) valtapituus oli 7.5 m, kuoreton kuutiomäärä 70 m^3 ja juokseva vuotuinen kuutiokasvu 10.9 m^3 ha kohden, jota vastoin samanlaisella maalla kasvavassa 14-vuotisessa suomalaisessa männikössä (koeala 2b) vastaavat luvut olivat 4.0 m, 12 ja 2.2 m^3. Todettuaan vielä Murrayn männikön kasvun olevan myös paremman kuin saman ikäisen OMT:n luonnonnormaalin männikön, jossa ko. luvut ovat 4.8 m, 37 ja 5.9 m^3, Metsänheimo suosittelee sen kasvattamista nopeakasvuisena paperipuuksi, koska sitä Pohjois-Amerikassakin käytetään ko. tarkoitukseen ja meilläkin suoritetut kokeilut sen soveltuvuudesta selluloosan valmistukseen ovat antaneet myönteisiä tuloksia.

Kuten edellä esitetystä ilmenee, oli Mustilan Murrayn männikkö Metsänheimon mittaamana aikana vasta 16-vuotinen. Metsikön kehitystä on sen jälkeen jatkuvasti seurattu suorittamalla siihen sijoitetun kahden koealan (1a ja 1b) mittaukset määrävuosina, viimeksi v. 1949, jolloin metsikkö oli 39 v:n ikäinen. Metsikkö joutui eräänä talvena kärsimään melkoisista lumentuhoista, jotka kohdistuivat sekä luonnontilassa kasvatettuun koealaan (1a) että harvennettuun alaan (1b). Mustilassa on toisenkin yhtä vanhan ja samaten istuttamalla syntyneen Murrayn männikön kehitys nykyisin tarkkailtavana, kun siihen Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen arvioimisosasto asetti v. 1944 pysyvän koealan (6). Ennen koealan asettamista oli metsikköä ehditty omistajan toimesta harventaa. Näiden aikaisempien harvennusten lukumäärä ja niissä poistettu puumäärä ei ole tiedossa. Tästä on sikäli haittaa, että kun seuraavassa on tarkoituksena ryhtyä tarkastelemaan Murrayn mäntykoealojen viimeisimpien mittausten tuloksia, ei niitä koealalta 6 voida esittää joka suhteessa täsmällisinä. — Vielä mainittakoon, että molemmat metsiköt, jotka kasvavat talvikkityypillä (PyT), ovat kanadalaista

[1]) Urho Metsänheimo, Murrayn mänty. Suomen tuleva massapuu! (Tapio. 1926. Lahti.)

Alberta-rotua ja niiden istutus on suoritettu 4-vuotisin taimin jäykkäsavisille entisille uuvutetuille kaurapelloille.

Kuten jo edellä mainittiin, on seuraavassa tarkoituksena ottaa edellä esiteltyjen Murrayn männiköiden viimeisimmät mittaustulokset lähemmin tarkasteltaviksi. Kun tulosten esittely tapahtuu parhaiten vertaamalla niitä samalla kotimaisten pääpuulajiemme kasvulukuihin, on vertailumetsiköiksi koetettu valita kaikin puolin samanlaisissa olosuhteissa kasvaneita istutusmänniköitä ja -kuusikoita.

Sopivimpina vertailumännikköinä on pidetty kahta talvikkityypillä (PyT) kasvavaa Mustilan männikköä, joihin Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen arvioimisosaston toimesta on jo v. 1926 asetettu pysyvät koealasarjat (2 ja 3). Toinen männikkö on sama, jota M e t s ä n h e i m o k i n käytti vertailumetsikkönä (ks. edellä). Männiköt ovat vain 1—2 vuotta Murrayn männiköitä nuoremmat ja ovat myös viimeksi mainittujen tavoin perustetut entisille kaurapelloille istuttamalla, jossa käytettiin 2-vuotisia taimia.

Vertailuun käytettäviksi istutuskuusikoiksi olisivat tietenkin parhaiten soveltuneet talvikkityypillä kasvavat, mutta Mustilassa, jossa tämä tyyppi on melko yleinen, ei ollut vertailuun iältään sopivia kuusikoita. Sen vuoksi vertailumetsiköiksi valittiin talvikkityypin lähisukuisella käenkaali-mustikkatyypillä (OMT) kasvavat, Kymin Oy:n mailla Valkealassa sijaitsevat istutuskuusikot, joilta on käytettävissä Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen pysyvät koealasarjat (1 ja 2). Kuusikoista on toinen Murrayn männiköiden ikäinen, toinen kaksi vuotta vanhempi. Molemmat metsiköt on istutettu entisille pelloille 3-vuotisia taimia käyttämällä.

Kun edellä mainitulla tavalla kootun aineiston muodostavat Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen arvioimisosaston pysyvät koealat, joiden eräänä päätarkoituksena on harvennusten vaikutuksen tutkiminen, sisältyy aineistoon sekä luonnontilassa pidettyjä että eri vahvoin harvennuksin käsiteltyjä koealoja. Siitä syystä, että aineistoon kutakin ko. puulajia edustamaan ei ole saatu yhtä suurta määrää samalla tavalla käsiteltyjä koealoja, on aineisto tässä kohdin puutteellinen ja epäyhtenäinen, mutta antanee kuitenkin jonkinlaista selvitystä Murrayn männyn kasvusta.

Oheisessa taulukossa esitetään sekä Murrayn männiköitä että vertailuun käytettäviä istutusmetsiköitä edustavien koealojen mittaustulokset.

Taulukon lukuja tarkasteltaessa käy ilmi, että Murrayn männiköiden ja vertailumetsiköiden keskiläpimitoissa ei ole havaittavissa eroa eri puulajien kesken, sillä keskiläpimitta vaihtelee Murrayn männyllä 13.7—14.9 cm, männyllä 13.8—15.4 cm ja kuusella 13.8—15.0 cm. Metsiköiden pituudessa on sitä vastoin selvä ero. Niinpä Murrayn männiköiden valtapituus on suurempi kuin vertailumetsiköiden, keskimäärin 17.7 m, kun se männiköissä on vain 15.6 m ja kuusikoissa 15.7 m. Keski-

Puulaji *Tree species*	Koealan n:o *Sample plot No.*	Harvennusten lukumäärä *Number of thinnings*	Metsätyyppi *Forest site type*	Metsikön ikä, v. *Age of the stand, years*	Runkoluku, kpl./ha *Number of trees per ha*	Keskiläpimitta, cm *Mean diameter, cm*	Valta-*Dominant* / Keski-*Mean* pituus *height* m		Jäliellä oleva *Remaining* / Poistunut *Removed* kuutiomäärä kuorineen m³/ha *volume cu.m/ha incl. bark*		Kuori-% *Bark percentage*	Vuot. juokseva kuutiokasvu kuoretta *Current annual volume growth excl. bark*		Kokonaiskasvu *Total growth*	
												m³/ha cu.m/ha	%	kuorineen m³/ha *incl. bark cu. m/ha*	kuoretta m³/ha *excl. bark cu. m/ha*
Murr. mänty *Pinus Murrayana*	1a	0[1])	PyT	39	2 690	13.7	18.8	16.6	330	98	8.8	15.5	5.0	428	389
»	1b	5	»	»	1 170	14.4	17.9	16.7	174	207	9.6	7.3	4.7	381	339
»	6	(2)	»	»	1 590	14.9	16.3	15.7	224	(120)	9.8	11.3	5.6	(344)	(308)
Mänty *Pinus silvestris*	3a	1	»	38	1 573	15.4	16.1	14.2	187	82	17.0	7.6	4.9	269	219
»	3b	4	»	»	1 868	14.9	15.9	14.0	201	61	17.5	8.3	5.0	262	212
»	3c	4	»	»	1 600	15.3	16.1	14.7	188	83	17.1	8.1	5.2	271	222
»	2a	5	»	37	1 684	13.8	14.7	13.1	151	107	17.5	7.3	5.8	258	209
»	2b	2	»	»	1 765	14.2	15.2	13.3	166	97	15.0	9.6	6.8	263	218
Kuusi *Picea excelsa*	1a	0[1])	OMT	39	3 488	13.8	16.4	12.8	292	1	12.3	14.6	5.7	293	257
»	1b	2	»	»	2 088	14.1	15.6	12.8	189	82	11.1	10.2	6.1	271	240
»	2a	2	»	41	1 550	15.0	15.7	14.2	189	132	12.7	6.6	4.0	321	280
»	2b	4	»	»	2 087	14.3	15.1	12.3	193	128	13.3	7.3	4.4	321	279

[1]) Luonnontilainen — *Natural.*

pituuksissa on ero vieläkin selvempi, Murrayn männyllä keskimäärin 16.3 m, männyllä 13.9 m ja kuusella 13.0 m.

Taulukosta nähdään kullakin koealalla viimeiseen mittausvuoteen mennessä suoritettujen harvennusten lukumäärä, harvennuksissa poistettu puumäärä (luonnontilaisilla koealoilla luontaisesti harventunut määrä) ja nykyisin jäljellä olevan puuston kuutiomäärä. Kun harvennusten lukumäärä ja voimakkuus ovat koealoilla erilaiset, kuten taulukosta nähdään, ei Murrayn männiköiden ja vertailumetsiköiden jäljellä olevien kuutiomäärien vertailulla ole mitään merkitystä, josta syystä se jätetään suorittamatta. Kuutiomäärien ja harvennusmäärien laskeminen ja taulukkoon merkitseminen onkin tapahtunut sen vuoksi, että niiden perusteella on laskettu metsikköjen kokonaiskasvu, joka otetaan myöhemmin tarkasteltavaksi.

Murrayn männiköiden harvennusmäärien suhteen on syytä huomauttaa, että koealan 1b suuri harvennusmäärä (207 m^3), joka huomattavasti ylittää koealalla nykyisin kasvavan puuston kuutiomäärän ja varsinkin koealan 1a suuri luontaisen harventumisen määrä (98 m^3) pääosaltaan johtuvat aiemmin (s. 9) mainituista lumentuhoista. Samoin on varhemmin (s. 9) mainittu siitä, että Murrayn mänty-koealan 6 harvennusmäärää esittävään lukuun (120 m^3) ei sisälly koko harvennusmäärä, vaan siitä varovasti arvioiden puuttuu n. 40 m^3.

Murrayn mänty on tunnetusti ohutkuorinen, mikä myös käy ilmi taulukon luvuista. Niiden perusteella saadaan tämän puulajin keskimääräiseksi kuorisadannekseksi 9.4, kun se kuusella on 12.4 ja männyllä 16.8. Mainittakoon vielä vertailun vuoksi, että meidän ohutkuorisimman kotimaisen puulajimme lepän kuorisadannes on ko. ikäisessä OMT:n metsikössä 11.5 [1]), joten Murrayn männyn kuori on sitäkin ohuempaa.

Vuotuista juoksevaa kuutiokasvua esittäviä lukuja tarkasteltaessa voidaan todeta, että Murrayn männiköiden kuutiokasvu, huolimatta koealan 1b kuutiokasvun pienuudesta, mihin aiemmin mainituilla (s. 9) lumentuhoilla on syynsä, on tuntuvasti suurempi kuin vertailumetsiköiden. Taulukon lukujen perusteella saadaan Murrayn männyn kuutiokasvuksi keskimäärin 11.4 m^3, jota edellä mainitusta syystä on pidettävä liian alhaisena, kuuselle 9.7 m^3 ja männylle vain 8.2 m^3. — Kuutiokasvusadanneksen suhteen ei puulajien kesken ole havaittavissa mainittavaa eroa.

Kun lopuksi tarkastellaan kokonaiskasvua (jäljellä olevan puuston kuutiomäärä + harvennusmäärä) esittäviä lukuja, huomataan jo ensi silmäyksellä, että ne ovat Murrayn männiköissä paljon suuremmat kuin vertailumetsiköissä. Jos Murrayn mänty-koealan 6 aiemmin (s. 9) mainitusta syystä liian alhaista harvennusmäärälukua korotetaan edellä

[1]) Leevi Miettinen, Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. (Metsätiet. tutkimuslaitoksen julkaisuja 18, 1. 1932. Helsinki.)

(s. 12) arvioidulla määrällä, kohoavat sen kuorellinen ja kuoreton kokonaiskasvu likipitäen samaksi kuin koealan 1b. Kun suoritetaan tämä korjaus, saadaan 39-vuotisten Murrayn männiköiden kuorettomaksi kokonaiskasvuksi keskimäärin 356 m^3/ha, istutusmänniköiden 216 m^3/ha ja istutuskuusikoiden 264 m^3/ha, joten siis Murrayn männiköiden kokonaiskasvu on n. 65 % suurempi kuin männiköiden ja n. 35 % suurempi kuin kuusikoiden. Edellä mainittujen kokonaiskasvulukujen perusteella laskien tulee Murrayn männyn vuotuiseksi keskimääräiseksi kasvuksi 9.1 m^3, männyn 5.8 m^3 ja kuusen 6.6 m^3/ha.

Edellä suoritetusta talvikkityypin (PyT) Murrayn männiköiden ja pääpuulajiemme kasvusuhteiden vertailusta on käynyt ilmi, että Murrayn mänty 39. ikävuoteen mennessä ei tosin ole tuottanut sen järeämpää puuta kuin meikäläinen mänty ja kuusi, mutta että paremman pituuskasvun ansiosta sen kokonaiskasvu ko. hyvillä kasvupaikoilla on paljon suurempi kuin pääpuulajiemme, joille talvikkityyppi (PyT) ei tarjonnekaan käenkaali-mustikkatyypin (OMT), vaan pikemmin mustikkatyypin (MT) veroisen kasvupaikan [1]). Murrayn männiköiden kehityksen jatkuva tarkkailu uusine mittauksineen antaa vastaisuudessa valaistusta vielä moneen nyt selvittämättä jääneeseen seikkaan.

Murrayn mänty on sahapuuna huonompi kuin kotimaiset havupuumme. Tämän puulajin kokenut kasvattaja C. G. Tigerstedt on Metzgerin, v. d. Schulenburgin ja Metsänheimon tavoin suositellut sen kasvattamista selluloosateollisuuden raaka-aineeksi, johon se hento-oksaisuutensa, hyvän runkomuotonsa, vaalean puuaineensa ja heikon sydänpuunmuodostuksensa sekä nopeakasvuisuutensa perusteella hyvin soveltuisi. Käsityksensä tueksi Tigerstedt on esittänyt tohtori A. Klingstedtin v. 1926 Ensossa suorittaman kemiallisen tutkimuksen tulokset, joiden mukaan Murrayn mänty sangen hyvin kelpaa sulfiittiselluloosan valmistukseen, vaikkakin suoritetussa kokeessa selluloosan väri oli vähän huonompaa kuin kuusiselluloosan, mutta huomattavasti parempaa kuin männystä valmistetun. Jotta selluloosateollisuus voisi käyttää Murrayn mäntyä raaka-aineenaan, edellyttää se tämän puulajin entistä laajempaa viljelemistä maassamme.

ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF LODGEPOLE PINE STANDS (*PINUS CONTORTA LATIFOLIA* S. WATS.)

Summary

The paper starts with a review of the occurrence of lodgepole pine within its natural range in North America. In that connection its distribution, site requirements, habit of growth and potential use are discussed, mainly according to

[1]) Erkki K. Kalela, Mänty- ja kuusivaltapuiden kasvusta talvikkityypillä. (Metsätiet. tutkimuslaitoksen julkaisuja 27, 6. 1939. Helsinki.). S. 37.

C. G. Tigerstedt (cf. footnote, p. 3). A few figure series from growth tables worked out in Canada and from the height and diameter measurements of dominant trees made by Yrjö Ilvessalo during his trip to America in 1927 are presented as an example of the growth of lodgepole pine stands (cf. footnote, p. 6). The results of these two studies are then compared with the corresponding (growth) figures for the domestic, naturally normal pine stand *(Pinus silvestris)*.

The above-mentioned description is followed by a brief outline of experiments on the artificial propagation of lodgepole pine effected in Europe and of the experience thus gained (Lauri Ilvessalo, A. Fr. v. d. Schulenburg and A. F. Tigerstedt, cf. footnote, p. 6—8). Experiments on lodgepole pine were begun in Finland at the beginning of this century and the results have generally been favourable. Since the oldest systematic experiments on lodgepole pine were carried out on Mustila Estate (owned by C. G. Tigerstedt) in South Finland permanent sample plot series have been established there on the initiative of the Forest Research Institute in order to enable observations to be made of the development of stands composed by this species. In order to facilitate the comparison between the growths of the exotic lodgepole pine and the domestic pine, sample plots have been established in Mustila in Scots pine *(Pinus silvestris)* plantations as well, on the same forest site type *(Pyrola* type). The results of the latest measurement of these sample plots are presented in the table on page 11.

To enable additional comparison between the growths of lodgepole pine and domestic Norway spruce *(Picea excelsa)* plantations the table includes growth figures of four spruce sample plots. These spruce stands are on *Oxalis-Myrtillus* site type, closely related to *Pyrola* type.

Examinations of the figures in the table reveals a complete absence of any difference in mean diameter between lodgepole pine stands and the other stands. There is, however, a conspicuous difference in the height of the stands, both the dominant and mean height of the exotic species exceeding those of the domestic species.

Comparison of bark percentages indicates that lodgepole pine has a thinner bark than any of the commercial domestic species. The current annual volume growth is appreciable greater in lodgepole pine stands than in domestic pine and spruce stands. On the other hand, however, there is no noteworthy difference to be found in growth percentage.

Total growth — i. e., remaining volume + thinning removal —, is much greater in lodgepole pine stands than in other stands. Considering the fact that the total growth of sample plot 6, as given in the table, does not include the volume removed prior to the establishment of the sample plot (appr. 40 cu. m. per hectare), it may be concluded that the total growth of lodgepole pine stand is about 65 per cent higher than that of Scots pine stand and about 35 per cent higher than that of Norway spruce stand. However, it must be pointed out that the forest site type in question, clay-soil *Pyrola* type, does not, obviously, constitute as suitable a habitat for Scots pine as for lodgepole pine.

As lodgepole pine is not particularly suitable for sawmills, it has been recommended in Finland, as elsewhere in Europe and in America, for raw material production for the cellulose industry. Owing to its slender branches, good stem form, light-coloured wood, weak heartwood formation and, as described above, relatively rapid growth, lodgepole pine is particularly suitable for this purpose.

METSÄTEKNOLOGISET KYSYMYKSET TURUN AKATEMIAN VÄITÖSKIRJOISSA

PAAVO ARO

FOREST TECHNOLOGY PROBLEMS IN THE THESES OF TURKU ACADEMY

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Metsäteknologiset kysymykset Turun Akatemian väitöskirjoissa

Paavo Aro

Ison Vihan jälkeinen ns. hyödyn aikakausi, jota katsotaan kestäneen aina Suomen Sotaan asti, on metsätalouden ja sahateollisuuden historiassa erittäin kiintoisa aikakausi. Sodan hävityksien jälkeen taloudellinen toiminta perustui suurelta osalta metsän tuotteiden hyväksi käyttöön ja tämän vuoksi sekä valtakunnan johtomiesten että tavallisen kansankin huomio oli kiintynyt metsätaloudellisiin kysymyksiin. Puuta omia käyttötarkoituksiaan varten tarvitseva rautateollisuus ja sitä ulkomaanvientiin raaka-aineeksi käyttävä, teknillisesti jatkuvasti kehittyvä sahateollisuus kiistelivät puunsaantioikeuksistaan, jota monenlaisilla säännöstelymääräyksillä pyrittiin rajoittamaan varsinkin, kun ulkomailta maahamme levinnyt metsien häviämisen pelko painajaisen tavoin vaivasi valtion johtomiehiä. Kun samanaikaisesti tieteellisissä piireissä luonnontieteiden ja taloustieteen harrastus eräiden etevien tutkijain (K a l m, G a d d ja H e l l e n) ansiosta sai osakseen ennen näkemätöntä huomiota, on luonnollista, että heidän ohjaamansa tutkimustoiminta noudatti ajan virtauksia. Niinpä hankkikin usea nuori opiskelija maisterin arvonsa ja laakeriseppeleensä maisterinväitöskirjoilla, jotka käsittelivät tälle ajalle tärkeitä metsätaloudellisia kysymyksiä. Nämä väitöskirjat ovat sen ajan tavan mukaan lyhyitä yleisesityksiä kulloinkin aiheeksi otetuista kysymyksistä, joita koetetaan valaista käytettävissä olevan tietouden pohjalla lisäämällä siihen omia käsityksiä. Metsätaloutta koskevista tutkielmista toiset käsittelevät metsätaloudellisia kysymyksiä yleensä, kun taas toiset selvittelevät vain jotakin rajoitettua alaa.

Vaikka mainituissa ruotsinkielellä kirjoitetuissa tutkielmissa ei olekaan sellaisia, jotka käsittelisivät yksinomaan metsäteknologisia kysymyksiä, on seuraavassa tarkoitus kuitenkin tarkastella, minkälaisia tietoja siihen aikaan oli olemassa näistä kysymyksistä, joita tutkielmissa kuitenkin muiden kysymysten ohella tulee esille.

Ensimmäisenä näistä tutkielmista on mainittava jo 200 v. sitten, v. 1753 ilmestynyt D a n i e l L i t h a n d e r i n 44 sivuinen tutkimus »Oförgripeliga tanckar om nödwändigheten af skogarnas bettre wård och

ans i Finland». Tutkielmassa luodaan laaja katsaus sen aikaiseen Ruotsi-Suomen ulkomaankauppaan ja siihen vaikuttaviin tekijöihin sekä osoitetaan, miten tärkeä merkitys metsän tuotteilla siinä on ollut. Erikoisesti kiinnitetään huomiota Amerikan kilpailumahdollisuuksiin puutavarakaupassa, mutta tullaan metsäteknologiselta kannalta erittäin kiintoisaan tulokseen osoittamalla, että amerikkalainen puu, erikoisesti tammi, mänty ja kuusi, ei pysty kilpailemaan meidän vastaavien puulajien kanssa, koska sen kestävyys lahoa ja tuhohyönteisiä vastaan on paljon huonompi. Niinpä ruotsalaisesta tammesta rakennettu laiva kestää n. 40 vuotta eli 4 kertaa kauemmin kuin amerikkalaisesta tammesta tehty. Vieläpä ruotsalainen tervakin on parempaa kuin amerikkalainen, joka turmelee esim. laivat melkein kuin sievesi. Hyvän puun hankkimisen edellytyksiä meillä kirjoittajan mielestä lisää suuresti mahdollisuus kuljettaa puutavaraa mukavasti talvikelillä ja keväällä uittamalla puroja ja jokia myöten. Hän on täysin vakuuttunut suurista mahdollisuuksistamme puutavarakaupan alalla erinomaisen laatuisen puumme ansiosta, mutta on kovasti huolissaan huolettomasta ja ajattelemattomasta metsien käsittelystä. Tämän välttämiseksi olisi hänen mielestään kyläkuntien yhteiset metsät jaettava talojen kesken, kaskeamista olisi rajoitettava ja pitäjiin tai ainakin kihlakuntiin olisi saatava metsistä huolta pitäviä metsänvartijoita. Painostaakseen säästäväisen puun käytön mahdollisuuksia kirjoittaja esittää ulkomailla käytännössä olevia puuta säästäviä metsän käyttötapoja.

Metsien säästäväinen käyttö jo silloin samoinkuin nykyäänkin edellytti, että parempiarvoinen puu varattiin ulkomaiseen vientiin ja kehittyvän teollisuuden tarpeisiin, ja kotitarpeessa oli tyydyttävä vähempiarvoiseen puuhun. Tieteellisin tutkimuksinkin pyrittiin osoittamaan näitä mahdollisuuksia, ja todennäköisesti m. m. juuri tämän vuoksi Turun Akatemiassakin annettiin nuorten tutkijain selviteltäväksi sellaisten puulajien käyttömahdollisuuksia, joilla ei vielä siihen aikaan ollut markkinointimahdollisuuksia kotimaan rajojen ulkopuolella, mutta joita hyvin voitiin käyttää monenlaisiin kotitarpeisiin. Tällainen tutkimus on v. 1759 ilmestynyt Arvid Mennanderin »Kort beskrifning om aspens egenskaper och nytta i den allmänna hushållningen.» Selostettuaan aluksi haavan levinneisyyttä, biologisia ominaisuuksia ja kasvuolosuhteita kirjoittaja kuvailee tarkoin haapapuun moninaisia käyttömuotoja. Vaikka haapa ei polttopuuksi olekaan erikoisen sopiva, koska se räiskyy palaessaan ja antaa huonosti lämpöä, on se kuitenkin moniin kotitarpeiksi käytettäviin esineisiin ja astioihin erittäin hyvin soveltuva puulaji. Haapapuuta voidaan helposti sorvata ja kaivertaa, ja valkean värinsä takia sitä käytetään mm. Englannissa lattialautoihin. Kokemus on osoittanut, että haapapuu kestää kauemmin vesirakenteissa, jotka ovat kokonaan veden alla, kuten padoissa ja myllyjen alusrakenteissa.

Kaivon arkkuihin se ei kuitenkaan sovellu, sillä se tekee veden pahan hajuiseksi ja sameaksi, koska se helposti sammaloituu. Keveytensä takia haapapuu on soveliasta myöskin veneiden tekoon ja siitä voidaan kovertaa monenlaisia esineitä. Haapanen aidas kestää 4—5 kertaa enemmän kuin kuusi ja mänty. Aitoihin käytettävä haapa on kuitenkin kaadettava keväällä mahlan juoksun aikaan ja sen tulee antaa olla maassa, kunnes kuori alkaa itsestään irrota, sillä silloin siitä tulee kevyt ja paljon kovempi kuin mistään muusta puusta. Lahonnutta, kuivaa haapaa voidaan käyttää taulana, sillä se on yhtä tulenarkaa kuin taulakääpä, jota on vanhoissa, suurissa koivuissa. Käyttämällä haavan tuhkaa lasiteollisuudessa saadaan kaunista ja valkeata lasia.

Haavan kuorta voidaan käyttää moniin tarkoituksiin. Syys—lokakuussa kaadetun haavan kuori kelpaa erinomaisesti eläinten rehuksi. Nuorien haapojen kuivatusta kuoresta voidaan valmistaa soihtuja, ja vihreän kuoren savu karkoittaa tupien uuneihin pesiytyneet sirkat. Haavan mahlasta voidaan keittää ruuan valmistukseen kelpaavaa siirappia ja silmuista valmistaa hyvää hiusvoidetta eli pumadaa. Haavan lehdet ja oksat kelpaavat erinomaisesti eläinten ravinnoksi. Kuoresta saadaan sitäpaitsi erittäin hyvää vilustumislääkettä yhdessä lepän kuoren ja hämähäkin verkon kanssa: siis viittaus nykyaikaisiin vitamiini- ja penisilliinilääkkeisiin.

Tämän haavan eri tarkoituksiin soveltuvan käytön lisäksi väitöskirjassa esitetään vielä mahdollisuuksia ennustaa säätä haavasta ja haavan kasvattamismahdollisuuksia, jotka eivät enää kuulu tämän selostuksen puitteisiin.

Tekotavaltaan edellisen kaltainen ja myöskin samoja päämääriä palveleva on samana vuonna kuin edellinenkin, mutta vuoden lopulla ilmestynyt tutkimus koivusta. Sen tekijä on Johan Grundberg ja on nimeltään »Oekonomisk beskrifning öfwer björckens egenskaper och nytta i den allmänna hushållningen.» Aluksi tekijä kuvailee eri koivulajeja ja niiden rakenteellisia eroavaisuuksia sekä yleensä koivun ominaisuuksia. Visa- ja niverämuodostus näyttää olleen siihen aikaan yleisempi kuin nykyään, sillä kirjoittaja eroittaa visakoivun aivan eri koivulajina tai ainakin runkomuotolajina. Koivua pidettiin siihenkin aikaan, kuten nykyäänkin, parhaana polttopuuna ja koivuhiili oli parempaa raudan valmistukseen kuin kivihiili. Sanottiinpa, että koivuhaloilla lämmitetystä riihestä saatiin viljaa, joka antoi valkoisempaa jauhoa, kuin muilla puilla lämmitetty riihi. Koivun tuhka on hyvää saippuan valmistamiseen, koska se säästää talia. Valkea ja sitkeä koivupuu soveltuu erinomaisesti ajoneuvoissa ja peltotyökaluissa käytettäväksi. Sorvaajat tekevät siitä monenlaisia astioita ja leikkikaluja. Metsättömillä seuduilla rakennetaan siitä ulkorakennuksiakin, vaikka ne eivät olekaan yhtä kestäviä kuin kuusi- tai mäntypuusta tehdyt. Koivun samoin kuin

haavankin lahoista saadaan hienontamalla ja kuivattamalla hyvää taulaa. Visaa esiintyy visakoivun juuressa, rungossa ja oksissa. Juurivisa on huonointa ja karkeinta, runkovisa vahvinta ja oksavisa kauneinta. Visasta valmistetaan pyssyn periä, puukon varsia, piippuja, lusikoita ym. Koivuissa tavataan myös suuria pahkoja, joista valmistetaan vahvoja vateja. Nämä pahkat ovat jonkin hyönteisen aiheuttamia, joka laskee munansa koivun oksaan.

Koivun kuorta käytettiin nahkojen parkitsemiseen, kalastusvälineiden värjäämiseen ja nälkäaikoina jauhojen jatkona leipää leivottaessa. Tuohen käyttö siihen aikaan oli sangen yleistä moneen erilaiseen tarkoitukseen astioiksi, virsuiksi, konteiksi ym. Verkon kohot ja kivekset tehtiin tuohesta, ja tuohella päällystetyn katon sanottiin kestävän 100 vuotta. Amerikassa tuohesta tehtiin veneitä ja ennen paperin keksimistä sitä käytettiin kirjoituspaperina. Mainitaanpa Vergiliuksen runoja kirjoitetun tuohelle ja Siperiasta sanotaan löydetyn kokonaisia tuohisia kalmukinkielisiä kirjoja. Vanhasta tuohesta saadaan polttamalla hienoa kimröökiä kirjanpainajille ja maalareille sekä tervaa, jota käytetään nahkojen valmistukseen, vaunuvoiteeksi ja lääkkeeksi.

Koivun oksia käytetään saunavastoiksi ja luutien tekoon. Myöskin taitetaan niistä lehtikerppuja lampaille ja vuohille. Nuorista koivun lehdistä keväällä valmistetaan maalla salaattia ja lisäksi niistä valmistetaan kankaan värjäykseen sopivaa keltaista väriä. Myöskin maalausväriä niistä voidaan keittää. Koivun mahlasta taas valmistetaan usealla eri tavalla viiniä ja olutta. Myöskin voidaan siitä keittää sokeria tai siirappia. Koivun kuorta, mahlaa ja lehtiä voidaan monella tavalla kaiken muun lisäksi käyttää erilaisten tautien lääkkeeksi.

V. 1772 ilmestyi Carl Gebhard Widqvistin tutkimus »Menlöse tankar om bräd-sågning», jota voidaan pitää ensimmäisenä Suomessa julkaistuna puunjalostusteollisuutta koskevana väitöskirjana. Tutkimuksessa tekijä lausuu ankaria sanoja vanhasta lautojen halkaisemalla ja veistämällä tapahtuvasta valmistustavasta, joka tuhlaa puuta ja päivätöitä. Tällä tavalla saadaan rungosta vain 2 kehnoa lautaa, kun sitä vastoin hienoteräisillä sahoilla sahaamalla voidaan saada 4, 6 ja useampiakin hyvälaatuisia lautoja riippuen tukin paksuudesta. Tämän tavan tuhlaava puun käyttö olikin johtanut kaikkialla maassa sahalaitoksien perustamiseen vesiputouksiin. Kirjoittaja ei kuitenkaan katso näiden voivan tyydyttää maanviljelijöiden lautatarvetta edullisesti, koska ne sahaavat pääasiassa ulkomaan vientiä ja kotimaan kauppaa varten. Kirjoittajan mielestä sahamyllyiltä olisi kiellettävä karkeiden sahanterien käyttö eikä mitään yksiteräisiä sahamyllyjä olisi sallittava, vaan kaikki olisi muutettava moniteräisiksi.

Maanviljelijäin lautatarpeen tyydyttämiseksi kirjoittaja suosittelee lautojen käsisahausta, josta hän antaa seikkaperäisen kuvauksen. Koska

sahattavien tukkien nostaminen pukkien päälle on raskasta, esittää kirjoittaja Englannissa käytännössä olevan tavan kaivaa maahan alasahuria varten kuoppa, jonka pituus on tavallisesti 3—4 kyynärää, leveys 1 ½—2 kyynärää ja syvyys 1 syli. Kuoppa on sisältä vuorattu laudoilla mullan vierimisen estämiseksi. Tutkimuksen lopussa kirjoittaja osoittaa kustannuslaskelmien avulla, että maanviljelijä, joka rakennuksiaan varten tarvitsee 10 tolttia lautoja ja asuu peninkulman päässä sahamyllystä, saa käsisahauksella kaikista edullisimmin mainitun lautamäärän sahatuksi. Tästä laskelmasta käy ilmi myöskin eräitä sahaustöiden työennätyksiä. Yksi mies halkaisee ja veistää päivässä puhtaiksi laudoiksi 2 kpl latvastaan 9″ paksuista tukkia, joista kustakin tulee 2 lautaa, eli siis 4 lautaa päivässä. Käsisahauksella kaksi miestä sahaa päivässä 2 tukkia, à 6 lautaa eli yhteensä 12 lautaa. Yhden miehen osalle tulee siis kaksi lautaa enemmän päivässä kuin veistämällä. Sahamyllyssä kaksi sahamiestä sahaa päivässä 7 tukkia eli 42 lautaa. Miestä kohti tulee siis 21 lautaa. Kustannukset kuljetuksineen tulevat kuitenkin sahamyllyssä niin suuriksi, että käsisahaus muodostuu ehdottomasti taloudellisemmaksi.

Kun tiedossa on, että jo tuona aikakautena raakapuutavaraa vieläpä lautojakin uitettiin vesistöissämme, tarttuu suurella uteliaisuudella Gustav Niclas Idmanin v. 1772 ilmestyneeseen tutkimukseen »Om ström-rensningars nytta och nödwändighet i Björneborgs län.» luullen löytävänsä jotakin uittoa koskevaa. Näin ei kuitenkaan ole asian laita. Tutkimuksessa ei sanallakaan viitata kosken perkauksen merkitykseen uitolle, vaan kerrotaan Kokemäenjoen koskien perkauksista, joihin oli ryhdytty kevättulvien viljelyksille aiheuttamien vahinkojen estämiseksi.

Kymmenen vuotta myöhemmin kuin edelliset tutkimukset ilmestyi v. 1792 Fredric Sjöstedtin tutkimus »Om medel at underhålla och öka skogväxten i Finland», jossa on eräitä metsäteknologisia ajatuksia. Oksattoman ja teknillisesti hyvän runkopuun saamiseksi olisi pitkät, hyvämuotoiset, solakat puut karsittava ja annettava kasvaa täysiikäisiksi. Rakennushirsiksi olisi kaadettava vain täysikasvuisia puita, sillä kokemuksen perusteella täysikasvuisesta puusta tehty rakennus kestää 70—90 vuotta, kun taas keskenkasvuisesta puusta tehty kestää vain 20—30 vuotta. Kirjoittajan mielestä olisi metsien järkiperäisen käytön edistämiseksi luovuttava huolimattomasta puutavaran hakkuusta ja kaskenpoltosta sekä ryhdyttävä metsäseuduilla keräämään pihkaa, polttamaan tervaa sekä tuhkaa potaskan valmistusta varten.

Ohjeita metsien hävittämisen ehkäisemiseksi sisältää kuten kaikki muutkin tämän aikaiset tutkimukset myöskin v. 1794 ilmestynyt Adam Reinhold Widqvistin tutkimus »Anmärkningar rörande läckter-hygget uti de kring städerne Raumo och Nystad belägne socknar».

Lehtereitä valmistetaan nuorista mänty- ja kuusimetsistä. Niiden tulee olla suoria, oksattomia, jopa 12 kyynärää pitkiä ja 1—1 ½″ paksuisia latvasta, tyvestä 4″ paksuisiksi nelisärmäisiksi, mutta latvasta vain kahdelta puolelta veistettyjä. Hyvä työmies voi niitä valmistaa 50 kpl päivässä. Ne kuivataan kartiomaisissa keoissa auringossa. Tavallisesti lehterit hakataan syksyllä ja tapana on hakata järjestään kaikki kelpaavat puut, joten metsät tulevat suorastaan hävitetyiksi. Kirjoittaja esittääkin, että lehtereitä olisi otettava vain harventamalla ja jätettävä määrätty määrä suuria puita kasvamaan tukkipuiksi.

Edelliseen rinnastettavissa oleva on Hans Petter Wingen tutkimus »Anmärkningar rörande timmer-hygget», joka ilmestyi v. 1795. Tutkimuksessa todetaan aluksi, että rakennushirsiksi on ruvettu yhä suuremmassa määrin käyttämään täydessä kasvukunnossa olevia puita koska huolimattomilla hakkuilla on tultu siihen, että ei ole enää saatavissa täysi-ikäisiä, kelvollisia hirsipuita. Seurauksena tästä on, että hirret halkeilevat ja rakennukset tulevat vetoisiksi ja kylmiksi. Kirjoittaja osoittaa selvittelemällä puun fysiologisia rakenne-ominaisuuksia ja kasvutapaa syyt keskenkasvuisista puista valmistettujen rakennushirsien huonoihin ominaisuuksiin ja täysi-ikäisistä puista valmistettujen hirsien hyviin ominaisuuksiin. Lienee ensi kertaa, kun metsätaloudellisessa tutkimuksessa meillä on selvitetty puun sisäistä rakennetta ja sen vaikutusta puun käyttöteknillisiin ominaisuuksiin. Puu kelpaa rakennushirreksi vasta sitten, kun se on täysi-ikäinen. Tällaisen puun tuntee siitä, että latva on pyöristynyt, runko puhdistunut korkealle oksista ja oksanjäljet kylestyneet sekä kaarna korkealle paksua ja uurteista. Vaikka puu onkin saavuttanut täysi-ikäisyytensä, muodostaa se kuitenkin ohuita vuosirenkaita kuoren alla. Kun puu kaadetaan myöhällä syksyllä, on puussa vähiten kosteutta ja viimeinen vuosilusto jo ennättänyt puutua eikä siis enää halkeile puun hitaasti kuivuessa kevättalvella. Jotta estettäisiin lahosienien ja hyönteisten kuoren alle pesiytyminen on puut heti kaadon jälkeen kuorittava. Jos puu kuoritaan latvukseen asti sen vielä ollessa pystyssä, on syytä otaksua, että puuaineksen lujuus siitä huomattavasti lisääntyy. Puu pysyy vielä kuorimisen jälkeen jonkin aikaa elossa ja kuoritusta pinnasta tapahtuu voimakasta haihtumista, samalla kun latvus vielä varaa puulle ravintoa. Tätä ravintoa puu ei voi ilman kuorta käyttää uusien vuosilustojen valmistamiseen vaan entisten elävien kuitujen vahvistamiseen.

Näiden neuvojen noudattaminen saattaa kirjoittajan mielestä pelottaa metsänomistajia, mutta niitä olisi kuitenkin pyrittävä noudattamaan, jotta saataisiin laadultaan hyviä rakennushirsiä.

Edellä esitetyt poiminnat 1700-luvulla ilmestyneistä tutkimuksista osoittavat, että muiden metsätaloudellisten kysymysten yhteydessä sivutaan monia metsäteknologisiakin kysymyksiä. Niistä käy selville kysy-

myksessä olevana aikakautena käytännössä olleita puutavaran valmistus- ja käyttötapoja, käsityksiä hakkuumenetelmistä ja puun laadusta sekä erilaisten puu- ja puutavaralajien käyttömahdollisuuksista. Tutkijain mielipiteet ja antamat ohjeet eivät perustu laajoihin kenttäaineistoihin vaan pääasiassa heidän kirjallisuudesta hankkimiinsa ja asuinseuduillaan ja matkoillaan tekemiinsä havaintoihin. Erittäin kiintoisaa on todeta, että neuvot metsäteknologisissakin kysymyksissä pysyttelevät vankasti metsänhoidollisella pohjalla ja että niissä tehostetaan aina keinoja, joilla voidaan vastustaa metsien hävittämistä, mikä pelko selvästi kuvastuu jokaisesta tutkimuksesta. Tällä tavalla tieteenkin voimalla pyrittiin hillitsemään teknillisen kehityksen mukana voimakkaasti laajenemaan pyrkivän sahateollisuuden mahdollista liiallista ja tuhlaavaa metsien käyttöä.

Nykyajan silmillä katsoen selostetut väitöskirjat puutteistaan huolimatta ovat kauniita todistuksia vähitellen orastavasta metsätieteellisen ajattelutavan kehittymisestä maassamme, jonka talous- niin kuin muukin elämä jo ammoisista ajoista on todettu olevan pääasiassa metsien varassa.

FOREST TECHNOLOGY PROBLEMS IN THE THESES OF TURKU ACADEMY

Summary

In the latter half of the 18 th century, in the then only university of Finland, Turku Academy, certain prominent professors of natural science and economics (Kalm, Gadd, Hellen), promoted interst in silvicultural and forestry problems. Under their supervision many young students wrote their theses for the degree of M. Sc. on forestry subjects. The present article gives a survey of the ideas advanced in these theses of forest technology problems. Apart from the methods of preparation and use of timber practised in the period in question, ideas on logging methods and the quality of wood, and the potential uses of different tree species and classes of timber, the papers also contain instructions on forest technology problems, emphasizing means of countering forest devastation, the fear of which is reflected in every one of these investigations.

METSÄTÖISTÄ YHDYSVALTAIN LÄNSIRANNIKOLLA

VEIJO HEISKANEN

ON FOREST WORK ON THE WEST COAST OF USA

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Yleistä

Yhdysvaltain sahateollisuuden painopiste siirtyi jo tämän vuosisadan alkupuolella länsirannikolle, Californian, Oregonin, Washingtonin ja Idahon valtioihin. Nykyisin nämä valtiot tuottavat valtaosan Yhdysvaltain havupuusahatavarasta, sillä kaikkialta muualta on vanhat aarniometsät jo sahattu loppuun.

V:n 1947 sahatavaran tuotanto oli mainituissa valtioissa yhteensä 15 247 048 000 lautajalkaa.[1])

Muut metsäteollisuuden haarat ovatkin jokseenkin vähäisiä sahateollisuuteen verrattuna. Mainittakoon kuitenkin, että USA:n vaneriteollisuuden pääosa on näissä valtioissa. V:n 1947 vanerin tuotanto oli 1.9 milj. neliöjalkaa (3/8″). Pohjoisissa valtioissa, Washingtonissa ja Oregonissa on myös varsin huomattava selluloosa- ja kuitulevyteollisuus.

Kun järeää puutavaraa käyttävä teollisuus on kuitenkin ehdottomasti tärkein, keskityn seuraavassa vain saha- ja vaneritukkien hankintaa koskeviin seikkoihin. Yleensä näissä valtioissa hakataan vain old-growth metsiä, jotka antavatkin erikoispiirteet työmenetelmille täällä. Douglas-fir alueella on jo second-growth työmaitakin, mutta kun ne ovat työmenetelmiltään enemmän tai vähemmän kehittymistilassa ja merkitykseltään melko vähäisiä, jätän ne tässä käsittelemättä.

Lähdettäessä selostamaan työmenetelmiä, joita täällä käytetään on aluksi luotava lyhyt katsaus olosuhteisiin, joissa täällä joudutaan työskentelemään. Niiden kohdalla on käsiteltävä puulajit, hakkuutavat, hankinta-alueet ja työpalkat.

P u u l a j i e n perusteella alue voidaan jakaa kahteen osaan, jotka, kuten tullaan huomaamaan, muodostavat myös metsätyömenetelmiltään toisistaan eroavat alueet.

1. Rannikkoalue, jonka pääpuulajina on Douglas-fir (*Pseudotsuga douglasii*), ulottuu pohjois-Californiasta British Columbiaan. Sen eteläpuolella on pieni, mutta varsin merkityksellinen redwood-alue (*Sequoia sempervirens*). Näiden pääpuulajien lisäksi mainittakoon hemlock, useita Abies-lajeja ja Sitka-kuusi.

2. Vuoristoalue, jonka pääpuulajina keltamänty (*Pinus ponderosa* ja *P. Jeffreyii*) sekä sokerimänty (*P. Lambertiana*), ulottuu etelä-Californiasta aina Br. Columbiaan. Se on vielä jaettava kahteen osaan.

[1]) Se vastaa suunnilleen 2 miljaardin kuutiojalan hakkuumäärää eli lähes 10 miljoonaa standarttia sahatavaraa.

21. Länsipuoli (Westside), joka käsittää Sierra Nevadan ja Kaskaadien länsirinteet. Siellä on mainittujen mäntyjen lisäksi runsaasti eri Abies-lajeja, Incense cedaria ja Douglas-firiä.

22. Itäpuoli (Eastside) käsittää vuoristojen kuivat itärinteet. Niillä muodostaa keltamänty varsin laajoja puhtaita metsiköitä, mutta myös Abiesta ja Cedaria tavataan.

Nämä alueet eroavat toisistaan puiden koon ja puuston kuutiomäärän perusteella. Seuraavat arvioluvut kuvannevat hyvin näitä eroja.

	D1.3 m, tuumaa	Puusto b.f./ha
Ranikkoalue	18—45—100	150 000
Vuoristoalue		
Länsipuoli	18—40—100	100 000
Itäpuoli	18—30— 60	40 000

H a k k u u m e n e t e l m ä t. ovat myös erilaiset eri alueilla. Douglas-fir alueella yksinomainen hakkuutapa on paljaaksi hakkuu, jätteiden poltto ja istutus. Muut menetelmät eivät voi tulla kyseeseen, kun maasto on yleensä hyvin vaikea.

Yksityisissä ja yhtiöiden metsissä käytetään mäntyalueella vielä paljon paljaaksihakkuuta, vaikka yleensä on siirrytty jonkinlaisiin harsintahakkuisiin, joissa aluksi poistetaan vanhimmat ja sairaat puut. Hakkuumäärä yleisimmin Forest Servicen leimauksissa on n. 50—60 % puustosta ensimmäisellä kerralla.

Vielä on syytä mainita muutama sana p a l k k a t a s o s t a metsätöissä. Se on varsin korkea, kuten seuraavat palkat osoittavat:

Traktorin kuljettaja	1.80—2.00 doll/t
Moottorisahaajat	2.00—2.25 doll/t
Kuormaajat	1.65—1.80 doll/t

Kaatotyöt suoritetaan kuitenkin yleensä urakkatöinä ja muissa töissä joudutaan suorittamaan paljon ylitöitä. Niinpä esim. elokuussa 1951 metsätyöläisten ansio oli Oregonissa ja Washingtonissa 2.39 doll/t. Mainittakoon, että sahatyöläisten keskiansio oli vastaavana aikana 2.03 doll/t.

Metsätyömenetelmille antaa USA:n länsirannikolla puiden suuri koko ja korkea palkkataso omat erikoispiirteet, joista mainittakoon:

1. Koneellistaminen ulottuu kaikille aloille metsätyömailla.

2. Tehtaiden h a n k i n t a - a l u e e t ovat jokseenkin pienet verrattuna meikäläisiin olosuhteisiin. Voidaan sanoa, että 50—60 mailin säde on suurillakin sahalaitoksilla nykyisin maksimi. Poikkeuksen tekevät monet Washingtonin ja Oregonin sahalaitokset, joille tukkeja tuo-

daan satojenkin mailien päästä lauttaamalla. Mainittakoon vain, että Br. Columbiassa on sahalaitoksia, joihin pääosa raaka-aineesta tuodaan Alaskasta.

3. Yhtiöiden hankintatekniikassa on havaittavissa varsin pitkälle menevä keskitys. Useimmiten suurillakin sahalaitoksilla on vain yksi työmaa vuodessa. Siltä saadaan suurin osa raakapuusta ja loput tulevat yksityisiltä hankkijoilta.

Ennen eri työvaiheiden yksityiskohtaista tarkastelua on syytä esittää muutamia kustannuslukuja, joista selviää hankinnan eri vaiheiden merkitys. Esimerkiksi olen ottanut erään suuren työmaan Californian mäntyalueen itärinteiltä ja erään Washingtonista Douglas-fir alueelta.

	Calif. doll/1000 b.f.	Wash. doll/1000 b.f.
Hakkuu	3.96	5.12
Juonto ja kuormaus	6.03	7.60
Autokuljetus	4.26	1.99
Teiden hoito ja rakennus	1.05	3.78
Rautatiekuormaus	0.70	0.20
Rautatiekuljetus	5.68	3.02
Kämppä ja kalusto	0.66	1.90
Yhteensä	22.34	23.61

Californialaisella työmaalla kuljetusmatkat olivat 4 ja 49 sekä washingtonilaisella 7 ja 50 mailia.

Keskimäärin kustannukset olivat siis molemmissa tapauksissa ilman yleiskustannuksia n. 22—24 doll/1000 lautajalkaa, ja miltei puolet tästä on muodostunut metsässä. Lisäksi kiinnittää huomiota tiekustannusten korkeus ennen kaikkea Washingtonissa.

Hakkuu

Koko länsirannikolla on nykyisin moottorisaha melkein yksinomainen hakkuuväline, vaikka eräitä poikkeuksia on vielä olemassa.

Työn organisaatiossa on ollut havaittavissa kolme kehitysvaihetta:

1. Käsisahatyö. Kaato, katkominen ja karsinta [1]) suoritettiin kahden tai yhden miehen tukinkaatosahoilla. Tämä työmuoto oli vallitsevana aina sodan päättymiseen saakka.

2. Yhdistetty moottori- ja käsisahatyö. Kun moottorisahoja alettiin yleisemmin käyttää sodan jälkeen, ne sijoitettiin vain kaatoon. Katko-

[1]) Karsinta tarkoittaa vain mäntyaluetta. Douglas-fir jätetään hakkuun yhteydessä karsimatta.

minen ja karsinta suoritettiin vielä käsityövälinein. Tämä menetelmä on vieläkin Douglas-fir alueen vaarallisimmilla rinteillä käytössä.

3. Konesahatyö. Kaikki työn vaiheet tehdään moottorisahalla. Tämä menetelmä on nykyisin yleisimmin käytössä sekä mänty- että Douglas-fir alueilla.

Työtulokset ovat nousseet huomattavasti työn orgaanisaation kehittyessä. Erään Br. Columbian puutavarayhtiön tilastojen mukaan eri organisaatiotyypeissä työtulokset ovat päivässä:

Käsisahatyö	7 000	lautajalkaa
Yhd.	10 000	»
Konesahatyö	13 500	»

Koneellistaminen on siis kohottanut työtuloksen lähes kaksinkertaiseksi. Tämän yhtiön, jonka hakkuumiehet käyttävät yhtiön työvälineitä, hakkuumiesten ansiot ovat myös nousseet merkittävästi, kuten seuraavat suhteelliset luvut juontoesimiehen palkoista osoittavat.

	1939	1951
Juontoesimies	100	227
Hakkuumies	83	333

Koneellistamisesta on koitunut hyötyä myös työntekijöille, mikä on vielä selvemmin havaittavissa mäntyalueella, jossa miehet käyttävät omia sahojaan. Siellä ei 1 000 dollarin kuukausiansio ole harvinainen (Mainittakoon, että aluemetsänhoitajan palkka on n. 450—500 doll/kk).

Mäntyalueella onkin havaittu, että täysi hyöty sahoista saadaan vasta, kun ne ovat miesten itsensä omistamia. Tällaisesta organisaatiosta koituu seuraavat edut:

1. Yhtiön ei tarvitse palkata sahojen kunnostajia ja silti sahat ovat hyvässä kunnossa.

2. Työtulokset ovat korkeammat, sillä urakoitsijahakkaajat suorittavat aina kaikki työn vaiheet. Douglas-fir alueella tavallisesti kaksimiehinen työryhmä suorittaa kaadon ja yksi mies katkomisen.

Douglas-fir alueen työnantajat omistavat kuitenkin vielä itsepintaisesti sahat itse. He puolustavat tätä työturvallisuusnäkökohdilla sekä huolellisempaan työhön pääsemisellä. Onkin sanottava, että rannikkoalueen jyrkillä rinteillä, joilla keskim. 10—15 % runkopuusta rikkoontuu hakkuussa, näillä näkökohdilla on tärkeämpi merkitys kuin mäntyalueella.

Käytössä olevia moottorisahamerkkejä on varsin monia. Ne voidaan jakaa kokonsa puolesta seuraavasti kolmeen ryhmään:

1. Raskaat sahat: < 9 hv, paino 100—120 lbs. Nämä sahat ovat kahden miehen sahoja ja ne ovat yleisimmin käytettyjä kaatosahoja

Douglas-fir alueella. Myös mäntyalueen länsipuolella näitä raskaita sahoja käytetään kaatosahoina melko yleisesti.

Raskaista sahamalleista mainittakoon eniten käytettyinä 12 hv:n Titan Automatic Bluestreak, 12 hv:n Duston Extra Duty ja Mall sekä IEL-sahat.

2. Keskiraskaat sahat: 7—8 hv, paino 50—90 lbs. Nämä sahat ovat Douglas-fir alueella yleisimpiä katkomissahoja ja silloin niitä käsittelee ainoastaan yksi mies. Mäntyalueella tämän kokoiset sahat ovat yleisimpiä 2-miehen kaatosahoja.

Keskiraskaista sahoista mainittakoon: Mc Culloch, Titan ja Mall-sahat.

3. Kevyet sahat: < 5 hv, paino 30—50 lbs. Nämä sahat ovat käytössä miltei yksinomaan katkaisusahoina mäntyalueella. Itärinteillä niitä käytetään joskus myös kaadossa.

Sahamalleista mainittakoon yleisimpinä: Mc Culloch, Titan, Mall ja Woodboss.

Kuten jo on mainittu Douglas-fir tyypillä ovat sahat yleensä yhtiöiden omistamia. Siellä sahatyyppien käyttöä kuvaa seuraava asetelma:

Keskim. Dl.s m	Kaato	Katkominen
< 36″	Raskas	Keskiraskas
> 36″	Keskiraskas	» (Kevyt)

Mäntyalueella on havaittavissa enemmän vaihtelua sahamalleissa ja työryhmien kokoonpanossa, mutta selvänä suuntauksena on siirtyminen kevyihin sahoihin ja pieniin yksi- tai kaksimiehisiin ryhmiin. Esimerkkinä parin työtulokseltaan parhaan näkemäni työryhmän työvälineet ja työtavat:

1. Kaksimiehinen työryhmä, joka työskenteli itäpuolella tehden keskimäärin 37 000 lautajalkaa tukkeja päivässä, oli varustettu seuraavilla välineillä:

Toinen miehistä suoritti kaadon Mc Culloch 5 hv:n sahalla yksinään. Hän teki myös mittauksen. Toinen miehistä käytti myös samanlaista sahaa karsimisessa ja katkomisessa.

2. Kaksimiehinen työryhmä, joka teki n. 25 000 b.f./päivä, käytti seuraavia työvälineitä:

Kaadon suorittivat molemmat yhdessä 11 hv Disston-sahalla ja kummallakin oli katkomista ja karsimista varten 3.5 hv Disston-sahat.

Varsinaisesta hakkuutekniikasta kannattaa myös mainita muutama sana.

1. Yleensä sahat oli varustettu kaatoa helpottavilla piikeillä, jotka iskeytyivät puuhun sahattaessa ja kannattivat sahaa. Eräillä työntekijöillä mäntyalueella oli myös karsintaa helpottavat piikit, joiden varassa suurin osa sahan painosta lepäsi.

2. Kaatokolon teossa käytettiin kolmea eri menetelmää. Kaikissa kuitenkin pyrittiin kolo ulottamaan 40—50 % leikkauksesta, jolloin voitiin olla varmoja oikeasta kaatosuunnasta.

3. Katkaisua suorittaessaan miehet usein eivät siirrä sahaa kantamalla vaan työntävät sitä kuin työntökärryjä.

Moottorisahojen käyttö on, kuten edellä esitettiin, suurentanut työtuloksia, nostanut ansioita ja samalla alentanut kustannuksia. Edellä jo mainittu yhtiö ilmoitti, että hakkuu moottorisahoilla on kokeissa osoittautunut 19.5 % halvemmaksi kuin käsisahoilla työskentely.

Saman yhtiön mukaan moottorisahauksen kustannukset jakaantuvat seuraavasti:

Hakkuumiesten palkat	74 %	
Kunnostajien palkat	5 %	
Työnjohdon palkat	9 %	88 %
Konekustannukset		12 %
		100 %

Kuten huomataan varsinaiset konekustannukset ovat suhteellisen pienet. Myös kunnostuksen osuus on melko vähäinen, vaikka siihen kiinnitetäänkin täällä hyvin suurta huomiota. Kunnostamisen ja koneiden hoidon onnistunut järjestely onkin työn onnistumisen avain.

Kunnostuksen järjestelyssä voidaan erottaa kaksi järjestelmää:

1. Varaosapalvelu, jossa särkyneet tai epäkuntoon menneet osat korvataan uusilla. Menetelmä on kallis, mutta silloin ei tarvita kalliita koneita eikä taitavia mekaanikkoja korjauspajalla.

2. Särkyneet ja epäkuntoon menneet osat korjataan mahdollisuuksien mukaan. Tätä, yleensä halvempaa tapaa käytettäessä on palkattava taitavat mekaanikot työmaalle.

Moottorisahaus on täällä siis osoittautunut hyvin onnistuneeksi rationalisointitoimenpiteeksi. Sillä on kuitenkin eräitä varjopuoliakin, jotka tosin merkitykseltään vähäisinä on kuitenkin syytä mainita.

1. Metsäpalovaara on moottorisahoja käytettäessä suurempi kuin käsityövälineillä työskenneltäessä. V. 1951 Washingtonin valtiossa tosin syttyi tilastojen mukaan vain 6 metsäpaloa kaikkiaan 2 202:sta moottorisahasta, mutta vaara on hyvin suuri ja jatkuva. Tämä lukumäärä ei kuitenkaan osoita kaikkia palon alkuja, jotka ovat sahojen aiheuttamia, sillä useimmat niistä jätettiin vähäpätöisinä ilmoittamatta viranomaisille.

2. Usein sanotaan, että moottorisahatyömailla rikkoontuu huomattavasti enemmän puita hakkuun yhteydessä kuin käsisahoin työskenneltäessä. Tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, että ero on hyvin vähäinen, 0.2—1.0 %.

3. Moottorisahat ovat eittämättä nostaneet tapaturman vaaraa vielä entistäkin suuremmaksi hakkuutöissä.

Nämä varjopuolet eivät kuitenkaan pysty kumoamaan moottorisahauksella saavutettuja suuria edistysaskeleita, joiden edellytyksinä pitäisin seuraavia:

1. Puiden suuri koko.
2. Korkeat työpalkat.
3. Halvat moottorisahat.

Yhdysvalloilla on lisäksi eräs etu moottorisahakysymyksessä muihin maihin verrattuna ja se on jokaisen miehen koneiden tuntemus. Miltei jokainen amerikkalainen tutustuu polttomoottoriin jo pojasta pitäen autossa ja hänestä kehittyy ennen pitkää asiantuntija, mitä ei voida sanoa esim. suomalaisesta hakkuumiehestä.

Kuljetus

Täkäläinen puutavaran kuljetussysteemi on lyhykäisyydessään seuraava:

1. Lähikuljetus kannolta autotielle on koetettu saada mahdollisimman lyhyeksi. Yleensä 300 metriä on aivan maksimi.

2. Kaukokuljetuksessa on yleisesti vain yksi vaihe, autokuljetus, jonka pituus vaihtelee muutamasta kilometristä 90—100 kilometriin. Vain suurimmilla työmailla käytetään rautateitä. Mainittakoon, että nykyisin koko ko. alueella on käytössä vain 70 metsärautatietä, joiden yhteinen pituus on n. 2 500 mailia. Huippuvuonna 1931 ratojen kokonaispituus oli 7 100 mailia. Washingtonissa ja Oregonissa kuljetussysteemi on varsin usein monimutkaisempi. Siellä puut kuljetetaan monesti joko auto- tai auto- ja rautatiekuljetuksen jälkeen lautoissa pitkin jokia tehtaille.

31. Metsäkuljetus.

Metsäkuljetuksessa käytetään kahta menetelmää:

1. Traktoreita archin kanssa tai ilman käytetään, missä maasto vain suinkin sallii.

2. Jyrkillä rinteillä rannikkoalueella on ns. cable-menetelmä yleisin ja ainoa mahdollinen.

Traktorikuljetus on mäntyalueella miltei yksinomainen juontomenetelmä. Se lienee myös yleensä halvempi kuin cable-menetelmä. Lisäksi sen etuna on pienemmät vahingot jälkeenjäävälle metsälle. Senkin aiheuttama vahinko on kuitenkin varsin huomattava, kuten seuraavat Forest Serviceltä saamani luvut osoittavat. Niistä nähdään kuinka monta prosenttia minkäkin kokoisesta puusta oli kuollut traktorijuonnon ansiosta.

D1.3 m	%
4— 5″	5.5
6— 7″	3.0
7— 8″	3.0
10—11″	2.0

Lisäksi puita vahingoittuu varsin huomattava määrä. Cable-menetelmän aiheuttamat vahingot ovat aivan toista luokkaa. Käytännöllisesti katsoen kaikki hakkuualueella olevat puut tuhoutuvat tätä menetelmää käytettäessä. Sitä voidaankin senvuoksi käyttää vain paljaaksihakkuualueilla.

Traktorikuljetuksessa metsälle aiheutettu vahinko riippuu varsin huomattavasti kuljettajan taidosta, tukkien pituudesta ja työn järjestelystä.

1. Taitava ja kokenut traktorin kuljettaja osaa valita niin reitit, että aiheuttaa mahdollisimman vähän vahinkoa metsälle.

2. Mitä pitempiä tukit ovat sitä enemmän ne kaatavat pientä metsää.

3. Kaikkein tärkein seikka metsälle aiheutuvien vahinkojen torjumisessa on juontoteiden oikea suunnittelu. Pääosviittana siinä pidetään mahdollisimman harvojen juontoteiden käyttämistä. Näiltä pääteiltä suunnataan sitten muutamia sivuteitä metsään tai, milloin vain mahdollista, vedetään tukit vinssin avulla metsästä tielle.

4. Tämäkään ei kuitenkaan paljon auta, ellei puita ole oikealla tavalla kaadettu. Eräs tärkeimmistä juonnon tehoon ja vahinkojen pienuuteen vaikuttavista tekijöistä on puiden kaato vinoon kuljetussuuntaan.

5. Forest Service'n kauppaehdoissa on lisäksi seuraavat määräykset metsävahinkojen supistamiseksi:

51. Traktoreissa täytyy olla vinssi, jotta juonto voidaan suorittaa tuottamalla mahdollisimman vähän vahinkoa nuorelle metsälle.

52. Bulldozereita ei saa käyttää juonnossa.

53. Archeja saa käyttää vain missä F. S. sen sallii.

54. Milloin archeja käytetään, traktoritiet on rakennettava ehkäisemään metsän vahingoittumista.

Traktorit ovat yleensä telaketjutraktoreita ja hyvin suuria malleja. Yleisimpänä olivat Caterpillar D8-traktorit. Joitakin International-Harvester TD24-traktoreita näin myös käytettävän. Archeissa ovat Carco- ja Hyster-merkit eniten käytettyjä.

British Columbiassa on viime vuosina alettu käyttää jyrkässä maastossa ja suhteellisen pitkillä matkoilla ns. Tournaskidderiä, joka on isoilla kumipyörillä varustettu traktori- ja archydistelmä. Se onkin osoittautunut varsin tehokkaaksi erikoisesti nopeutensa ansiosta.

Työtulokset vaihtelevat varsin huomattavasti riippuen maastosta ja juontomatkasta. Seuraavat luvut käymiltäni työmailta osoittavat kui-

tenkin suuruusluokan, josta on kysymys keskimääräisellä 300—400 metrin juontomatkalla mäntyalueella:

Clover Valley Lumber Co.	60 000 b.f./p.
Caldor Lumber Co.	75 000 b.f./p.
Winton Lumber Co.	80 000 b.f./p.
Berry Lumber Co.	55 000 b.f./p.

Kaikilla näillä työmailla käytettiin archia, joka nostaa traktorikuljetuksen tekoa huomattavasti groundskeddingiin verrattuna.

Työn organisaatio vaihteli melkoisesti eri työmailla, mutta pääpiirteissään työryhmä oli seuraava:

1. Traktorinkuljettaja
2. 1—4, yleisimmin kaksi tukkien kiinnittäjää (chokersetter), jotka kiinnittivät vaijerit tukin toisen pään ympäri. Heidän työvälineinään olivat pitkävartiset hyvin kapeat lapiot, joilla he kaivoivat tien vaijerille tukin alitse.
3. 1—2, tavallisimmin yksi vaijerien irroittaja.

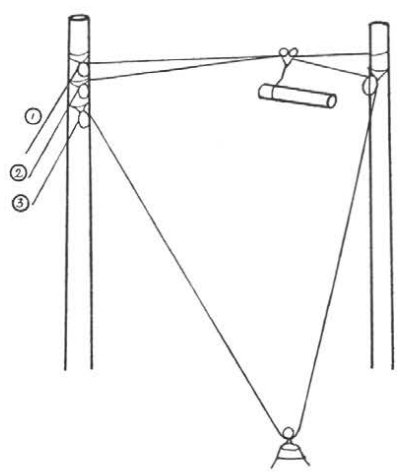
Varsinainen juonto suoritettiin niin, että traktori kokosi ensin sopivan kokoisen kuorman yhteen paikkaan sekä vetäen että enimmäkseen vinssiä käyttäen. Siitä se nosti koko kuorman ja, milloin maasto vain salli, veti sen aina kuormauspaikalle saakka. Pahoissa kohdissa se pudotti kuorman maahan, siirtyi eteenpäin ja veti kuorman vinssillä.

Douglas-fir alueella on cable-kuljetus miltei yksinomainen kuljetustapa. Siinä voidaan eroittaa useita eri menetelmiä, joiden kaikkien selostaminen ei kuitenkaan ole tarpeen. Seuraaviin kolmeen päätyyppiin voidaan kaikki cable-menetelmät sisällyttää:

1. Highlead-menetelmä on kaikkein yleisin ja yksinkertaisin. Sen periaate selviää parhaiten kuvasta 1. Voimakoneena käytetään nykyisin diesel moottoreita, jotka on varustettu kahdella isolla ja yhdellä pienellä vinssillä (1). Koneesta lähtee spartreen (2) latvaan sidottujen väkipyörien kautta kolme vaijeria, jotka ovat nimeltään:

Mainline (3), jota käytetään tukkien vetämiseen, s. o. juontamiseen. Se on yleensä melko paksu 1 ½—2″ vaijeri.

Backhaul (4), jolla kantoihin (6) kiinnitettyjen väkipyörien avulla tyhjä choker (5) vedetään takaisin kuljetta-

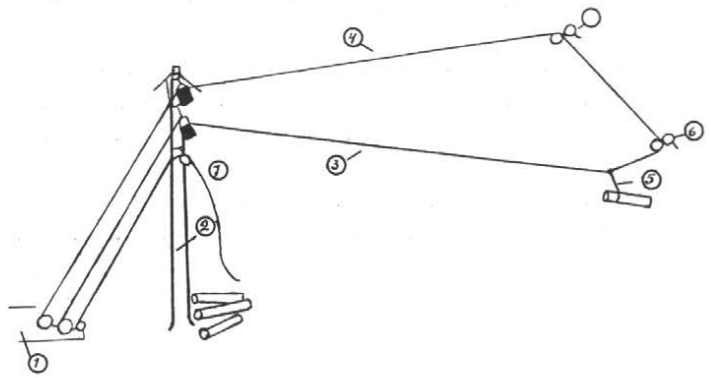


Kuva 1. Highlead-menetelmä
Fig. 1. Highlead method

mattomien tukkien luo kuormattavaksi. Backhaul-vaijerina käytetään tavallisesti 7/8″ vaijeria.

Strawline (7) on hyvin ohut 3/8 . 7/16″, vaijeri, jota käytetään kantoväkipyörien siirtämiseen. Tämä siirto tapahtuu niin, että mainline vedetään spartreelle ja backhaul yhdistetään strawlineen, joka sitten vedetään kannolle. Toinen väkipyöristä kannetaan ja kiinnitetään uuteen kantoon ja strawline vedetään miesvoimin uuteen asemaan.

2. Slackline-systeemi on käytössä yleensä vain poikki kanjonin tai muuten hyvin epätasaisessa maastossa tapahtuvassa kuljetuksessa. Siinä on kolme liikkuvaa kuljetusvaijeria ja strawline, joten donkeyssa täytyy olla aina neljä vinssiä (Kuva 2).



Kuva 2. Slackline-menetelmä
1 Slackline, jossa carriage liikkuu ja jota voidaan laskea tukkien kiinnittämisen ajaksi
2 Mainline
3 Backhaul

Fig. 2. Slackline method
1. Slackline, along which the carriage moves and which may be lowered to allow fastening of logs.
2. Mainline
3. Backhaul

3. Skyline-systeemiä näin käytettävän highleadin yhteydessä siten, että sillä kuljetettiin tukit highleadin spartreeltä kuormauspaikalle. Se voi kuitenkin toimia myös erillisenä, itsenäisenä kuljetusmenetelmänä.

Skyline-systeemissä (kuva 3) on kiinteä skyline (1), jossa carriage liikkuu ja mainline (2) sekä backhaul (3), jotka on kiinnitetty carriageen.

Voimakoneena kuljetuksessa on nykyisin yleensä diesel-moottori, jonka hevosvoima on yleisimmin n. 200—275 hv. Suurin näkemäni moottori oli 550 hv. Maksiminopeus oli sillä 900 j/min, kun taas tavallisilla koneilla se on n. 500 j/min.

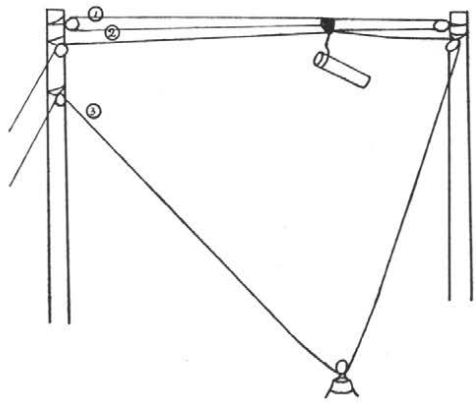
Useimmiten käytetään kasvavia puita spartreenä, mutta monin paikoin tarpeeksi vahvojen puiden puuttuessa piti tuoda puu muualta ja pystyttää se toivottuun paikkaan. Myös oli jonkin verran käytössä tehdasrakenteisia juontokoneita, jotka käsittivät teräksisen »spartreen».

Työtulos cable-menetelmää käytettäessä riippuu varsin suuresti kuutiomäärästä pinta-alayksikköä kohden ja tukkien koosta. Se vaihte-

leekin laajoissa rajoissa, n. 75 000 b.f./p aina 200 000 b.f./p ja kaikkein edullisimmissa olosuhteissa voidaan saavuttaa vieläkin korkeampia päivätuloksia. Keskimääränä voitaneen pitää 100 000—150 000 b.f.

Työryhmän kokoonpano vaihtelee myös jonkin verran, mutta seuraava lienee yleisin:

1. Työnjohtaja (hooktender)
2. Koneryhmä käsittää tavallisesti 2—3 miestä:
   21. Koneenkäyttäjä, joka on työnjohtajan jälkeen korkeimmin palkattu mies.
   22. 1 tai 2 puiden irroittajaa, joka irroittaa puut spartreen juurella.



Kuva 3. Skyline-menetelmä
1 Kiinteä skyline
2 Mainline
3 Backhaul

Fig. 3. Skyline method
1. Fixed skyline
2. Mainline
3. Backhaul

3. Sitomisryhmä (riggingcrew) käsittää useimmiten 5—6 miestä.

31. Ryhmän päämies (headrigger), joka työskentelee yhdessä puiden kiinnittäjien kanssa, määrää vaijerien kiinnityspaikat ym. tavalla johtaa työtä.

32. 2—3 puiden kiinnittäjää (chokersetter), jotka kiinnittävät puut juontoa varten samoin kuin traktorikuljetuksessa.

33. Chaser on ryhmässä vain vaikeassa maastossa ja pitkiltä etäisyyksiltä juonnettaessa. Hänen tehtävänään on irroittaa linjalla mahdollisesti kiinni jääneet tukit.

34. Merkinantaja (whistleman), jonka tehtävänä on vihellyssignaalein ilmoittaa konemiehelle, mitä milloinkin on tehtävä. Nämä signaaalit ovat »viralliset» ja samat kaikilla työmailla.

Työryhmä on siis 1 + 6 — 9 miestä. Aina ei kuitenkaan puita saada lastauspaikalle yhtä menetelmää käyttäen. Varsin usein puut siirretään vielä traktorilla ja archilla spartreen juurelta kuormauslaitteelle, jos käytetään kahta linjaa peräkkäin.

Erittäin tärkeä osa työryhmästä on puiden pystyttäjä, highclimber, jonka tehtävänä on puiden karsiminen ja latvan katkaiseminen sekä vaijerien sitominen. Hän on korkeasti palkattu huimapää, joka suurilla työmailla tekee yksinomaan näitä töitä. Spartreen valmistaminen käyttökuntoon ja moottorin siirtäminen vaatii useimmiten ainakin yhden työpäivän koko ryhmältä ja lisäksi parilta traktorilta.

Cablekuljetuksen tehokkuus riippuu varsin olennaisesti spartreen sijoituksesta. Pääohjeena siinä pidetään milloin vain mahdollista ylös rinnettä vetoa, jolloin kannot eivät ole niin pahasti esteenä.

32. Kuormaus autoihin

Kuormaus autoihin tapahtuu kaikkialla koneellisesti, mikä onkin välttämättömyys kun kyseessä ovat suuret tukit.

Käytössä olevat laitteet voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin toimintaperiaatteensa perusteella:

1. Kiinteät laitteet
2. Siirrettävät laitteet
3. Liikkuvat laitteet
   - 31. Pyörillä liikkuvat nosturit
   - 32. Telaketjulla liikkuvat nosturit
   - 33. Muut liikkuvat laitteet.
4. Itsekuormaavat autot.

Nosturilaitteissa voidaan vielä erottaa kaksi ryhmää puomin periaatteen mukaan:

Heelboom-nosturit, joissa tukin toinen pää nojaa nosturipuomiin. Kuormattaessa nosturi ikäänkuin vipuaa tukin, joka on kiinnitetty vain yksillä saksilla.

Swingboom-nosturit, joissa tukit riippuvat irrallaan puomista. Näissä käytetään tukkien kiinnityksessä seuraavia menetelmiä (kuva 4).

1. Pääkoukkuja, jotka isketään tukin katkaisupintoihin, käytetään Californian mäntyalueella miltei yksinomaisesti. Ne ovat yleensä ns. kuppimallia. Kiinnitys on helppoa, mutta hyvin suurissa ja hyvin pienissä tukeissa ne ovat sangen epävarmoja. Niinpä näitä käyttävillä työmailla on isojen tukkien ollessa kyseessä turvauduttava vaijerilenkkeihin.

2. Yksiä saksia, jotka kiinnitetään tukin keskelle, käytetään melko harvoin, koska niiden kiinnityksessä kuluu huomattavasti aikaa painopisteen etsimiseen. Myös tukin asettaminen autossa oikealle paikalleen vie huomattavasti aikaa. Varsin mielenkiintoinen ja tehokas uutuus tällä alalla on Berger'in hydraulinen saksi, jota käytettäessä ei tarvittu yhtään miestä tukkeja kiinnittämässä.

3. Kaksia saksia, jotka kiinnitetään tukin molempiin päihin, käytetään yleisesti Douglas-fir alueella. Siellä puitten päät rikkoutuvatkin juonnossa usein niin pahasti, että pääkoukkujen käyttö olisi liian vaarallista.

Eri menetelmistä on heelboom-systeemi työnkäytön kannalta paras, siinä tarvitaan vain yksi kuormaaja. Sakset kuitenkin iskeytyvät usein varsin syvälle tukkiin, mikä vaneritukkien kohdalla pilaa parasta raaka-ainetta.

Kiinteistä nostureista ovat Spartree-nosturit yleisimpiä, mutta niitä käytetään vain Douglas-fir alueen suurissa paljaaksihakkuissa. Ja siellä-

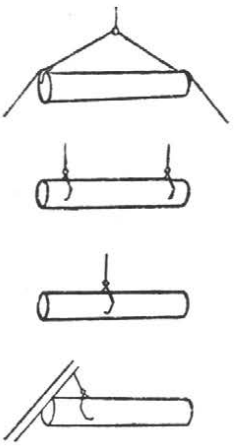
kin liikkuvat laitteet vähitellen korvaavat ne, vaikka spartree-laitteet ovatkin kuormauksessa tehokkaimmat. Niillä on saavutettu jopa 75 000 b. f. keskim. työtuloksia miestyöpäivässä. Niiden varjopuolena on kuitenkin siirron hankaluus ja kalleus, joka nykyisin on entistä tuntuvampi, kun paljaaksihakkuualueet ovat metsänhoidollisen ajatustavan levitessä pienentyneet.

Spartree-kuormaajien periaate on pääpiirteiltään sama kuin juontosysteemeissäkin. Kuormalaitteen muodostaa voimakone, jona toimii joko diesel-moottori tai kahdella vinssillä varustettu traktori, ja swing- tai heelboomilla varustettu spartree (kuva 5).

Siirrettävistä laitteista on tavallinen puinen A-puominostori yleisin. Se on varustettu joko moottorilla tai voimakoneena toimii erillinen traktori. Laite ei ole teholtaan verrattavissa spartreenostureihin.

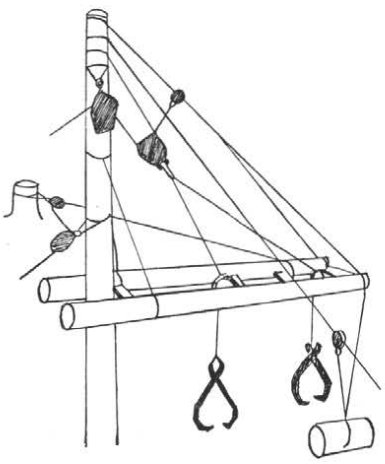
Liikkuvat laitteet ovat suurilla työmailla yleisempiä ja suurin osa niistä on telaketjuilla varustettuja.

Mäntyalueella oli kaikki näkemäni liikkuvat nosturit tehty kaivinkoneista korvaamalla puomi ja lapio puisella A-puomirakenteella. Tämä puomin korkeus vaihteli 10—14 metriin. Douglas-fir alueella näkemäni laitteet olivat poikkeuksetta heelboomilla varustettuja Washington-Trakloadereita.



Kuva 4. Tavallisimmat tukkien kiinnitystavat kuormauksessa
Pääkoukut
Kaksi saksiparia
Yksi saksipari
Yksi saksipari ja heelboom

Fig. 4. The most usual methods of fastening the logs in loading
End hooks
Two pairs of shears
One pair of shears
A pair of shears and heelboom



Kuva 5. Spartree-kuormauslaite
Fig. 5. Spartree loading device

Melko paljon käytetään myös kumipyörillä liikkuvia laitteita. Suurilla työmailla ne ovat tehdasvalmisteisia, mutta pienillä työmailla näkee käytettävän kotitekoisia auton lavalla asennettuja laitteita.

Muista liikkuvista laitteista mainittakoon Drott-Skid-Loader, jota muutamat sahalaitokset käyttävät Oregonissa lastaamaan melko suuriakin tukkeja.

Näin Californian mäntyalueella käytössä erään itselastaavan auton, jota käytettiin sekä puiden kokoamiseen että lastaukseen. Se oli GMC-auto, jonka vinssillä tukit vedettiin ensin auton viereen ja sitten kaljuja pitkin auton lavalle.

Päivittäiset työtulokset vaihtelevat eri laitteilla huomattavasti. Näkemilläni työmailla ne olivat miestyöpäivässä seuraavat:

Spartee-nosturit	50 000 b.f.
Siirrettävät A-puomi nosturit	25 000 b.f.
Shooel-kuormaajat	45 000 b.f.
Washington-Trakloader	50 000 b.f.

Spartree-laitteen työtulos on tavallista alhaisempi, sillä hyvin järjestetyllä työmaalla pitäisi tuloksen olla n. 75 000 b.f.

Työryhmän kokoonpano vaihtelee riippuen tukkien kiinnitystavasta. Heelboom-laitteilla työryhmä on tavallisesti:

Koneenkäyttäjä

Kaksi kuormaajaa, joista toinen on auton lavalla ja toinen maassa puita saksiin kiinnittämässä.

Muilla laitteilla työryhmä on muuten samanlainen, mutta maassa työskentelee kaksi miestä. Eräällä työmaalla näin käytettävän kolmea kuormaajaa maassa, joista yksi aina lepäsi. Eräällä toisella työmaalla ei ollut lainkaan toploaderia (miestä auton päällä), vaan kuormattavat tukit valitsi koneenkäyttäjä ja asetti ne myös paikalleen vain autoa siirtämällä.

Kuormaustyöryhmään kuuluu lisäksi 1—2 karsijaa, jotka suorittavat osan karsimisesta moottorisahoja ja kirveitä käyttäen. Tukit ovat näet niin isoja, ettei niitä pysty metsässä kääntelemään alapuolen karsimista varten.

33. Rautatiekuormaus

Rautatiekuormauksessa käytettävät laitteet voidaan jakaa seuraaviin pääryhmiin periaatteidensa mukaan:

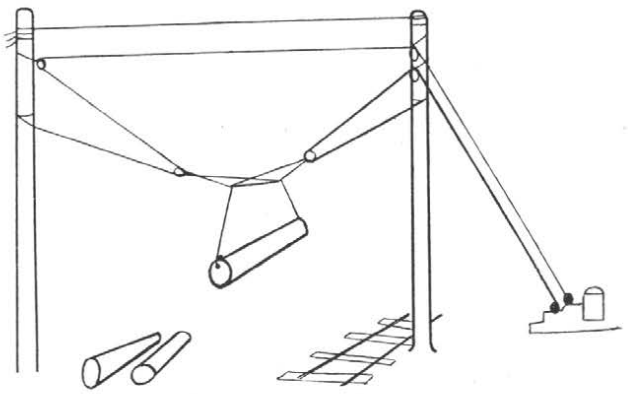
1. Kuormauslaitteet, joita käytettäessä radan varteen purettu tukkikuorma lastataan yksi tukki kerrallaan rautatievaunuun.
2. Siirtolaitteet, joiden avulla koko autokuorma siirretään yhdellä kerralla auton lavalta rautatievaunuun.

Kuormauslaitteista, jotka ovat jatkuvasti menettämässä alaa siirtolaitteille, ovat liikkuvat höyrynosturit tyypillisimpiä. Yleisin tyyppi on kiskoilla liikkuva lastauksen ajaksi ratapölkkyjen päälle asennettu nosturi, jonka alitse tyhjät vaunut kulkevat. Näkemäni tämäntyyppinen nosturi lastasi keskimäärin 300 000 b.f. 8 tunnin työpäivässä.

Myös on käytössä höyrynostureita, jotka on asennettu kiskoille kuin lastattavat vaunut.

Toinen melko yleinen kuormauslaite on eräänlainen spartree-laite, joka muistuttaa hyvin huomattavasti spartree-juontovälineitä. Siinä on voimanlähteenä diesel-moottori, joka on varustettu kahdella vinssillä.

Tällaisella laitteella lastattiin eräällä californialaisella työmaalla keskimäärin 275 000 b.f. päivässä. (Kuva 6)



Kuva 6. Spartree-kuormauslaite rautatiekuormauksessa
Fig. 6. Spartree loading device in railway loading

Kuormauslaitteisiin liittyy aina lisäksi autokuorman purkaus, joka sekin suoritetaan koneellisesti. Yleisin menetelmä on A-puominosturin avulla kuorman vierittäminen maahan. Samaa menetelmää käytetään myös tehtaiden varastoilla. Nosturilla nostetaan myös perävaunu auton lavalle tyhjänä ajon ajaksi. Eräällä työmaalla näin käytettävän spartree-kuormauslaitetta myös kuorman purkamiseen. Sillä vedettiin tukit maahan.

Työryhmä oli näkemilläni työmailla viisimiehinen:

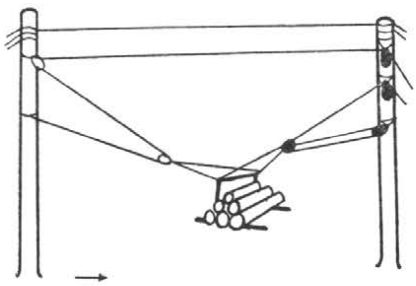
1. Koneenkäyttäjä
2. 4 kuormaajaa, jotka vuorokuormin olivat maassa ja vaunussa.

Lisäksi on yksi mies käyttämässä kuormien purkauskonetta, missä sellainen on olemassa.

Douglas-fir alueella miltei kaikilla työmailla on käytössä siirtolaitteet. Vanhin malli muistuttaa spartree-kuormauslaitetta, mutta siinä on tukkien kiinnityskoukkujen asemesta rautaiset aisat, jotka työnnetään autokuorman alle, kuorman ympäri kiinnitetään kettinki aisojen kautta ja koko kuorma siirretään rautatievaunuun (kuva 7). Uudemmat laitteet ovat sähkönostureita, jotka siirtävät kuorman samojen periaatteiden mukaisesti. Eräällä näkemälläni laitteella lastattiin päivässä jopa 500 000 b.f.

Työryhmä on siirtolaitteilla yleensä kaksimiehinen, koneenkäyttäjä ja apumies.

Kaikissa kuormaus- ja siirtolaitteissa on lisäksi vinssi vaunujen siirtämistä varten. Siitä kiinnitetään vaijeri johonkin tyhjistä vaunuista ja vaunuja siirretään aina tarpeen mukaan vinssillä.



Kuva 7. Spartree-siirtolaite rautatiekuormauksessa
Fig. 7. Spartree conveoyr in railway loading

Verrattaessa kuormaus- ja siirtolaitteita toisiinsa huomataan heti, että siirtolaitteet ovat ehdottomasti tehokkaampia. Niillä miehen työtulos voi nousta jopa 250 000 b.f:iin päivässä, kun taas kuormauslaitteilla on 100 000 b.f./p aivan ehdoton maksimi. Myös kustannuksissa ero on valtava. Spartree-kuormauslaitetta käyttävällä työmaalla rautatiekuormauksen kustannukset olivat 0.70 doll/1000 b.f., kun taas kuorman siirto spartree-siirtolaitteella maksoi vain 0.20 doll/1000 b.f.

Siirtolaitteen varjopuolena on taas mielestäni se, että kuormasta ei tule yhtä vahvaa kuin kuormauslaitteella. En kuitenkaan kuullut yhdestäkään tapauksesta, jossa rautatiekuorma olisi hajonnut.

34. Autoteistä

Autokuljetuksesta puhuttaessa on ensimmäiseksi käsiteltävä hiukan autoteitä. Autokuljetus on yleisin kuljetusmuoto, joka ensin palvelee rautatiekuljetusta keräämällä puut päärautatien varteen ja toiseksi on oma erikoinen kuljetusmuotonsa. Missä autokuljetus on yksinomainen pääkuljetusmuoto voidaan myös erottaa tavallaan kokoamisvaihe, joka tapahtuu sivuteitä pitkin ja pääkuljetusvaihe, joka tapahtuu korkealuokkaisia yleisiä tai yksityisiä valtateitä pitkin. Nämä muodot eroavat vain teiden laadun kannalta, vaikka eräissä tapauksissa siirryttäessä yksityisiltä teiltä yleisille koko kuorma siirretään toiseen autoon. Tämä Page & Page siirtolaite on osoittautunut erittäin onnistuneeksi pitkillä kuljetusmatkoilla. Sillä on ennen kaikkea kuormausvaihe saatu tehokkaammaksi lyhentämällä kuljetusmatkaa. Kuljetus siirtolaitteelta tehtaalle suoritetaan sitten kahdessa tai kolmessa vuorossa työskennellen.

Mutta itse teistä. Kuten siv. 5 olevasta asetelmasta havaitaan tiekustannukset ovat hyvin korkeita. Tämä onkin ymmärrettävää, kun muistetaan, että juontomatka hyvin harvoin ylittää 500 metriä.

Yleensä päätie, joka johtaa hakkuualueelta rautatielle tai tehtaalle, on kaksiajoraiteinen, varsin korkealuokkainen tie. Se vastaa suunnilleen Forest Servicen CC-tien vaatimuksia, jotka ovat:

Kaarteen säde, min.	200′
Suurin ylämäki; kuormattuna	6 %
tyhjänä	8 %
Ajoradan leveys	20′
Tienpohjan leveys	24′

Eräissä tapauksissa tiet ovat vieläkin korkeampaa luokkaa, kuten erään californialaisen yhtiön 30 mailin pituinen päätie, joka oli ajoradaltaan 30′ levyinen ja suureksi osaksi kestopäällystetty.

Pienillä työmailla päätie on usein hiukan alempiluokkainen, 1-ajoratainen. Samanlaisia sorastettuja teitä ovat suurimmilla työmailla tärkeät sivutiet. Niiden laatu vastaa suunnilleen Forest Servicen DD-teiden vaatimuksia:

Kaarre	100′
Ylämäet	7 % ja 10 %
Ajorata	14′ (16′)
Tienpohja	20′

Nämäkin tiet ovat useimmiten jatkuvasti kunnossapidettyjä teitä.

Kuormauspaikoille johtavat sivutiet rakennetaan vain tilapäistä tarvetta varten ja ne jätetään sorastamatta. Niiden laatua kuvaavat seuraavat luvut.

Kaarre	100′
Ylämäet	8 % ja 10 %

(Eräissä tapauksissa mäet ovat vielä jyrkempiä. Näin eräällä californialaisella työmaalla 12 % nousun kuormauspaikalta lähdettäessä. Paikalla olikin aina grader, joka työnsi autoa)

Ajorata	10′

Rakennuskustannukset vaihtelevat tietysti varsin huomattavasti riippuen maaston korkeuseroista, kivisyydestä yms. Mäntyalueella, jossa maasto on yleensä jonkin verran tasaisempaa, pääajotie tulee maksamaan n. 3 000—75 000 doll. maililta, mutta eräällä Douglas-fir alueen työmaalla DD-luokkaa vastaavan tien rakennuskustannukset olivat keskimäärin n. 20 000 doll. maililta. Kallein kahden mailin pätkä oli tullut maksamaan 94 000 doll. eli 47 000 doll. mailia kohden.

Mäntyalueella sivuteiden rakennus maksaa n. 200—500 doll. maililta, mutta rannikkoalueella se on miltei aina yli 1 000 doll. maililta.

Sillat ovat nykyisin varsin monessa paikassa betonisia tai teräksisiä, mutta varsin usein näkee vieläkin puisia siltoja käytettävän. Rummuissa ollaan myös siirtymässä galvanoidusta teräksestä tehtyihin putkiin, jotka ovat joko pyöreitä tai puoliympyrän muotoisia. Vain tilapäisillä sivuteillä käytetään enää puisia rakenteita.

Itse tien rakennuksessa voidaan erottaa kolme ja paremminkin neljä vaihetta.

1. Tielinjan merkitseminen
2. Tielinjan aukaisu
   21. Puiden kaato
   22. Tieaukon puhdistus ja raivaus
3. Tien tasoitus ja sorastus.

Yleensä pääteillä ja korkealuokkaisilla sivuteillä suoritetaan täydellinen ja yksityiskohtainen arviointi. Raidesivutiet sensijaan aukaistaan vain maastossa suoritetun merkitsemisen mukaan.

Tielinjan aukaisun ensimmäinen vaihe, puiden kaato suoritetaan miesvoimin, missä metsä on tukkipuun kokoista. Tukit kuljetetaan ja kuormataan samoja menetelmiä käyttäen kuin varsinaisilta hakkuualueiltakin. Seuraavana vaiheena on tiealueen raivaus, joka suoritetaan sekä bulldoggerilla että räjähdysainein.

Viimeisessä vaiheessa leikkausten teossa ja sorastuksessa työ suoritetaan bulldoggereilla, kaivinkoneilla, joista $^1/_4$—$^3/_4$ yardin koneet ovat tavallisimmat, sekä sora-autoilla.

Teiden hoito on myös kehittynyttä ja miltei kokonaan koneellistettua, kuten teiden rakennuskin. Tien hoitokalustoon kuuluu gradereita, joista useimmat näkemäni olivat Caterpillarin valmistetta, ja vesitysautoja. Vesitys onkin hyvin tärkeä osa työstä kesäaikana, sillä sateeton kausi on pitkä ja useimmiten ilman kosteus hyvin alhainen. Eräällä californialaisella työmaalla esimerkiksi vesitys oli kalliimpi, n. 55 % kustannuksista, kuin muut hoitotyöt.

Miltei kaikki yleiset tiet olivat kestopäällystettyjä valtateitä, mutta niillä oli kuorma rajoitettu n. 5 000 b. f:iin. Niinpä näin pohjois-Californiassa erään yhtiön metsäautotien, joka kulki n. 40 mailia yhdensuuntaisena maantien kanssa ja n. 10—20 metrin etäisyydellä siitä. Sitä pitkin kuljetettiin 8—12 000 b.f:n kuormia.

35. Autoista

Autoissa on ollut havaittavissa jatkuvaa suurenemista viime vuosikymmenen aikana. Nykyisin suurilla työmailla on käytössä yksinomaan valtavia 10-tonnin autoja, joiden kuorma voi olla jopa 20 000 b.f. Suurin näkemäni kuorma oli 14 400 b.f. eli n. 50 tonnia.

Näiden autojen rakenteesta ja ominaisuuksista on syytä mainita seuraavaa:

1. Moottori on useimmiten diesel-käyttöinen. Eräällä työmaalla tosin näin käytettävän bensiinimoottorilla varustettuja upouusia International-autoja, mutta se oli poikkeus, joka vain vahvistaa säännön.
2. Moottorin voimakkuus vaihtelee yleensä n. 175 hv:sta 300 hv:aan ja on tavallisimmin 250—300 hv.
3. Auto on varustettu kaksilla taka-akseleilla. Renkaat ovat yleensä suuria.

4. Kaikki autot ovat perävaunullisia ja perävaunu on varustettu pariakselilla.

5. Autoissa ja perävaunuissa on nestejarrut.

6. Pankot ovat yleensä ns. juustomallia. Niiden leveys vaihtelee yleisten teiden maksimista 8 jalasta aina 16 jalkaan yksityisillä teillä. Tavallisin näkemäni leveys metsäautoteillä oli 10 tai 12 jalkaa.

Varsin usein yksityisillä teillä ajettaessa kuormaa ei sidottu lainkaan, mutta yleisillä teillä laki vaati sitomaan ainakin kahdesta kohdasta. Samaa käytäntöä sovelsivat useat yhtiöt myös yksityisillä teillä. Sitominen suoritettiin kettingeillä, jotka lukittiin tavallisella karhulukolla.

Yleisimmistä automerkeistä mainittakoon: Petesbilt, Kenworth, Mack, Sterling, White ja International.

Korjaamot

Eräs asia, jota ei saa unohtaa koneistetuista työmaista puhuttaessa, on koneiden korjaus ja huolto. Se on useimmilla työmailla järjestetty niin, että miltei kaikki korjaukset voidaan suorittaa paikan päällä tarvitsematta turvautua kaupungeissa oleviin korjaamoihin.

Suurten työmaiden koneiden korjaus ja huolto on yleensä järjestetty tavallaan kolmeen portaaseen.

1. Kiertävä korjaus- ja rasvausmekaanikko koettaa korjata pienimmät viat paikan päällä metsässä. Hänen autossaan on täydellinen hitsaustyöpaja ja tietenkin kaikki välttämättömät käsityökalut. Lisäksi hän toimittaa traktorien rasvauksen jne.

2. Työmaan keskuskorjaamo on aivan keskikokoisen autokorjaamon kokoinen ja myös varusteiltaan yhtä monipuolinen. Täällä korjataan kaikki sellaiset viat, joita metsässä ei pystytty tekemään. Lisäksi työmaan keskuskorjaamo hoitaa autojen jatkuvan huollon. Se suoritetaan monilla työmailla yöaikaan. Joka yö tarkastetaan kaikki autot.

Eräällä työmaalla esimerkiksi oli kolme mekaanikkoa, automekaanikko, traktorimekaanikko ja kiertävä mekaanikko, joka oli myös enimmäkseen traktoreihin erikoistunut. Ja näillä oli yhteensä neljä apumiestä. Ja kaikille riitti jatkuvasti työtä. Mutta tällä 130 miehen työmaalla olikin kaikkiaan 50 yhtiön traktoria ja erilaista autoa. Lisäksi kolme suurta kuormauskonetta.

3. Useimmilla yhtiöillä on vielä pääkorjaamo tehtaalla, jossa kaikki perus- ja vuosikorjaukset ja -tarkastukset tehdään talvella, metsätöiden ollessa seisahduksissa.

Mittaus

Mittaustavat ja koko työn organisaatio eroavat täällä aivan olennaisesti Suomessa käytetyistä menetelmistä.

Mittausyksikkönä on aina board foot, jolla tarkoitetaan 1″ × 1″ × 12″ kokoista kappaletta. Mittausta varten on olemassa valmiit taulukot, jotka osoittavat kuinka monta board feetiä sahatavaraa saadaan minkäkin kokoisista tukeista. Yleisimmin käytössä on Scribner Decimal C-rule, josta esimerkkinä 16 jalkaisen tukin board-feet sisältö

Dl.3 m″	6	8	10	12	14	16	18	20
b.f.....	20	30	60	80	110	160	240	300

Mittaustavassa pyritään siis mittaamaan jo tukeista tuotteen määrä. Teoriassa menetelmä on tietenkin hieno, mutta käytännössä sen varjopuolena on epätarkkuus. Käytettävistä kymmenistä rule'ista kaikki antavat erilaisen tuloksen, kuten seuraavista yleisimmin käytettyjen rule'in vertailuluvuista ilmenee.

Rule	5″ × 16′	10″ × 16′	20″ × 16′	40″ × 16′
	suhdeluku (International = 100)			
International	100	100	100	100
Scribner	130	83	97	99
Scribner Deo C	100	92	97	98
Spaulding	—	77	95	97
Doyle	10	55	88	106
Doyle and Scribner	10	55	88	99
Holland	110	105	104	103
New Hampshire	190	102	104	75

Mikään näistä ei anna juuri oikeaa sahaustulosta kuin poikkeustapauksissa.

Sahatukkien mittauksen tällä menetelmällä ymmärtää oikein mainiosti, mutta kun board foot-mittaa käytetään myös paperipuutukkien mittauksessa, täytyy jäädä ihmettelemään.

Mittauksen teknillinen suoritus on seuraava:

1. Tukin latvaläpimitta mitataan tuuman tarkkuudella (min. 10″). F. S. mittaa kaksi läpimittaa ja pyöristää läpimitat lähimpään täyteen tuumaan. Mittausyhdistykset yleensä käyttävät alenevan tuuman luokitusta ja vedessä mitattaessa ottavat ainoastaan pystyläpimitan.

2. Pituus mitataan täysin parijaloin (min. 10′) sallien 4″ tasausvaran. Californiassa pisin yhtenä kappaleena mitattava tukki on 16′ ja Oregonissa sekä Washingtonissa 40′. Pitemmät tukit mitataan kahtena tai useampana tukkina. Tyvitukeissa väliläpimitan määrääminen tapahtuu lisäämällä latvaläpimittaan 2″. Muissa tukeissa se määrätään tyvi- ja latvaläpimitan avulla.

Sekä Forest Service että mittausyhdistykset, joita alueella on neljä, ovat lisäksi julkaisseet varsin yksityiskohtaisia ohjeita siitä, miten vähen-

nyksiä on suoritettava eri vikojen kohdalla. Kun tämä systeemi vaikuttaa erittäin hyvältä, on sitä syytä käsitellä hieman yksityiskohtaisemmin. Ja hyvänä lähtökohtana ovat Forest Service'n ohjeet, joihin myös mittausyhdistysten systeemit perustuvat.

Ensiksikin jaetaan tukissa esiintyvät ja mittauksessa huomioonotettavat viat neljään ryhmään:

1. Sisäviat, jotka aiheuttavat sahaustappioita tukin sisässä.
2. Ulkoviat, jotka aiheuttavat häviötä tukin pintaosissa.
3. Mutka- ja lenkoviat.
4. Haaraviat.
5. Viat, jotka aiheutuvat erikseen suuresta oksamäärästä tukin latvassa.

Kaikkien vikojen aiheuttamaa vähennystä sahaustuloksessa arvioitaessa käytetään kaavaa:

$$X = \frac{W'' \times H'' \times L'}{12} \times \frac{80}{100} = \frac{W'' \times H'' \times L'}{15}, \text{ jossa}$$

W″ ja H″ = vian läpimitat
L′ = vian pituus
$\frac{80}{100}$ = %, joka osoittaa suhteen board feet- ja kuutiojalkasisällön välillä.

Standardimenetelmät käytettävien mittojen määräämiseksi ovat seuraavat:

1. Vika näkyy 16-jalkaisen tai lyhyemmän tukin kummassakin päässä: W ja H = ne läpimitat, jotka ovat suurimmat; L = tukin pituus.

2. Vika näkyy 16 (40) jalkaa pitemmän tukin, joka on jaettu mittausta varten kahteen tai useampaan osaan, molemmissa päissä. W ja H ja L kuin kohdassa 1. Kapenemistauluista arvioidaan niiden (W ja H) läpimitat välileikkauksessa.

3. Vika näkyy vain tukin toisessa päässä. W ja H = näkyvät läpimitat, L = vian arvioitu pituus. Jos se kuitenkin jättää terveen osan lyhyemmäksi kuin sahatavaran minimipituus 8′, käytetään tukin koko pituutta.

Sekä Forest Service että mittausyhdistykset ovat julkaisseet hyvin kuvitettuja kirjasia, joissa kuvin ja esimerkein selvitetään kuinka mikäkin vika käytännössä arvioidaan ja käsitellään. Lisäksi on olemassa kokemukseen perustuvia taulukoita siitä, kuinka pitkälle eri viat, ennen kaikkea laho ulottuu tukissa eri alueilla.

Systeemi toimii myös hyvin, vaikka metsät ovat vanhoja ja hyvin viallisia, erot eri mittaajien välisissä tuloksissa ovat varsin alhaisia.

Vertailin Puget Sound Scaling and Grading Bureaussa mittaus- ja tarkistusmittauksen tuloksia toisiinsa 25 tukkierässä ja keskim. ero oli näissä vain 3.1 %. Mainittakoon kuitenkin, että se oli suurempi kuin ero laatuluokissa, joka oli vain 2.9 %.

Laatuluokittelua mittauksen yhteydessä käyttävät vain mittausyhdistykset ja kuten edellisestä havaitaan tulos on useimmiten hyvä. Forest Service käyttää laadun arviointia leimauksen ja leimikon arvioinnin yhteydessä hinnan määräämiseen.

Mittauksen suorittajina ovat eri tapauksissa seuraavat:

1. Alueilla, joilla ei ole mittausyhdistystä, kaikki Forest Servicen metsistä hakattu puutavara mitataan Forest Servicen toimesta. Jos yhtiö tarkistusmittauksissa havaitsee eron olevan yli 2.5 %, se voi vaatia uuden mittauksen, jonka edelleen suorittaa Forest Service.
2. Alueilla, joilla ei ole mittausyhdistystä, yksityisistä metsistä tulevat puut mitataan ostajan toimesta. Varsin useissa tapauksissa yhtiöt olivat tehneet Forest Servicen kanssa sopimuksen, että Forest Servicen edustaja mittaa myös yksityiset tukit.
3. Mittausyhdistykset suorittavat alueellaan kaiken kaupanalaisen puutavaran mittauksen.

Forest Servicen kauppakirjaohjeiden mukaan mittaus suoritetaan siellä, missä se voidaan käytännöllisimmin tehdä. Ja niin ollen paikka vaihteleekin. Mittauksia suoritettiin

— ennen autoon lastausta
— autossa tehtaalla ja
— rautatievaunussa.

Mittausyhdistykset taas suorittivat mittauksen joko vedessä tai autossa. Autossa mittausta ei kuitenkaan pidetä suositeltavana, sillä se antaa yleensä 7—10 % liian korkean mittaustuloksen.

Mittausvälineenä on mittatikku, josta voidaan yhdeltä sivulta lukea läpimitta ja muilta sivuilta eri pituisten tukkien board-foot-kuutio. Jokaisen tukin kokonaiskuutio, vähennykset ja nettokuutio merkitään muistiin.

Kämpät

Kämpistä on myös syytä mainita muutama sana. Ja ennen sitä täytyy vielä muistuttaa mieliin, että kämpät ovat yleensä hyvin pitkäaikaisia. 10—20 vuotta ja enemmänkin ei ole mikään harvinaisuus.

Mäntyalueella näkemäni kämpät olivat kaikki rakenteeltaan suunnilleen samanlaiset. Ensiksikin niillä oli toimistorakennus, jossa myös oli kauppa. Toinen suuri rakennus oli ruokala.

Miesten asumuksia oli kahdenlaisia. Pieniä siirrettäviä 10′ × 14′ taloja oli poikamiehiä varten. Kussakin tällaisessa asumuksessa majaili kaksi miestä. Perheellisiä miehiä varten oli jokaisella kämpällä useampia

2—4 huoneen taloja, joista kannettiin melko alhaista vuokraa. Se vaihteli talon suuruuden mukaan 15—30 dollariin kuukaudelta.

Douglas-fir alueella näkemäni kämpät olivat vieläkin parempia. Esimerkkinä kuvaan Simpson Logging Companyn Grisdalen kämpän, joka on varmaankin »best in the world». Tosin se ei mitenkään räikeästi eroa alueen muista metsäkämpistä.

Kämpän muodostaa siellä n. 50 poikamiestaloa, joista kukin on 6 miehelle sekä n. 50 perhetaloa, joista useimmat ovat kolmen huoneen ja keittiön. Lisäksi alueella on iso pesuhuone suihkuineen ja lämpimine vesineen poikamiesalueella, tietenkin konttori- ja ruokalarakennukset, kauppa, kahvila, elokuvateatteri, jonka yhteydessä on keilarata ja biljardisali, sekä koulu.

Poikamiestaloissa on kaksi huonetta, niiden välissä kuivaushuone ja asuntojen mukavuuksiin kuuluu automaattinen lämmönsäätö, sähkövalo, ja myös lakanat ovat yhtiön puolesta. Eikä siinä kylliksi. Vuoteet tehdään ja huoneet siivotaan myös yhtiön toimesta. Ja tästä täytyy ensi yöltä maksaa 1 dollari ja sen jälkeen asuminen on ilmaista.

Perheasumuksista kannetaan vuokraa, joka vaihtelee 20—30 dollariin. Tähän vuokraan sisältyy myös sähkö ja autotalli. Mikäli perheellä on useampia autoja, he saavat rakentaa muille autoille omalla kustannuksellaan tallin.

Ruokaoloista on syytä myös mainita muutama sana. Kullakin kämpällä ruoka-ajat hiukan vaihtelevat, mutta kaikilla tarjotaan kaksi lämmintä ateriaa ja lounas eväinä. Ja hinta vaihtelee 2.25—3.00 doll/p. Yhtiöille se maksaa huomattavasti enemmän: eräälläkin työmaalla, jossa ruoasta velotettiin 2.25, se maksoi yhtiölle 4.10.

Mitä sitten nämä ateriat sisältävät? Tyypillinen aamiainen on suunnilleen seuraava: kahvia, voita, leipää, maitoa, leivonnaisia, puuroa, munia ja baconia, perunoita, omena- tai muuta piirakkaa ja jotain hedelmäjälkiruokaa. Päivällinen on mikäli mahdollista vielä monipuolisempi: liemi, joku liha- ja joku kalaruoka, perunoita, salaattia, sekä vihanneksia kaikkine asiaankuuluvine lisälajeineen.

ON FOREST WORK ON THE WEST COAST OF USA

Summary

The author, who visited America in the winter of 1951—1952 on an ASLA scholarship to study forest work and forest technology research, reports in this article on the technique of forest work and the methods of timber transport in the Western part of the United States. Both logging and transport of timber are mechanized there to the greatest possible extent, and work results conform with this. The final part of the article describes the mensuration methods of timber and housing conditions of forest workers.

RÄMEMÄNTYJEN PERINNÖLLISYYDESTÄ

O. J. LUKKALA

ON THE HEREDITY OF *RÄME*-PINES

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Johdanto

Etenkin 1910-luvulla, jolloin järjestelmällinen metsäojitustoiminta valtion ja yhtiöiden metsissä pääsi varsinaiseen käyntiin, ja vielä myöhemminkin kuuli silloin tällöin epäileviä ajatuksia rämemäntyjen kelpoisuudesta tulevan metsän emopuiksi. Näkipä tällaisia ajatuksia painetussakin asussa metsäalan aikakausijulkaisuissa. Rämemäntyjen huonojen »rotuominaisuuksien» katsottiin periytyvän.

Osittain mainitunlaisten esitysten kannustamana ja kun meillä jatkuvasti niin hyvin ojittamattomilla kuin ojitetuillakin rämeillä on turvauduttu ja turvaudutaan luonnonsiemennykseen, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen suontutkimusosasto suoritti 1930-luvun alkuvuosina rämemäntyjen siementen laatua koskevia tutkimuksia. Näiden tutkimusten tulokset julkaistiin v. 1936.[1]) Tällöin todettiin mm., että rämemäntyjen kävyt ovat pienehköjä, siemensato niukanlainen ja siemenet keskimäärin vähän kevyempiä kuin kangasmäntyjen siemenet. Niiden itävyys sen sijaan osoittautui täysin tyydyttäväksi. Vieläpä 150-vuotiaatkin matalat ja kituliaat rämemännyt tuottavat itävyyteensä katsoen käyttökelpoista siementä.

Samoihin aikoihin kylvettiin, kuten mainitun julkaisun lopussa selostetaan, eri puolilla maan eteläpuoliskoa kasvaneista rämemännyistä karistettua siementä Tuusulan pitäjässä olevan Ruotsinkylän taimitarhaan. Koulituksen jälkeen niitä istutettiin vuosina 1934 ja 1935 puolukkatyypin kankaalle metsään.[2]) Julkaisun ilmestymisvuoteen mennessä saatettiin jo todeta, että rämemäntyjen, jotka kylläkään eivät olleet kasvaneet poikkeuksellisen laajojen rämeitten keskuksissa, siemenistä kehittyneet taimet olivat ainakin ensimmäisinä elinvuosinaan kangasmäntyjen siemenistä kasvatettujen taimien veroisia. Keväällä 1938, edellä mainitun julkaisun ilmestymisen jälkeen, istutettiin Ruotsinkylän taimitarhasta metsään uusia eriä rämemännyn siemenistä kasvatettuja taimia.

Kun nämä kankaalle istutetut rämemäntyjen jälkeläiset ovat nyttemmin eräin osin saavuttaneet yli 20 vuoden iän kasvaen jonkinlaisiksi puiksi ja metsiköiksi, on mielenkiintoista tarkastella, onko näissä puissa

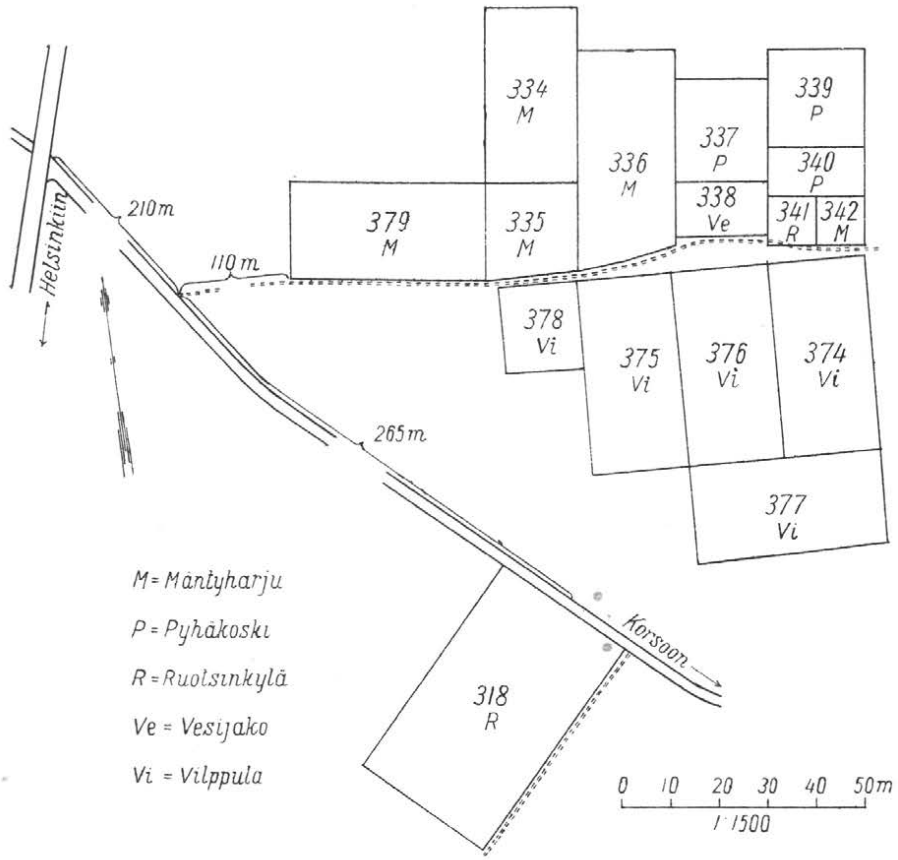
[1]) O. J. Lukkala. Rämemäntyjen siementen laadusta. — Ref. Über die Beschaffenheit der Moorkiefersamen. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 22.3. 1936.

[2]) Siementen kylvön taimitarhaan, taimien hoidon koulituksineen sekä niiden metsään istuttamisen on huoltanut Ruotsinkylän kokeilualueen metsäteknikko V. M. Vestala.

ehkä jo nyt havaittavissa jotakin rämemäntyjen huonoihin laatuominaisuuksiin viittaavaa.

Koeaineisto

Kuten jo mainittiin ja kuten viereisellä sivulla olevasta taulukosta selviää yksityiskohtaisemmin, rämemäntyjen siemenistä kasvatettuja taimia istutettiin metsään keväinä 1934, 1935 ja 1938. Istutetut alat käsittivät kaksi erillistä aluetta (ks. alla olevaa karttaa) ja 16 eri koe-



Kuva 1. Kartta, joka osoittaa puolukkatyypin kankaalle Ruotsinkylän kokeilualueessa Tuusulassa rämemäntyjen siemenistä kasvatetuilla taimilla v. 1934 (koeala 318), v. 1935 (koealat 334—342) ja v. 1938 (koealat 374—379) istutettujen alojen sijainnin. Siemenet olivat Mäntyharjusta, Pyhäkosken kokeilualueesta Muhoksessa, Ruotsinkylän kokeilualueesta, Vesijaon kokeilualueesta Padasjoella ja Vilppulan kokeilualueesta.

Fig. 1. Map showing the locations of experimental areas on firm land (of Vaccinium type) at Ruotsinkylä where transplants grown from seed of räme-*pines (cf. footnote on p. 21) were planted in 1934 (sample plot 318), in 1935 (s. pl. 334—342) and in 1938 (s. pl. 374—379). The seed originates from Mäntyharju, and Pyhäkoski, Ruotsinkylä, Vesijako, and Vilppula Experimental Stations.*

Taulukko 1. Katsaus koeaineiston alkuperään ja kehitykseen.

Table 1. Origin and development of stands.

Koeala *Sample plot*			Siementen emopuiden *Mother trees*				Istutus (2 × 2 m) *Planted*			Taimien (puiden) *Transplants*					Puusto 1950 *Growing stock*	
								taimien *transplants*		keskipituus (syksyllä) *mean height (autumn)* m				valtapituus *dominant height* m		
n:o *no.*	pinta-ala *area* ha	metsätyyppi *forest site type*	kotipaikka *locality*	kasvukohta (suotyyppi) *swamp type*	pituus *height* m	ikä v. *age yrs.*	aika *time*	ikä v. *age, yrs.*	luku kpl *no.*	1935	1940	1945	1950	1950	runkoluku istutetuista *survival* %	keskiläpimitta *mean diameter* cm
318	0.15	VT—	Ruotsinkylä	RNR	6	90	$^{23}/_{5}$—34	2+1+1	375	0.39	1.00	2.36	3.85	5.5	75	5.0
334	0.07	VT	Mäntyharju	IR	6	40	$^{23}/_{5}$—35	»	175	0.33	1.35	3.32	5.51	7.0	83	8.4
335	0.04	»	»	»	10	150	»	»	100	0.33	1.29	3.16	5.34	6.8	71	8.1
336	0.08	VT+	»	SR	9	50	»	»	200	0.38	1.45	3.70	6.14	7.2	85	9.5
337	0.04	»	Pyhäkoski	»	5	100	»	»	100	0.32	1.04	2.58	4.76	7.0	65	8.6
338	0.02	»	Vesijako	KR	13	150	»	»	50	0.37	1.44	3.56	6.04	7.0	80	8.9
339	0.04	»	Pyhäkoski	KR	7	90	»	»	100	0.33	1.31	3.19	5.51	6.7	80	8.0
340	0.02	»	»	SR	3	70	»	»	50	0.26	1.25	2.83	4.68	6.3	82	5.8
341	0.01	»	Ruotsinkylä	RNR	5	80	»	»	25	0.38	0.93	2.63	5.48	6.5	52	7.0
342	0.01	»	Mäntyharju	IR	8	60	»	»	25	0.32	1.12	2.87	4.99	6.5	100	5.9
374	0.08	VT	Vilppula	INR	8	150	$^{4}/_{5}$—38	1+2	200		0.70	1.98	3.77	4.8	82	4.7
375	0.08	»	»	IR	6	70	»	»	200		0.56	1.75	3.50	4.8	88	3.8
376	0.08	»	»	INR	7	80	»	»	200		0.43	1.66	3.62	5.5	86	4.8
377	0.08	VT—	»	SR	8	100	»	»	200		0.61	1.60	3.26	4.0	87	3.1
378	0.03	VT	»	IR	11	150	»	»	75		0.62	2.06	3.84	5.5	79	4.5
379	0.08	VT—	Mäntyharju	»	9	90	»	»	200		0.38	1.30	2.74	5.0	78	3.1

VT = puolukkatyyppi; KR = korpiräme, IR = isovarpuinen räme, SR = sararäme, INR = isovarpuinen niittyvillaräme, RNR = rahkainen niittyvillaräme.

VT = Vaccinium type. The abbreviations KR, IR, SR, INR and RNR indicate different räme-types. The growing stock becomes thinner and shorter from the first-mentioned towards the last-mentioned swamp type, wich is only capable of producing a very sparse and poor stand.

alaa. Niiden pinta-ala vaihtelee 1 ja 15 aarin välillä, koko istutetun alan käsittäessä 0.91 ha. Nämä alat ovat hiekkaista puolukkatyypin kangasta. Kun istutusalojen kaltevuus- ja korkeussuhteet vähän vaihtelevat, esiintyy eri osien kosteussuhteissa ja kasvikoostumuksessa jonkin verran eroja. Viimeksi mainittu on koetettu ilmentää myös tyyppimerkinnöissä (ks. edellisen sivun taulukkoa) siten, että VT + edustaa keskitasoa parempaa, VT — keskitasoa huonompaa puolukkatyyppiä.

Istutetuista aloista, jotka kasvoivat hajanaista, lievästi kuusen sekaista vanhaa männikköä, v. 1934 istutettu hakattiin siemenpuuasentoon (40 kpl/ha) talvella 1933/34. Siemenpuut poistettiin seuraavana talvena. V. 1935 istutettu ala hakattiin paljaaksi syksyllä 1934, jolloin samanaikaisesti hakattiin siemenpuuasentoon (30 kpl/ha) v. 1938 istutettu ala. Nämä siemenpuut poistettiin istutuskevättä edeltäneenä talvena.

Keväällä 1934 istutettiin Ruotsinkylästä rahkaisen niittyvillarämeen noin 6 m:n pituisista ja 90 v:n ikäisistä männyistä karistetuista siemenistä kasvatettuja taimia koealalle 318. Taimet olivat 4-vuotisia ja kaksi kertaa koulittuja. Istutus suoritettiin kuten seuraavatkin avokuoppiin ja istutusväli oli 2 × 2 m.

Taulukosta näkyy edelleen, että keväällä 1935 istutetut taimet olivat Pyhäkosken, Vesijaon ja Ruotsinkylän kokeilualueissa sekä Mäntyharjun pitäjässä erilaisten rämetyyppien männyistä karistettujen siementen jälkeläisiä, 4-vuotisia ja kaksi kertaa koulittuja kuten edellisetkin. Keväällä 1938 istutettujen taimien siemenet olivat kotoisin Vilppulan kokeilualueen ja Mäntyharjun rämemännyistä. Tällöin istutetut taimet olivat 3-vuotisia ja vain kerran koulittuja.

Koetaimien kehitys

Etenkin v. 1935 istutettujen taimien kehityksestä jo taimitarhassa ja edelleen metsässä tehtiin yksityiskohtaisia havaintoja ja muistiinpanoja. Näitä on lyhyesti selostettu edellä (s. 3) mainitussa julkaisussa, joten asiaan ei tässä yksityiskohtaisesti palata. Mainittakoon vain, että samoistakin siemeneristä, joista muutamat olivat yhdestä ainoasta puusta kerättyjä, syntyneiden taimien kehitys melkoisesti vaihteli, so. toiset saman siemenerän taimista kehittyivät kookkaammiksi kuin toiset. Istutettaessa, siis 4-vuotiaina, eri siemeneristä syntyneiden taimien keskipituus vaihteli 26—38 cm:n välillä.

Yleistuloksena saatettiin päätellä, että rämemäntyjen siemenistä kehittyneet taimet olivat ainakin ensimmäisinä elinvuosinaan niin hyvin neulasten kokoon ja väriin kuin itse taimien kokoon katsoen kangas-

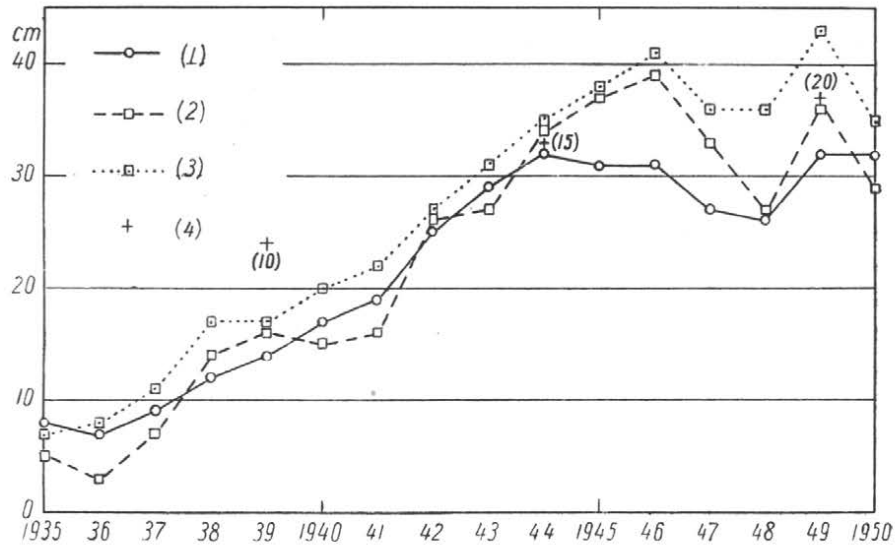
mäntyjen siemenistä kehittyneiden taimien veroisia. Rämemäntyjen siemenen kotipaikan merkitys ilmeni ehkä siten, että etelämpää kotoisin olevien taimien hukka oli männyn karisteen — maan routiminen haittasi kaikkien kehitystä — takia pohjoisempaa kotoisin olevista siemenistä syntyneitten taimien hukkaa suurempi. Vasta neljäntenä kesänä siemenen kotipaikan merkitys alkoi tuntua siten, että kylvöpaikkaa huomattavasti pohjoisempaa olevista siemenistä syntyneet taimet alkoivat jäädä paikallisista siemenistä syntyneistä taimista kasvussaan jälkeen. Kokeet viittasivat jo taimitarha-asteella myös siihen suuntaan, että hyvin pienistä rämemännyistä saatu siemen johtaa heikompiin ja hitaammin kehittyviin taimiin kuin kookkaammista rämemännyistä saatu siemen.

Koetaimien pituuskasvu ja puiksi varttuminen

Taimitarhasta metsään siirrettyinä taimet pääsivät yleensä hyvään kasvun alkuun ilman mainittavaa juromiskautta. Istutettujen taimien kokonaismäärästä oli 16—21 vuoden ikään mennessä elossa keskimäärin 81 %. Taimien hukkaan olivat syynä, kuten istutuksissa yleensäkin, kevätkesien kuivuus, kasvukohdan routiminen ja karistetauti sekä lumen tuhot. Kuten sivulla 5 olevan taulukon viimeistä edellisen sarakkeen numerot osoittavat, ei siementen alkuperän ja taimien kuolleisuusmäärien välillä voi havaita mitään riippuvaisuussuhdetta.

Jo taimitarhassa sekä edelleen metsässä mittailtiin aluksi taimien pituuksia miltei vuosittain, mutta seuraavassa esitettävät eräiden koealametsiköiden puiden vuotuiset pituuskasvumäärät ovat tuloksia syksyllä 1950 oksakiehkuroiden perusteella suoritetuista mittauksista. Tällöin luettiin kunkin koealan kaikki puut rinnankorkeudelta sentin läpimittaluokissa. Samalla mitattiin joka kymmenennen puun pituus sekä vuotuisen pituuskasvun määrät latvahuipusta alaspäin ja yleensä voitiin suorittaa mittaus likimain istutusikään asti.

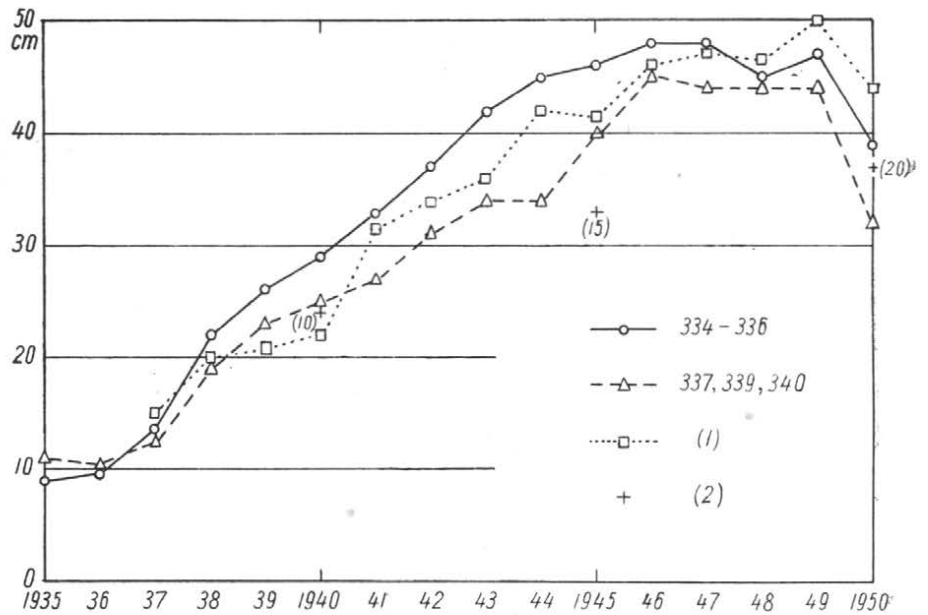
Istutusaloille ei tullut aikanaan vertauksen vuoksi istutettua joitakin vuororivejä paikallisten kangasmäntyjen siemenistä samoin kasvatettuja ja samanikäisiä taimia. Tätä puutetta on koetettu korvata siten, että on seurattu istutusaloille, jotka oli hakattu paljaaksi tai harvaan siemenpuuasentoon vähän ennen istutusta, luontaisesti nousseitten likimain vastaavanikäisten männyn taimien kehitystä. Kun istutusväli oli 2 × 2 m ja kun jokin määrä istutetuista taimista jo lähivuosina tuhoutui, on mainitunlaisia luonnontaimia noussut useimmille koeruuduille, eräille melko runsaastikin. Näiden on annettu jatkaa kasvuaan, sikäli kuin ne eivät ole mainittavasti haitanneet »rämemäntyjen» kehitystä.



Kuva 2. Koealalle 318 v. 1934 istutettujen (siemenet Ruotsinkylästä, taimien ikä 2 + 1 + 1 v.) »rämemäntyjen» vuotuinen pituuskasvu (1), koealalle luonnonsiemennyksestä nousseitten mäntyjen vuotuinen pituuskasvu (2), läheisen puolukkatyypin männikön paljaaksihakkausalan likimain edellisten ikäisten ja pituisten mäntyjen vuotuinen pituuskasvu (3) sekä kasvutaulukoitten mukaan puolukkatyypin 10, 15 ja 20 vuoden ikäisen männikön valtapuiden vuotuinen pituuskasvu (4).

Fig. 2. Sample plot 318: The annual height growth of räme-*pines (1) planted in 1934 (then aged 2 + 1 + 1 years, seed from Ruotsinkylä), that of pines naturally seeded on this sample plot (2), that of pines of about the same height growing on an adjacent clear-cut area of Vaccinium type (3), and those of 10-, 15-, and 20-year-old pine stands of the same forest site type, as given in the growth and yield tables (4).*

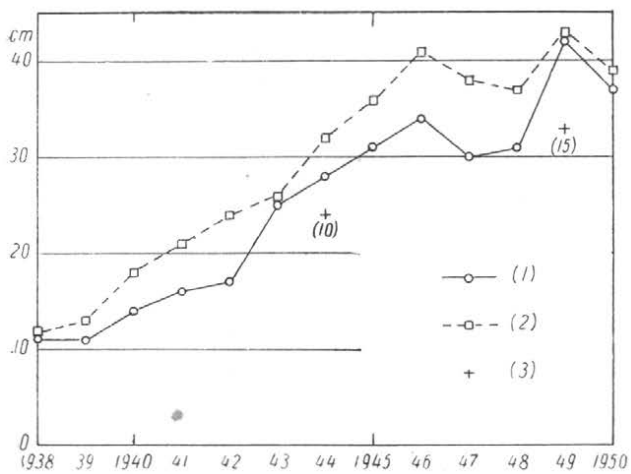
Kuva 2 esittää havainnollisesti koealalle 318 Ruotsinkylän kokeilualueesta rahkaisella niittyvillarämeellä kasvaneista noin 6 m:n pituisista männyistä karistetuista siemenistä syntyneiden taimien, nyt jo puiden, vuotuisen pituuskasvun keskiarvot vuosien 1935 ja 1950 välisenä aikana. Kuten näkyy taimien pituuskasvu oli aluksi heikkoa, mutta vähitellen se rupesi kohoamaan ja kohoamista jatkui vuoteen 1944 asti. Samaan kuvaan on merkitty koealalle luonnonsiemennyksestä (siemenpuuhakkaus 1933/34) nousseitten mäntyjen (yhteensä 32 kpl) sekä läheiseltä puolukkatyypin uudistusalalta mitattujen mäntyjen (yhteensä 44 kpl, keskipituus v. 1950 4.5 m) juoksevan vuotuisen pituuskasvun määrät. Viimeksi mainittuja edustava murtoviiva kulkee lähes pitkin matkaa vähän edellisiä ylempänä, mutta kyseiset männyt olivatkin koealalla kasvavia mäntyjä vähän pitempiä jo v. 1935. Kuvaan on sitä paitsi vertauksen vuoksi asianomaisille kohdille merkitty Ilvessalon kasvu- ja tuottotaulukoitten mukaan puolukkatyypin 10, 15 ja 20 vuoden ikäisen männikön valtapuiden juoksevan vuotuisen pituuskasvun määrät.



Kuva 3. Koealoille 334—336 (Mäntyharjusta) ja 337, 339, 340 (Pyhäkosken kokeilualueesta) v. 1935 istutettujen (2 + 1 + 1 v.) »rämemäntyjen» vuotuinen pituuskasvu, luonnonsiemennyksestä mainituille koealoille nousseitten mäntyjen vuotuinen pituuskasvu (1) sekä kasvutaulukoitten mukaan puolukkatyypin 10, 15 ja 20 vuoden ikäisen männikön valtapuiden vuotuinen pituuskasvu (2).

Fig. 3. Sample plots 334—336 (seed from Mäntyharju) and 337, 339, 340 (seed from Pyhäkoski): The annual height growth of räme-*pines planted in 1935 (then aged 2 + 1 + 1 years), that of pines naturally seeded on these sample plots (1), and those of 10-, 15-, and 20-year-old pine stands of the same site type, as given in the growth and yield tables (2).*

Kuva 3 esittää Mäntyharjussa ja Pyhäkosken kokeilualueessa Muhoksessa erilaisilla rämetyypeillä kasvaneista männyistä karistetuista siemenistä syntyneiden puiden pituuskasvun kulun. Kuten näkyy nämä ovat kasvaneet hyvin lähes istutusvuodesta alkaen. Tähän on epäilemättä selityksenä pääasiassa se, että tämän istutusalan luontainen viljavuusaste on edellisen kuvan edustamaa parempi (vrt. taulukkoa sivulla 5), jota paitsi ala oli paljaaksihakattuna jo istutusta toimeenpantaessa. Ennen pitkää mäntyharjulaiset alkoivat voittaa Pyhäkoskelta, siis melkoisesti pohjoisempaa peräisin olevat puut. Luontaisesti, so. reunasiemennyksestä (paljaaksihakkaus syksyllä 1934) istutusalalle nousseitten mäntyjen (yhteensä 29 kpl) kasvu on ollut mäntyharjulaisten kasvua yleensä vähän heikompaa. Kasvutaulukoitten mukaan puolukkatyypin männikön valtapuidenkin pituuskasvu osoittautuu »rämemäntyjen» keskikasvua — pyhäkoskelaisten suhteettoman hidasta vuoden 1950 kasvua lukuun ottamatta — heikommaksi.



Kuva 4. Koealoille 374—376 v. 1938 istutettujen (Vilppulasta, 1 + 2 v.) »rämemäntyjen» vuotuinen pituuskasvu (1), alalle luonnonsiemennyksestä nousseitten mäntyjen vuotuinen pituuskasvu (2) sekä kasvutaulukoitten mukaan puolukkatyypin 10 ja 15 vuoden ikäisen männikön valtapuiden pituuskasvu (3).

Fig. 4. Sample plots 374—376: The annual height growth of räme-*pines planted in 1938 (then aged 1 + 2 years, seed from Vilppula) (1), that of pines naturally seeded on this sample plot (2), and those of 10- and 15-year-old pine stands, as given in the growth and yield tables (3).*

Kuva 4 esittää Vilppulan rämemännyistä peräisin olevien keväällä 1938 istutettujen puiden tähänastisten vuotuisten pituuskasvujen määrät. Samaan kuvaan on merkitty myös alalle luontaisesti (siemenpuuhakkaus syksyllä 1934) nousseitten mäntyjen (yhteensä 76 kpl) vuotuisen pituuskasvun määriä osoittava murtoviiva. Murtoviivojen kulussa ei ole kovin suuria eroja. Kasvutaulukoitten mukaan puolukkatyypin 10- ja 15-vuotisten männiköiden valtapuiden pituuskasvua osoittavat merkinnät jäävät huomattavasti »rämemäntyjen» pituuskasvua osoittavien murtoviivojen alapuolelle.

Tilan säästämiseksi tässä ei voida ryhtyä esittelemään eri rämetyypeiltä ja eri pituisista rämemännyistä peräisin olevien puiden vuotuisen pituuskasvun kulkua. Tässä suhteessa viitataan sivulla 5 olevan taulukon numeroaineistoon. Tuonnempana, puiden pituussuhteista puhuttaessa, asiaan vielä lyhyesti palataan. Säätekijäin vaikutuksesta, jota ehkä voitaisiin pohtia tässä selostettujen, vaikkakin verraten vähälukuisten pituuskasvun mittausten perusteella, tyydytään vain toteamaan, että kesäkausina 1946 ja 1949 pituuskasvu on yleensä ollut hyvä, vuosina 1948 ja 1950 päinvastoin huono.

Koemäntyjen pituus eri ikäkausina

Kuten v. 1935 istutetulta alalta otettu kuva (viereisellä sivulla) osoittaa ja kuten sivulla 5 olevan taulukon numeroita tarkastelemalla voi todeta, edellä puheena olleet rämemäntyjen taimet ovat nyttemmin kehittyneet jo kookkaanlaisiksi puiksi. Taulukossa luetellut keski-

pituudet ovat pituuskäyriin perustuvia, runkoluvuilla punnittuja aritmeettisia keskiarvoja. Valtapituudet ovat pituuskäyrän yläpään osoittamia lähiarvoja.



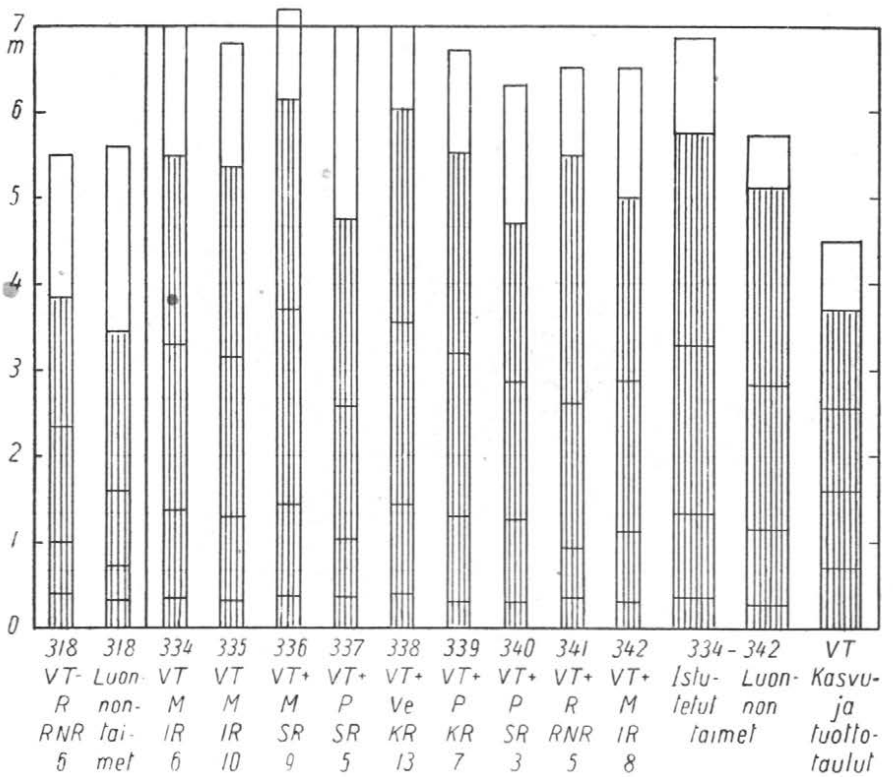
Kuva 5. Yleiskuva metsiköstä, joka on kehittynyt rämemäntyjen siemenistä kasvatetuilla taimilla v. 1935 suoritetusta istutuksesta. Ruotsinkylän kokeilualue, puolukkatyyppi. Valok. 13. 4. 1951 Olavi Huikari.

Fig. 5. General view of a stand planted with transplants grown from the seed of räme-*pines. Planted in 1935. Ruotsinkylä Experimental Station. Vaccinium type. Photo 13. 4. 1951.*

Seuraavassa tullaan koko koeaineiston perusteella havainnollisesti tarkastelemaan pitkiäkö ko. »rämemännyt» ovat eri ikäkausina olleet luonnonsiemennyksestä samoille aloille nousseisiin sekä puolukkatyypin luonnonnormaalin männikön vastaavanikäisiin puihin verraten. Samalla pyritään selvittelemään, mikä merkitys emopuiden kotipaikalla, kasvukohdalla (suotyypillä) ja pituudella on ehkä ollut — huomioon ottaen lisäksi puiden nykyisen kasvukohdan hyvyysasteen — niiden jälkeläisten pituuskasvun kehitykseen.

Kuvaa 6 katsellessa huomio kiintyy ensiksikin siihen, että pylväitten alin, ensimmäisen 5-vuotiskauden pituuskasvun määriä osoittava lohko on varsin lyhyt. Tällöin taimet ovatkin vasta aloitelleet kasvuaan metsässä. Aste asteelta 5-vuotisen pituuskasvun määrät lisääntyvät.

Eri koealojen puiden pituuskasvun määriä keskenään vertaillessa panee merkille koealan 318, siis kotipaikan siemenistä syntyneitten mäntyjen jo edellä puheena olleen heikon kehityksen. Tähän on epäilemättä pääsyynä kasvukohdan muita heikompi laatu (VT—). Siihen



Kuva 6. Koealan 318 v. 1934 istutettujen (2 + 1 + 1 v.) 21-vuotiaitten sekä koealojen 334—342 v. 1935 istutettujen (2 + 1 + 1 v.) 20-vuotiaitten »rämemäntyjen» valtapituus (koko pylväs) ja keskipituus (viivattu pylväs) syksyllä 1950. Viivattujen pylväitten poikkiviivat osoittavat puiden keskipituuden syksyinä 1935, 1940 ja 1945. Pylväitten alle on merkitty koealanumeron lisäksi puiden nykyisen kasvukohdan boniteetti, sen alle lyhennysmerkein siementen kotipaikka, emopuun kasvukohta (suotyyppi) ja pituus. Vertauksena ko. aloille luonnonsiemennyksestä nousseitten mäntyjen sekä puolukkatyypin männikön puiden vastaavien ajankohtien pituuksia osoittavat pylväät.

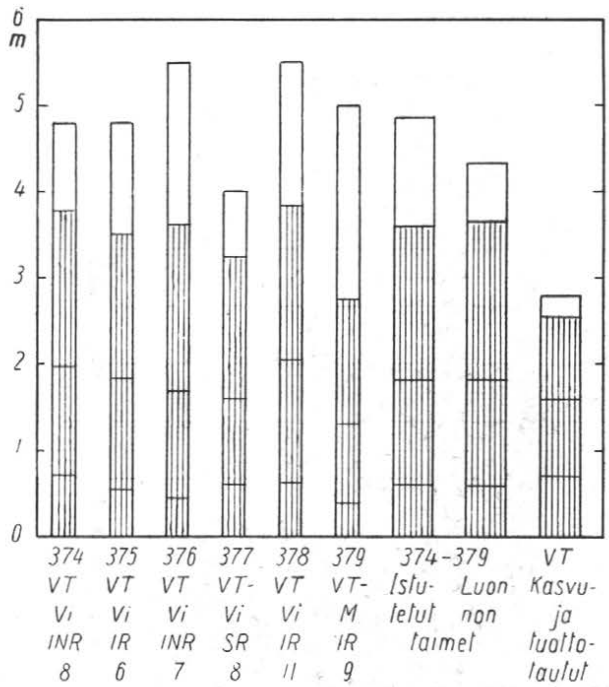
Fig. 6. Dominant height (entire column) and mean height (hatched part of column) of räme-*pines on sample plot 318 (planted in 1934, then aged 2 + 1 + 1, now 21 years) and on sample plots 334—342 (planted in 1935, then aged 2 + 1 + 1, now 20 years) in autumn 1950. The vertical lines in the hatched columns indicate the mean height in the autumns of 1935, 1940, and 1945. Below the columns, the number of the sample plot and present site type, below these, origin of seed (abbr.), and site type (swamp type) and height of mother-tree are given. For comparison, the corresponding heights of pines naturally seeded on these areas and those given in the growth and yield tables are given.*

viittaa sekin, että samalle alalle luonnonsiemennyksestä nousseiden puiden kasvu — eräitä valtapuuyksilöitä lukuun ottamatta — on ollut vähän vielä hitaampaa kuin »rämemäntyjen» kasvu. Edelleen huomio kiintyy erityisesti myös siihen, että Pyhäkosken kokeilualueessa, so. noin 500 km Ruotsinkylästä pohjoisempana kasvaneet rämemännyt ovat tuottaneet hidaskasvuisia jälkeläisiä, näin siitä huolimatta, että

viimeksi mainittujen nykyinen kasvukohta on keskitasoa parempi (VT+). Pyhäkoskelaisten mäntyjen suhteen ei voi olla panematta merkille myös sitä, että korpirämeen 7 m:n korkuisen männyn jälkeläiset ovat pitempiä kuin sararämeen 5 m:n korkuisen männyn ja nämä taas vähän pitempiä kuin saman rämetyypin 3 m:n korkuisen männyn. Mäntyharjussa sararämeellä kasvaneen 9 m:n korkuisen ja Vesijaon kokeilualueessa korpirämeellä kasvaneen 13 m:n korkuisen männyn siemenistä on kehittynyt suhteellisesti nopeakasvuisimpia puita. Näitä melkoisesti hidaskasvuisempia ovat olleet mm. Ruotsinkylästä rahkaiselta rämeeltä vain 5 m:n korkuisesta männystä karistetuista siemenistä peräisin olevat puut (koeala 341), vaikka niiden nykyinen kasvukohta on keskitasoa parempi.

Kuvan 6 kolmen viimeisen pylvään tarkastelu osoittaa, että koealojen 334—342 20-vuotiaitten »rämemäntyjen» keskipituus on hieman suurempi kuin samalle alalle luonnonsiemennyksestä nousseitten, likimain samanikäisten mäntyjen (yhteensä 31 kpl) ja näiden taas huomattavasti suurempi puolukkatyypin luonnonnormaalin 20-vuotiaan männikön puiden keskipituutta. Viimeksi mainitunlaisen männikön puiden valtapituuskin on tuntuvasti pienempi kuin samanikäisten »rämemäntyjen» keskipituus.

Kuvassa 7 esitetään samaan tapaan kuin edellisessä Vilppulasta ja Mäntyharjusta peräisin olevista siemenistä kasvatettujen taimien puiksi varttumi-

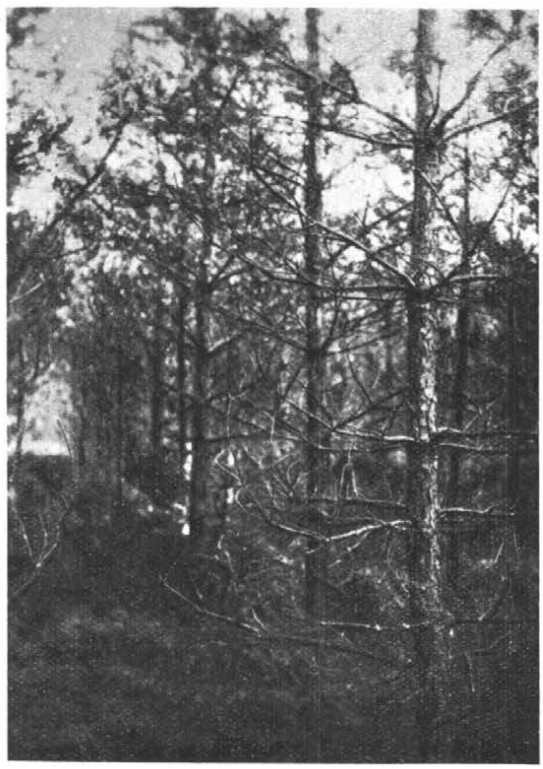


Kuva 7. Koealojen 374—379 v. 1938 istutettujen (1 + 2 v.) 16-vuotiaitten »rämemäntyjen» valtapituus (koko pylväs) ja keskipituus (viivattu pylväs) syksyllä 1950. Viivattujen pylväitten poikkiviivat osoittavat puiden keskipituuden syksyinä 1940 ja 1945. Oikealla oleva pylväs osoittaa puolukkatyypin 15-vuotiaan männikön keskipituuden ja valtapuiden pituuden. Muuten ks. kuvan 6 selostusta.

Fig. 7. Sample plots 374—379. Dominant height (entire column) and mean height (hatched part of column) of rämepines in autumn 1950, planted in 1938 (then aged 1 + 2, now 16 years). Vertical lines in hatched columns indicate mean heights in the autumns of 1940 and 1945. Extreme right-hand column shows dominant and mean height of 15-year-old pine stand of Vaccinium type. Otherwise as for fig. 6.

nen. Tämän mukaan »rämemäntyjen» ja alalle luonnonsiemennyksestä nousseitten mäntyjen (170 kpl) keskipituus on ollut likimain sama ja kummatkin näistä ovat voittaneet puolukkatyypin samanikäisen männikön keskipituuden.

Eräs seikka, johon kuvan 7 pylväitä keskenään vertaillessa kiintyy huomio, on se, että koealojen 377 ja etenkin koealan 379 puut ovat kehittyneet muita samanikäisiä hitaammin. Myös maastossa tämä pistää ilman muuta silmään. Näiden kasvualusta on tosin hieman huonompi kuin muiden, mutta hyvin todennäköiseltä tuntuu, että varsinkin koealalla 379 puiden kehitystä haittaa koealan eteläpuolella olevan korkeahkon reunapuuston varjostuksen lisäksi sen uloimpien juurien levittäytyminen koealalle. Tässä mielessä koealan 379 ja sen länsipuoleisen reunametsän välille kaivettiin kesällä 1950 matalahko oja, jolla katkaistiin vanhojen puiden ravinnon ja veden otto koealan puolelta. Näkyviä vaikutuksia tästä kokeesta voidaan ruveta ennen pitkää odottamaan.



Kuva 8. Rämemäntyjen siemenistä kasvatetuista taimista v. 1935 2 × 2 m:n välimatkoin istutettu vankkaoksaiseksi kehittynyt metsikkö ennen karsimista. Valok. lokakuussa 1950 Toivo Välivuori.

Fig. 8. Pine stand, planted with transplants from seed of räme-*pines with spacing of 2 × 2 m. in 1935. A very thick-branched stand before pruning. Photo Oct. 1950.*

Koemäntyjen rungon muoto

Puheena olevat koemetsiköt kehittyivät varsin vankkaoksaisiksi (ks. kuvaa 8). Tähän ei kuitenkaan tarvitse olla syynä sen, että niiden siemen on lähtöisin rämemännyistä. Jos kangasmännyistä peräisin olevien mäntyjen istutusväli on yhtä suuri (2 × 2 m), muodostuvat puut epäilemättä yhtä oksikkaiksi. Tämä saatettiin todeta itse koealoillakin. Mikäli luonnontaimet olivat »rämemäntyjen» kuoltua onnistuneet valtaamaan itselleen yhtä avaran kasvutilan, olivat ne yhtä vankkaoksaisia. Jotta puiden laatu paranisi ja jotta metsikköä

olisi hauskempi katsella, karsittiin syksyllä 1950 kuivat ja kuivumistilassa olevat alaoksat v. 1935 istutettujen koealojen puista (kuva 9). Näin muodostui puiden alaosaan 1.5 à 2.0 m:n korkeudelle oksatonta runkoa. Vertauksen vuoksi jätettiin koealalle 336 7 puuriviä karsimatta.

Siihen asti kun puut olivat noin metrin pituisia, siis lähes 10-vuotisiin asti, kiintyi po. koealoja — erityisestikin v. 1935 istutettuja — tarkastellessa huomio mm. siihen, että puista melkoinen osa oli huomattavasti mutkarunkoisia (ks. kuvaa 9). Vertailu luonnontaimiin kuitenkin osoitti, että niistä samanpituiset olivat yhtä yleisesti ja yhtä runsaasti mutkaisia. Tämän mutkarunkoisuuden oli epäilemättä lumipeite aiheuttanut. Ylempänä »rämemännyistäkin» mutkarunkoisuus häviää.

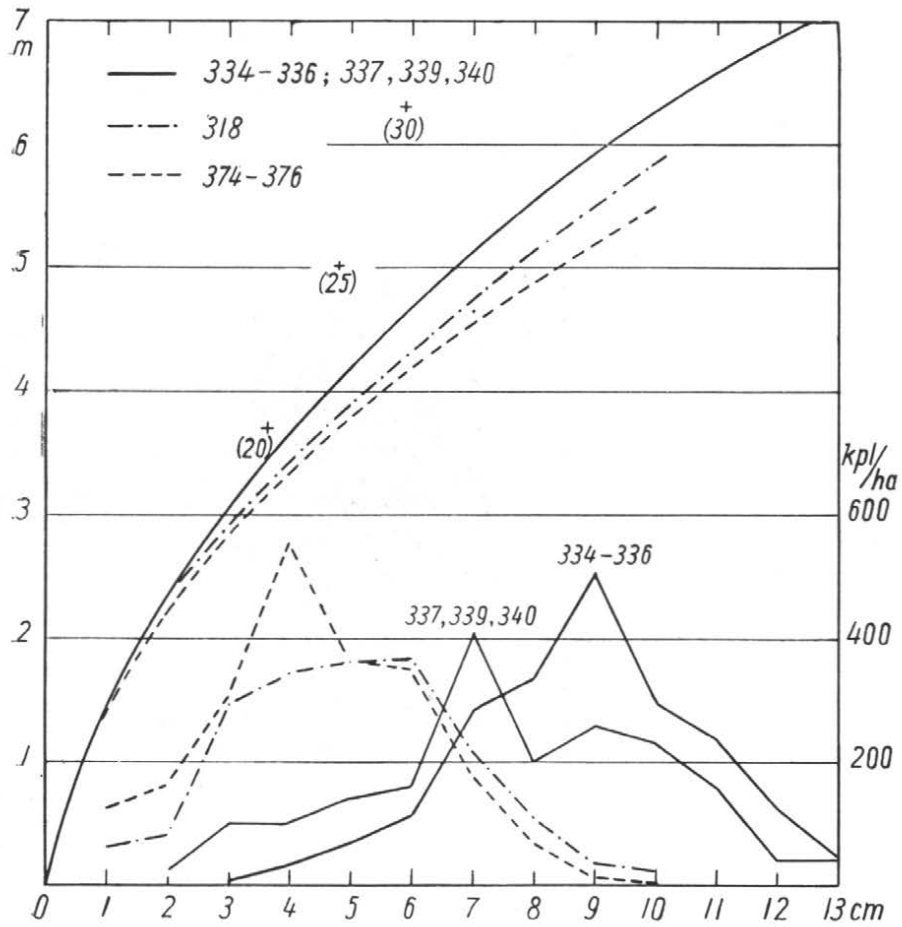


Kuva 9. Metsikkö sen jälkeen kun puista oli karsittu 1.5 à 2.0 m:n korkeuteen asti ulottuvat kuivat oksat. Valok. huhtikuussa 1951 Olavi Huikari.

Fig. 9. The same stand after dead branches had been pruned up to 1.5 to 2.0 m. height. Photo April 1951.

Kuva 10 osoittaa »rämemäntyjen» eri läpimittaluokkien puiden keskipituuden ja runkoluvun hehtaaria kohden. Kuva edustaa niiden koealojen puita, jotka muodostavat neljä edempänä selostettavaa, puuston kuutiokasvun jatkuvaa seuraamista varten perustettua ns. pysyvää koealaa.

Kuten näkyy koealametsiköistä nuorimman (16 v.) Vilppulasta kotoisin olevien puiden (koealat 374—376) läpimitan ja pituuden välinen suhde on huonoin. Koealan 318, joka on peräisin paikallisista siemenistä ja vertailtavista koealametsiköistä vanhin (21 v.), vaikkakin hitaasti kehittynyt, muoto on vähän parempi. Näitäkin vähän edullisempia läpimitan ja pituuden väliseen suhteeseen katsoen ovat Mäntyharjusta (334—336) ja Pyhäkoskelta (337, 339, 340) peräisin olevat 20-vuotiaat puut, jotka ovat siksi yhdenmukaisia, että niitä edustaa yhteinen käyrä. Kuvaan on merkitty kasvu- ja tuottotaulukoitten mukaan puolukka-



Kuva 10. Koealojen 318, 334—336 ja 337, 339, 340 sekä 374—376 mäntyjen eri läpimittaluokkien keskipituus. Puolukkatyypin 20-, 25- ja 30-vuotisen männikön keskipituus on merkitty ristillä. Alla samojen koealojen eri läpimittaluokkien puiden runkoluku.

Fig. 10. Mean heights of pines in different diameter classes on sample plots 318, 334—336, and 337, 339, 340, and 374—376. Mean heights of 20-, 25-, and 30-year-old pine stands on Vaccinium type as given in the growth and yield tables are marked with crosses. Below number of stems in different diameter classes in these sample plots. (kpl = no.)

tyypin 20-, 25- ja 30-vuotisen männikön, siis kolmen eri läpimitan puiden keskipituus. Vertailu näihin sarjoihin tuntuisi osoittavan, että »rämemäntyjen» rungon kapeneminen on ainakin toistaiseksi runsaampaa kuin puolukkatyypin luonnonnormaalissa männikössä. Tämä »rämemäntyjen» rungon huonommuus on tietenkin luonnollinen seuraus 2 × 2 m:n välein perustetun istutusmännikön harvuudesta. Sikäli kuin viimeksi mainittu metsikkö puiden varttuessa sulkeutuu, mäntyjen rungon muoto epäilemättä asteittain paranee.

Samaan kuvaan alas on merkitty koealaryhmien eri läpimittaluokkien puiden runkoluku. Kuten näkyy samanikäistenkin istutusmänniköiden puiden hajonta eri läpimittaluokkiin on varsin huomattava. Kussakin ryhmässä on jokin määrä kasvussaan jälkeen jääneitä sekä toisaalta myös ylivoimaisen etumatkan saaneita. Nämä runkojakaantumissarjatkin osoittavat, että 16-vuotiaat Vilppulan männyt (374—376) ovat kokoonsa katsoen miltei saavuttaneet Ruotsinkylän 21-vuotiaat männyt (318). Niin myös Mäntyharjun mäntyjen (334—336) etumatka samanikäisiin (21 v.) Pyhäkosken mäntyihin (337, 339, 340) verraten on jo runkojakaantumissarjojen perusteella varsin selvä.

Koemetsiköiden kuutiomäärä ja -kasvu

Puheena olevien rämemännyistä peräisin olevien metsiköiden vastaisen kehityksen, so. nimenomaan kuutiomäärän ja -kasvun seuraamista varten perustettiin niihin syksyllä 1950 neljä ns. pysyvää koealaa.

Näiden kohdat valittiin siten, että ne kukin muodostavat alaltaan riittävän kokoisen, samalta seudulta kotoisin olevista ja samana vuonna istutetuista taimista kehittyneen metsikön. Kukin koealametsiköistä on peräisin samalla seudulla, vaikkakin eri rämetyypeillä kasvaneiden mäntyjen siemenistä.

Metsiköt kuutioitiin tavalliseen tapaan Ilvessalon pystypuiden kuutioimistaulukkojen avulla. Samalla kun puut luettiin rinnankorkeudelta 1 cm:n läpimittaluokkiin, mitattiin vähintään 5.5 m pitkistä puista rungon paksuus 3.5 m:n ja vähintään 7.6 m pitkistä puista 6 m:n korkeudelta. 5 viime vuoden kasvun määritystä varten suoritettiin kairauksia, jota paitsi kuoren paksuus mitattiin. Puiden pituuden ja pituuskasvun mittauksia suoritettiin runsaasti kuten jo aikaisemmin (sivulla 7) on selostettu.

Viitaten edellä sivulla 5 olevaan taulukkoon, josta selviää puheena olevien koealojen pinta-ala, taimien ikä, istutusaika ym., esitetään taulukossa 2 (seuraavalla sivulla) tietoja vain koealametsiköiden puuston rakenteesta ja kasvusta. Vertailun helpottamiseksi merkitään siihen myös siementen kotipaikka. Samasta syystä liitetään taulukon loppuun tietoja kasvutaulukkojen mukaan puolukkatyypin 20- ja 15-vuotiaista männiköistä, jonka ikäisiä koealametsiköt, kuten taulukosta näkyy, koealoja perustettaessa likimain olivat.

Kun istutusväli oli 2 × 2 m, joten taimiluku alunperin oli 2 500 kpl/ha, ja kun osa taimista on kuollut eikä täydennysistutusta ole suoritettu, on selvää, että runkoluku hehtaaria kohden on pieni. Se on vain noin viidennes, viimeisellä koealalla runsas kuudennes puolukkatyypin luonnonnormaalin vastaavanikäisen männikön runkoluvusta. Keskiläpi-

Taulukko 2. Koealojen puuston syksyllä 1950 suoritetun mittauksen tuloksia.

Table 2. Data on sample stands in autumn 1950.

Koeala *Sample plot*	Siementen kotipaikka *Origin of seed*	Puiden ikä v. *Age of trees, yrs.*	Runkoluku kpl/ha *No. of stems per ha*	Keskiläpimitta cm *Mean diameter*	Keskipituus m *Mean height*	Valtapituus m *Dominant height*	Kuutiomäärä kuorineen m³/ha *Volume incl. bark cu.m./ha*	Kuori % *Bark*	Vuotuinen kasvu *Mean annual growth* m³/ha *cu.m./ha* 5-viime vuoden *for last 5 yrs.*	keskimäär. *for entire period*	%	Luonnontaimet *Wild seedlings* kpl/ha *no./ha*	m³/ha *cu.m./ha*
318	R	21	1 873	5.0	4.0	5.5	13	26	1.2	0.4	12.8	213	0.63
334—336	M	20	2 037	8.8	5.8	7.0	45	24	4.5	1.7	13.1	89	0.95
337, 339. 340	P	20	1 860	7.7	5.2	6.7	30	24	3.3	1.2	14.4	70	0.55
374—376	V	16	2 133	4.5	3.5	5.0	11	27	1.1	0.5	13.5	396	1.73
VT		20	9 300	3.6	3.7	4.5	44	29	4.1	1.8	13.2		
»		15	12 300	2.5	1.6	2.8	22	27	2.8	1.1	17.5		

R = Ruotsinkylä, M = Mäntyharju, P = Pyhäkoski, V = Vilppula.

mitta sen sijaan on kaksinkertainen tai suurempikin. Myös keskipituus ja valtapuiden pituus, kuten jo aikaisemmin on selostettu, on istutusaloilla paljon suurempi kuin puolukkatyypin männikössä. Koska keskiläpimittoja ja keskipituuksia lasketaan eri tavoin, on syytä mainita, että ne on taulukkoon 2 laskettu, kuten aikoinaan kasvu- ja tuottotaulukkoihinkin, runkolukuihin perustuvina aritmeettisina keskiarvoina.

Vähäisen runkoluvun takia koealametsiköiden kuutiomäärät jäävät pieniksi. Vain Mäntyharjulta peräisin oleva istutusmännikkö pystyy tässä suhteessa kilpailemaan puolukkatyypin vastaavanikäisen luonnonnormaalin männikön kanssa. Likimain samaa voidaan sanoa mainitun koealametsikön kasvumäärästä. Kolme muuta koealametsikköä jää niin hyvin kuutiomäärään kuin -kasvuun katsoen puolukkatyypin männiköstä ainakin toistaiseksi suuresti jälkeen.

Istutusaloille on, kuten aikaisemmin on useassa yhteydessä tullut esille, noussut luonnonsiemennyksestä jokin määrä likimain istutettujen ikäisiä mäntyjä. Näiden luonnonmäntyjen, jotka eivät sisälly taulukon 2 kuutiomäärä- ja kasvulaskelmiin, runkoluku ja kuutiomäärä kuorineen hehtaaria kohden esitetään puheena olevan taulukon kahdessa viimeisessä sarakkeessa. Kuten näkyy luonnonmäntyjen merkitys on varsin vähäinen esimerkiksi kokonaiskuutiomäärän lisääjänä.

Taulukon 2 eri koealametsiköitä kuvaavia lukuarvoja, erityisestikin kuutio- ja kasvumääriä, keskenään vertailtaessa huomio kiintyy ensiksikin siihen, että varsinkin koealalla 318, jonka siemen on sitä paitsi paikallista, kehitys on ollut, kuten jo aikaisemmin on eri yhteyksissä todettu, hidasta. Selitykseksi tämän koealametsikön toisia samanikäisiä tuntuvasti

heikompaan kasvuun viitattiin edellä siihen, että kyseisen koealametsikön perustamiseen käytetyt siemenet ovat peräisin muita huonommalta kasvupaikalta, likimain rahkarämeeltä sekä vain 6 m:n korkuisista männyistä, jota paitsi puheena olevalla koealalla siemenpuusto sai seisoa paikallaan istutuskevättä seuranneen kesän, mikä osaltaan ehkä hidasti taimiston alkukehitystä. Pääsyynä lienee kuitenkin se, että koealan 318 kohta on boniteetiltaan muita heikompi, vain epäröiden puolukkatyypin kankaaksi luettava.

Myös Mäntyharjusta ja verraten kaukaa pohjoisesta, Pyhäkosken kokeilualueesta peräisin olevien, täysin samanikäisten koealametsiköiden puu- ja kasvumäärissä on huomattava ero. Pyhäkoskelta kotoisin olevat männyt jäävät mäntyharjulaisista auttamattomasti jälkeen, näin siitäkin huolimatta, että edellisten nykyinen kasvukohta (vrt. sivulla 5 olevan taulukon metsätyyppisaraketta) on parempi. Kumpaisenkin koealan paikalta poistettiin sitä paitsi siemenpuut jo ennen istutusta. Syynä pyhäkoskelaisten hitaampaan kasvuun on epäilemättä siementen liian pohjoinen kotipaikka.

Myös viimeisenä esitetty koealametsikkö, jonka alku on Vilppulasta lähtöisin ja joka on muita nuorempi, jää vähäisen runkolukunsa takia kuutiomäärään ja -kasvuun katsoen puolukkatyypin vastaavanikäisestä männiköstä suuresti jälkeen. Ilmeistä kuitenkin on, että tämä, kuten muutkin tässä selostetut istutusmänniköt, ennen pitkää tulee ylittämään puolukkatyypin samanikäisen luonnonnormaalin männikön kuutio- ja kasvumäärät.

Päätelmiä

Rämemäntyjen siemenistä kasvatettujen puiden ja metsiköiden ulkoasu on nyt, niiden ollessa 16—21 vuoden ikäisiä, sellainen, ettei ohikulkija suinkaan huomaa niissä mitään kangasmäntyjen jälkeläisistä poikkeavaa. Eikä sitä ole voitu osoittaa edellä esitetyn tarkastuksenkaan yhteydessä.

»Rämemäntyjen» pituuskasvu on ollut alusta lähtien hyvä, vastaavanlaisissa oloissa kasvavien samanikäisten kangasmäntyjen veroinen. Niiden keskipituuskin on yleensä huomattavasti kasvu- ja tuottotaulukoitten puolukkatyypin vastaavanikäisen männikön valtapuiden pituutta suurempi.

Puut muodostuivat vankkaoksaisiksi melkein alas asti, mutta sellaisia ovat 2 × 2 m:n välimatkoin istutetut kangasmännyistäkin peräisin olevat puut. 21 vuoden ikään mennessä alaoksat olivat kuivia ja valmiit karsittaviksi 1.5 à 2.0 m:n korkeuteen asti.

Vähäisestä runkoluvusta on seurauksena myös se, että istutettujen »rämemänniköiden» kuutiomäärä ja -kasvu hehtaaria kohden ovat toistaiseksi yleensä tuntuvasti puolukkatyypin samanikäisen männikön vastaavia lukuarvoja alemmat.

Kun puheena olevia kokeita varten oli hankittu rämemäntyjen siemeniä eri puolilta maan eteläpuoliskoa, voidaan tulosten perusteella jossain määrin selvitellä myös siementen kotipaikan merkitystä. Tässä suhteessa saatetaan todeta ainakin se, että Pyhäkosken kokeilualueesta, siis verraten kaukaa pohjoisesta hankittu siemen on johtanut hidaskasvuisempiin jälkeläisiin kuin etelämpää hankittu. Vilppulasta, Vesijaon kokeilualueesta Padasjoelta ja Mäntyharjusta peräisin olevien mäntyjen kasvu on ainakin tähän asti vastannut paikallisista, siis Ruotsinkylän kokeilualueen rämemännyistä karistetuista siemenistä alkunsa saaneiden puiden kasvua.

Emopuiden kasvupaikan, pituuden ja iän merkityksestä voidaan tehdä vain varsin varovaisia päätelmiä. Näyttää siltä, että heikkolaatuisten, niukkaravinteisten rämeitten matalat, vain 3—6 m korkeat, mutta silti iäkkäät, 80—90-vuotiaat puut ovat tuottaneet hidaskasvuisempia jälkeläisiä kuin runsasravinteisempien rämeitten kookkaammat männyt. Asian valaisemiseksi olisivat lisäkokeet sekä mielenkiintoisia että aiheellisia.

Suoritettujen kokeitten perusteella saatetaan joka tapauksessa päätellä, että meillä voidaan, kuten käytännössä on yleensä pakkokin tehdä, uudistaa kookkaatkin rämeet, ojitetut yhtä hyvin kuin ojittamattomat, luonnonsiemennykseen turvautuen, joko sitten reunasiemennystä tai siemenpuuasentoa — parhaita mäntyjä siemenpuiksi valiten — hyväksi käyttäen. Tätä käsitystä tukevat myös ojitetuilla soilla tehdyt havainnot. Ojituksen jälkeen huonomuotoistenkin rämemäntyjen niin hyvin kasvu kuin muoto muuttuvat ennen pitkää kokonaan toisiksi, edellyttäen että ojitus on riittävän tehokas ja suo laatuunsa katsoen ojituskelpoinen. Lyhyt, huonomuotoinen ja hidaskasvuinen rämemänty on vain ulkonaisten olosuhteitten tulos, epäedullisen kasvupaikan aiheuttama. Kun nämä olosuhteet muutetaan ojittamalla suotuisammiksi, puut saavat kangasmäntyjen ominaisuudet.

Edellä esitetyllä ei suinkaan haluta sanoa sitä, että myös metsän kylvöihin ja taimien kasvatukseen taimitarhoissa olisi karistettava siemeniä rämemäntyjen kävyistä. Päin vastoin näihin tarkoituksiin, kuten pyrkimyksenä onkin, hankittavat siemenet on karistettava kangasmaiden paraslaatuisista metsiköistä, vieläpä näiden metsiköiden nopeakasvuisimmista sekä joka suhteessa ensiluokkaisimmilta näyttävistä yksilöistä.

ON THE HEREDITY OF *RÄME*-PINES [1])

Summary in English

Particularly in the 1910's, when the systematic draining of forest land in Finland was begun, scepticism was expressed regarding the ability of *räme*-pines as mother trees of the future forest. Poor »race characteristics» were considered hereditary.

Spurred partly by statements of this kind, the Department of Swamps of the Forest Research Institute carried out investigations into the quality of the seed of *räme*-pines in the early 1930's. The results of these investigations were published in 1936 (cf. footnote on p. 3). It was noticed that the cones of *räme*-pines are rather small, the harvest of seed rather scanty, and the kernels on an average a little lighter than those of firm-land pines. On the other hand, the germinative capacity of the seed collected from *räme*-pines which were quite old but still small in size, was found fully satisfactory.

At about this time seed collected from *räme*-pines in different localities of South Finland was sown in the nursery of Ruotsinkylä Experimental Station near Helsinki. The development of the seedlings grown from these seeds proved to be equal to that of seedlings grown from seed of firm-land pines. The seedlings were transplanted once or in most cases twice and were then planted when 3 or 4 years old in May 1934, 1935, and 1938 in a sandy *Vaccinium* type area at Ruotsinkylä Experimental Station. The planted area consists of 16 sample plots (cf. map on p. 4). Their total area is 0.91 ha. (1 hectare = 2.47 acres).

Seeing that a part of these offspring of *räme*-pines planted on firm forest land has attained the age of 21 years and developed into small stands, it is interesting to scrutinize whether these trees as yet have any characteristics which suggest the poor quality of *räme*-pines. In the Finnish text tables, figures and diagrams with fairly detailed explanations are given. Their purpose is to give an idea of the progress of these *räme*-pines to date. These results are briefly surveyed here.

The height increment has been good from the very beginning, equal to that of firm-land pines under similar conditions. The trees have developed thick branches almost down to the ground, but so have the firm-land pines when planted with a spacing of 2 × 2 metres. At the age of 21 years the branches to a height of 1.5 to 2.0 metres were dry and ready to be pruned. The stem form differs from that of a pine stand of *Vaccinium* type, the latter being considerably taller than the former in the same diameter classes. Accordingly, the taper of planted trees is greater than that of trees in a firm-land pine stand. The natural explanation for this is, of course, the small number of stems per unit area as compared with a firm-land pine stand.

A further consequence of the small number of stems is that the volume and growth per hectare of *räme*-pines are so far in general considerably smaller than the corresponding figures for a pine stand of the same age on *Vaccinium* type.

[1]) The Finnish word »räme» means a wet peat-moor bearing pine.

On the basis of the results of these experiments it can also be established that the offspring of *räme*-pines from Pyhäkoski (about 500 km. north of Ruotsinkylä) have grown more slowly than those of *räme*-pines from Central Finland (about 200 km. north of Ruotsinkylä). The growth of pines originating from Central Finland has corresponded to that of Ruotsinkylä pines, *i. e.* to that of local *räme*-pines.

On the significance of site, height, and age of mother trees, only very cautious conclusions can be drawn. It seems evident that the offspring of small trees (about 3 to 6 m. high, though 80 to 90 years old) which have grown on *räme*-swamps poor in nutrients, have grown slower than the offspring of taller pines of better *räme*'s.

In any case, these experiments show that even extensive *räme*-swamps, drained as well as undrained ones, can be naturally regenerated by choosing the best pines for seed-trees. This opinion is also supported by observations made on drained swamps. After drainage, the growth as well as stem form of even malformed pines improves before long, provided that drainage is sufficiently effective and the swamp is of a quality worth draining. The shortness and slow growth of the *räme*-pines is only a consequence of environmental conditions. When these conditions are improved by drainage, the trees develop the qualities of firm-land pines.

METSÄOJITUKSEN AIHEUTTAMISTA ALUSKASVILLISUUDEN MUUTOKSISTA ERÄISSÄ SUOTYYPEISSÄ

JUHANI SARASTO

ÜBER VERÄNDERUNGEN IN DER UNTERVEGETATION EINIGER MOORTYPEN ALS FOLGE DER WALDENTWÄSSERUNG

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen suontutkimusosaston pysyvät koealat ovat nykyhetkellä ojitustuloksiltaan saavuttaneet osittain jo 40 vuoden iän. Niiden perustamisen eräänä tarkoituksena on ollut soiden pintakasvillisuuden muutosten yksityiskohtainen selvittely. Koealoja on järjestelmällisesti tutkittu jo noin 20 vuoden aikana.

Koealoilla 5 à 10 vuoden välein toistuneiden puuston mittausten ohella on merkitty muistiin myös koealan silloinen kasvipeite. Allekirjoittanut on saanut tehtäväkseen selvitellä mainittujen kasvipeitekuvausten perusteella ojituksen aiheuttamia muutoksia soiden aluskasvillisuudessa.

Käsillä olevassa julkaisussa esitetään vain eräitä osia kerätyn koealaaineiston tähänastisista tuloksista ja pyritään keskittymään yleisiin piirteisiin. Tarkoituksena on, että aineiston käsittelyä jatketaan ja että ennen pitkää saatetaan julkisuuteen yksityiskohtaisempi esitys asiasta.

Professori O. J. L u k k a l a l l e, joka on uskonut tämän työn suontutkimusosaston koeala-aineiston pohjalla suoritettavakseni ja jolta olen saanut suuriarvoisia neuvoja, olen suuresti kiitollinen.

Helsingissä, tammikuussa 1952.

Juhani Sarasto

Sisällysluettelo.

	Sivu
Johdanto	5
Aineisto	6
Menetelmät ja käytetyt termit	8
Kokonaislajiluvun vaihtelut	8
Muutokset osakasvustoissa	13
Rahkasammalet	13
Lehtisammalet	19
Muut osakasvustot	21
Ojikko-, muuttuma- ja turvekangasvaiheiden luonteenomaiset piirteet	22
Päätelmiä	29
Kirjallisuutta	30
Referat	31

Johdanto

Ojitus muuttaa voimakkaasti luonnontilaisen suon ominaisuuksia kasvualustana. Kasvilajien siinä saavuttama tasapainotila häiriintyy. Kasvupaikan entisten ja uusien kasvilajien kesken syntyy taistelu muuttuneissa olosuhteissa biologisesti voimakkaimpien lajien päästessä voitolle. Paikalle syntyy ns. suksessioyhdyskuntia, joiden pyrkimyksenä on pitkäaikaisen taistelun tuloksena saavuttaa kulloinkin pysyväiseksi tulleen kasvualustan mukainen uusi tasapainotila.

Suomessa on ensimmäisenä Cajander (1913) käsitellyt kuivatuksen vaikutusta soiden kasvipeitteeseen tutkiessaan luonnonkuivatuksia Sittemmin ovat Tanttu (1915), Multamäki (1923) ja Lukkala (1929, 1937), Ruotsissa lähinnä Melin (1917) ja Malmström (1928) selvittäneet myös metsäojituksen aiheuttamia pintakasvillisuuden muutoksia. Keltikangas (1945) on edellä mainittujen tutkimusten antamalla aineistolla selvittänyt ojituksen aiheuttamien muutosten luonnetta ja kehitystä kohti pintakasvillisuuden lopullista stabilisoitumista erikoisesti liiketaloutta kiinnostavina taksatoorisina kehityssarjoina.

Edellä mainitut tutkijat ovat jo selvittäneet varsin pitkälle kysymystä, millaisiin tuloksiin voidaan metsäojituksilla päästä ottaen huomioon ojituksen tehokkuus, aika ja suotyyppi. Varsinaisen järjestelmällisen pintakasvillisuuden kehityksen seuraamisen aloittaa Lukkala (1929) Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen suontutkimusosaston pysyvillä koealoilla.

Nykyisin on varsinkin käytännöllisessä mielessä erotettu pintakasvillisuudessa ja puustossa tapahtuneiden muutosten perusteella kolme toisistaan poikkeavaa vaihetta: ojikot (oj), muuttumat (mu) ja turvekankaat (tk). Määritelmiensä mukaan (vrt. Lukkala — Kotilainen 1951) ne ovat toisistaan erotettavissa olevia eriasteisia kuivumisen kehitysvaiheita. Nämä vaiheet on jo em. tutkimuksissa todettu ja niitä on yleisesti käytetty pääpiirteissään samanlaisina eräitten nimitysten vain vaihdellessa.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen suontutkimusosaston järjestelmällisesti tutkitun metsäojitusten koeala-aineiston pohjalla voidaan seu-

rata 40 vuoden ajanjaksoa ojituksen jälkeen. Ajateltaessa tuota aikaa kasvien välisen taistelun ja pintakasvillisuuden lopullisen stabilisoitumisen kannalta on se lyhyt (vrt. Cajander 1905), mutta lähinnä edellä esitettyjen vaiheiden (oj, mu, tk) ja yleisen kehityssuunnan tarkkailuun antaa aineisto lisävalaistusta erikoisesti silmällä pitäen kasvilajien valtasuhteiden muuttumista ja lajivaihdoksia eri ajankohtina ojituksen jälkeen.

Puuston kehityksestä em. tutkimukset ovat antaneet ansiokkaita tuloksia (mm. Lukkala 1951). Niitä käytetään hyväksi tässä tutkimuksessa tarkkailtaessa puulajisuhteiden ja metsänhoitotoimenpiteiden vaikutusta pintakasvillisuuteen. Eräissä tapauksissa tarkastellaan jonkin verran muitakin metsikkötunnuksia.

Aineisto

Tässä tutkimuksessa selvitellään ruoho- ja heinäkorpien (RhK), nevakorpien (NK), ruohoisten sararämeiden (RhSR) ja varsinaisten sararämeiden (VSR) aluskasvillisuuden vaiheita ojituksen jälkeen. Aineisto jakaantuu koealoittain ja kokeilualueittain eri havaintosarjoihin taulukon 1 mukaisesti.

Taulukosta havaitaan, ettei aineisto tarjoa yhtenäisiä havaintosarjoja 0-vuoden havaintohetkestä 40 vuoden havaintohetkeen, vaan vaiheita on seurattava eri sarjoista. Havaintohetki on laskettu ensimmäisestä ojituksesta, jota on myöhemmin voitu täydentää. Havaintohetket on jaettu 5 vuoden jaksoihin siten, että 5 vuoden ryhmä käsittää 3—7 vuotta, 10 vuoden ryhmä 8—12 vuotta jne. vanhat ojitukset. Poikkeuksena on kuitenkin 0-vuoden havaintokohta, johon on otettu ainoastaan havainnot ennen ojitusta.

Koealojen koko vaihtelee 0.10 ja 0.25 ha:n välillä ollen keskimäärin 0.16 ha.

Ojat on kaivettu 60—80 m:n välein syvyyden vaihdellessa 0.6:sta 0.9 m:iin. Koealat sijaitsevat tavallisimmin keskisaralla, mutta poikkeuksiakin on aineistossa. Yleensä voidaan todeta, ettei ojitus eri koealoihin nähden ole samanlainen ottaen huomioon koealojen sijainnin ja täydennysojitusten eriaikaisuuden.

Harvennushakkausten vaikutusta tarkkaillaan vain rinnakkaiskoealoilla. Avohakkauksilla ja siemenpuuhakkauksilla käsiteltyjä koealoja ei esiinny tässä aineistossa.

Taulukko 1. Koealojen lukumäärä tyypeittäin ja paikkakunnittain eri vuosina ojituksen jälkeen.

Tabelle 1. Die Anzahl der Probeflächen in den verschiedenen Moortypen und Gebieten.

Tyyppi ja alue *Moortyp und Gebiet*	Havaintosarjat, ojituksen jälkeen, v. *Jahre nach der Entwässerung*									Koealoja yht. *Probeflächen insges.*
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
	Koealoja, kpl *Probeflächen*									
RhK										
Eurajoki	3	3	—	3	—	—	—	—	—	3
Vesijako	—	—	—	2	2	2	—	2	—	2
Vilppula	—	—	—	—	1	1	1	—	1	1
»	—	—	—	1	—	—	1	—	1	1
	3	3	—	6	3	3	2	2	2	7
NK										
Karstula	5	—	5	—	5	—	—	—	—	5
Vilppula	—	—	—	—	1	1	2	—	2	2
	5	—	5	—	6	1	2	—	2	7
RhSR										
Karstula	4	—	4	—	4	—	—	—	—	4
Vilppula	—	—	—	—	2	—	2	—	2	2
»	—	—	—	—	—	—	2	—	2	2
	4	—	4	—	6	—	4	—	4	8
VSR										
Yläne	—	1	—	—	1	1	—	—	—	1
Pohjankangas	3	—	—	3	—	—	—	—	—	3
Raivola	2	2	—	—	—	—	—	—	—	2
Vilppula	—	—	—	—	4	4	4	—	4	4
	5	3	—	3	5	5	4	—	4	10

Tutkimuksessa esitettävät muutamat tulokset koealojen juoksevasta vuotuisesta kuutiokasvusta, puulajisuhteista ja kuutiomääristä on saatu Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen suontutkimusosaston taksatoorisista tutkimuksista.

Kasvipeitekuvauksia ovat laatineet Norrlinin asteikkoa käyttäen etupäässä fil. tri I. Paasio ja fil. maist. Ainikki Välivuori, lisäksi joinakin ajankohtina prof. O. J. Lukkala ja maat-mets. kand. O. Huikari sekä Atte Hirvas.

Huomioon ottaen koealojen suuruuden, sijainnin ja ojitustavan vaihtelun käsitellään koealoilta saadut tulokset siten, että pintakasvillisuudessa tapahtuvia muutoksia verrataan aina samasta koealasta saatuihin tuloksiin eri havaintoaikoina. Eri koealojen kesken tarkkaillaan vain samanaikaisten muutosten yhtenäisiä ja erilaisia piirteitä vertaamalla niitä toisiinsa. Lisäksi on korostettava sitä seikkaa, että jokaisen koealan muodostama havaintosarja on erikois-

tapaus, jonka ei ilman muuta tarvitse osoittaa koko suotyypin pintakasvillisuudessa samanaikaisesti tapahtuvia muutoksia metsäojituksen jälkeen. Kasvipeitekuvausten laatijain lukuisuus rajoittaa myös jonkin verran yksityisten lajien esiintymisestä tehtäviä johtopäätöksiä varsinkin vähäisin runsausarvoin esiintyvien »pikkulajien» tarkastelussa. Samoin Norrlinin runsausasteikon käyttö vähentää käsittelyn tilastollista tarkkuutta.

Menetelmät ja käytetyt termit

Yleiskuvan saamiseksi eri ajankohtina tapahtuvien muutosten nopeudesta ja suuruudesta käsitellään ensimmäisenä tutkimuksen kohteena kokonaislajilukujen vaihteluja eri havaintoaikoina.

Vaihtelut osakasvustoissa [1]) näyttävät tällöin tarjoavan sopivimman lähtökohdan. Niissä seurataan lajilukujen ja runsauden vaihteluja. Osakasvuston lajistollista tarkastelua varten on se vielä jaettu tiettyjen lajien (joskus yksityisenkin lajin) perusteella osaryhmiin. Niissä huomio kiinnitetään ennen kaikkea luonnontilaisen suotyypin valtalajeihin ja toiselta puolen ojituksen vaikutuksesta selvästi lisääntyviin kasvilajeihin. Lisäksi huomioidaan selvät tapaukset sekä hävinneistä että uusista kasvilajeista. Osakasvustoissa seurataan muutoksia, jotka osoittavat kulloinkin kyseessä olevan osakasvuston piirissä tapahtuvia vaihteluja lajiluvussa ja eräiden yksityisten lajien runsaudessa. Yksityiskohtaisia kasvipeitekuvauksia ei tässä julkaisussa esitetä, koska ne tulevat julkaistaviksi toisessa yhteydessä. Tästä syystä ei eri vaiheitakaan ojituksen jälkeen seurata kaikkien lajien osalta.

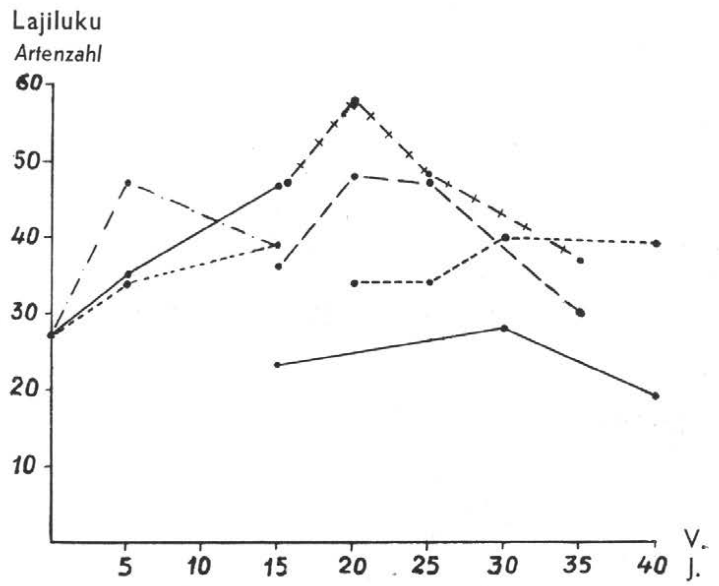
Putkilokasvien nimittelyssä on noudatettu Hylanderia (1941). Lehtisammalten nimissä on seurattu Jenseniä (1939) ja rahkasammalissa Tuomikoskea (1946).

Kokonaislajiluvun vaihtelut

Aineistoon sisältyvien havaintosarjojen perusteella voidaan tehdä kokonaislajilukujen vaihteluista seuraavat yleispiirteiset havainnot.

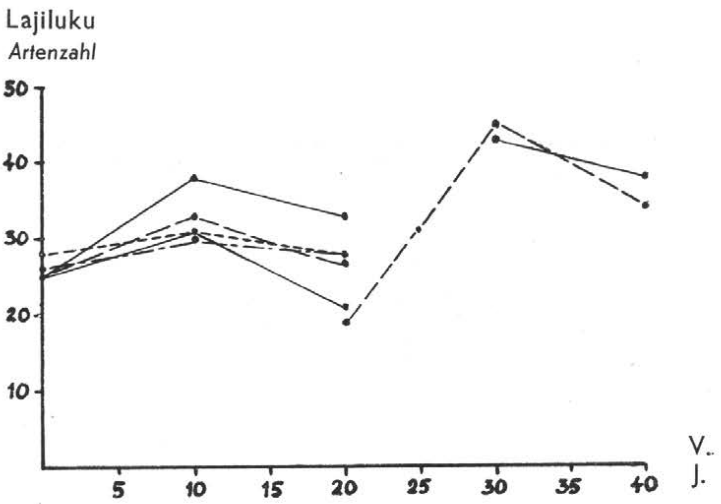
Ruoho- ja heinäkorvissa (kuva 1) lajiluvun maksimi saavutetaan todennäköisesti 0—20 vuoden kuluttua ojituksen jälkeen. Sitä seuraa yleensä laskusuunta. Kuitenkin eräissä tapauksissa 25—30 vuosina ojituksen jälkeen esiintyy pieni nousu. Tasaisia 10-vuotiskausia on havaittavissa 30—40 havaintohetkien välillä.

[1]) Käytetty ryhmittely on seuraava: pensaat, varvut, ruohot, heinät, sarat, lehtisammalet, rahkasammalet, jäkälät ja maksasammalet.



Kuva 1. Kokonaislajilukujen vaihtelut ruoho- ja heinäkorpien koealoilla eri vuosina ojituksen jälkeen. Viivat yhdistävät saman koealan tuloksia eri havaintohetkinä.

Abb. 1. Die Schwankungen der Gesamtartenzahl auf den Probeflächen der Kräuter- und Grasbrücher in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung. Die Linien vereinigen die Ergebnisse derselben Probefläche in den verschiedenen Jahren.

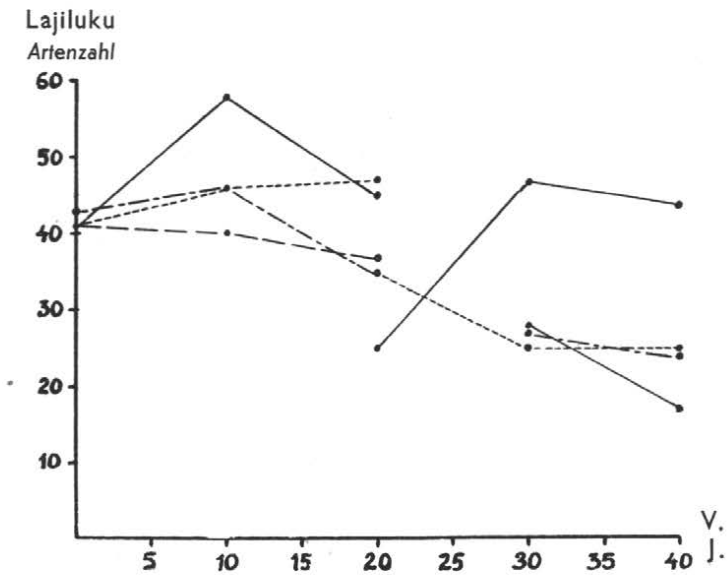


Kuva 2. Kokonaislajilukujen vaihtelut nevakorpien koealoilla eri vuosina ojituksen jälkeen. Viivat yhdistävät saman koealan tuloksia eri havaintohetkinä.

Abb. 2. Die Schwankungen der Gesamtartenzahl auf den Probeflächen der Weissmoorbrücher in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung. Die Linien vereinigen die Ergebnisse derselben Probefläche in den verschiedenen Jahren.

Nevakorvissa (kuva 2) 10 ensimmäisen vuoden aikana lajiluku nousee laskeakseen 20 vuoden havaintohetkeen tultaessa. Vanhempia sarjoja on aineistossa vain kaksi. Niistä päätellen seuraa uusi 10 vuoden nousukausi (20—30 v.), jonka jälkeen lajiluku taasen pienenee seuraavan kymmenvuotiskauden aikana.

Ruohoisilla sararämeillä (kuva 3) kokonaislajiluvun maksimi saavutetaan 10 tai viimeistään 20 vuoden havaintohetkellä. Sitä seuraa yleensä 20 vuoden laskukausi. Poikkeuksen muodostaa koeala (Vilppula 5b), jolla on suoritettu vahva harvennus 20 vuoden havaintohetkellä, mistä on ollut seurauksena lajilukumäärän jyrkkä nousu 20—30-vuotiskautena.

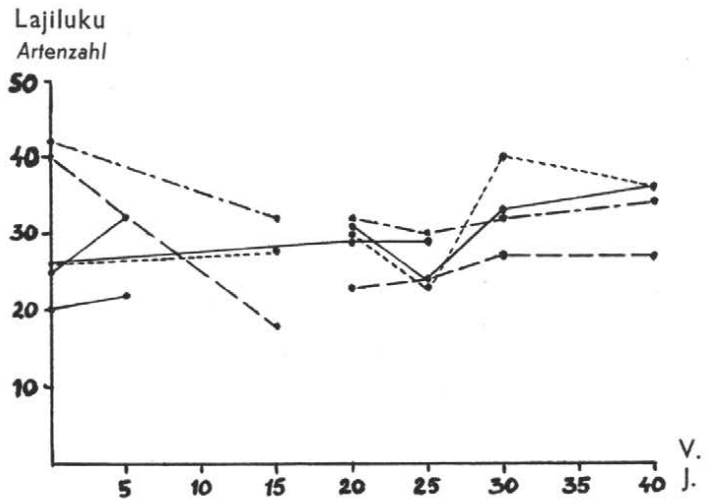


Kuva 3. Kokonaislajilukujen vaihtelut ruohoisten sararämeiden koealoilla eri vuosina ojituksen jälkeen. Viivat yhdistävät saman koealan tuloksia eri havaintohetkinä.

Abb. 3. Die Schwankungen der Gesamtartenzahl auf den Probeflächen der kräuterreichen Seggenreisermoore in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung. Die Linien vereinigen die Ergebnisse derselben Probefläche in den verschiedenen Jahren.

Varsinaisilla sararämeillä (kuva 4) havaitaan kokonaislajiluvussa nousu jo 5 vuoden kuluttua ojituksen jälkeen. Aineistosta ei voida todeta kauanko sitä jatkuu, mutta laskusuunta esiintyy taasen 15—25 vuosien aikana ojituksen jälkeen. 25 ja 30 vuoden havaintohetkien välillä on uusi nousu, joka jatkuu seuraavat 10 vuotta loivana (3 koealalla) tai laskee (1 koealalla) noustuaan tässä tapauksessa edellisen 5 vuoden aikana tavallista jyrkemmin. Aineistossa esiintyy lisäksi 2 koe-

alaa, joiden 0-hetken lajiluku on poikkeuksellisen korkea. Ne ovat rajatapauksia, joiden lajistollinen kokoomus on kuitenkin lähempänä VSR:ää kuin RhSR:ää.



Kuva 4. Kokonaislajilukujen vaihtelut varsinaisten sararämeiden koealoilla eri vuosina ojituksen jälkeen. Viivat yhdistävät saman koealan tuloksia eri havaintohetkinä.
Abb. 4. Die Schwankungen der Gesamtartenzahl auf den Probeflächen der normalen Seggenreisermoore in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung. Die Linien vereinigen die Ergebnisse derselben Probefläche in den verschiedenen Jahren.

Yleiskuvan saamiseksi kokonaislajilukujen vaihteluista em. ajankohtina ko. suotyypeillä ojituksen jälkeen on laadittu seuraava asetelma kaikista muutoksista.

Kokonaislajilukujen vaihtelut koealasarjoissa eri havaintovuosina ojituksen jälkeen.

Havaintoaika	Koealojen lukumäärä Kokonaislajiluvut nousevia	laskevia	muuttumattomia
0— 5	5	—	—
0—10	8	1	—
0—15	4	2	—
5—15	2	1	—
10—20	1	8	—
15—20	2	—	—
20—25	2	5	2
20—30	6	1	1
25—30	6	—	—
25—35	—	2	—
30—40	2	7	3

Asetelmasta nähdään muutosten painopisteet, joissa kokonaislajiluvun nousu keskittyy 0—5 ja 0—10 vuoden havaintohetkiin ja lasku taasen lähinnä 10—25 vuoden väliseen aikaan. Toinen nousu, jota esiintyy jossain määrin kaikissa tyypeissä, keskittyy 20—30 vuosien väliseen kauteen. 30 vuoden havaintohetkestä lähtien on suunta yleensä laskeva tai muuttumaton (nouseva vain kahdella koealalla 12:sta).

Ensimmäistä nousukautta on nimitetty aikaisemmassa tutkimuksessa r y n n ä k k ö v a i h e e k s i (S a r a s t o 1951). Sitä seuraavaa epämääräisempää laskujen ja nousujen vaihetta on kutsuttu t a i s t e l u v a i h e e k s i. Siinä esiintyvän lajiluvun nousun perussyynä on samanaikaisesti suoritetun täydennysojituksen ja vahvan harvennuksen vaikutus. Viimeistä kymmenvuotiskautta, sikäli kuin se on kokonaislajilukujen vaihteluista jokseenkin vapaa, on nimitetty t a s o i t t u m i s v a i h e e k s i. Ilmastolliset vaihtelut eri vuosina eivät ainakaan suuresti pääse vaikuttamaan, sillä samat havaintovuodet ovat jakaantuneet jokseenkin tasaisesti eri havaintohetkien kesken.

Taulukko 2. Rahkasammalien lajiluvun vaihtelut eri vuosina ojituksen jälkeen.

Tabelle 2. Die Schwankungen in der Artenzahl der Torfmoose nach der Entwässerung.

Tyyppi ja koeala *Moortyp und Probefläche*	Lajiluku eri vuosina ojituksen jälkeen *Artenzahl in den verschiedenen Jahren nach der Entwässerung*								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
RhK									
Eurajoki									
4a	3	3	—	2	—	—	—	—	—
4b	3	4	—	3	—	—	—	—	—
4c	3	4	—	2	—	—	—	—	—
Vesijako									
6a	—	—	—	7	7	2	—	2	—
6b	—	—	—	6	4	4	—	4	—
Vilppula									
2	—	—	—	—	6	—	2	—	1
14	—	—	—	4	—	—	2	—	0
RhSR									
Karstula									
13a	7	—	10	—	7	—	—	—	—
13b	7	—	6	—	8	—	—	—	—
14a	6	—	6	—	8	—	—	—	—
14b	6	—	6	—	4	—	—	—	—
Vilppula									
5a	—	—	—	—	5	—	4	—	2
5b	—	—	—	—	6	—	5	—	5
27a	—	—	—	—	—	—	6	—	4
27b	—	—	—	—	—	—	4	—	3

Tyyppi ja koeala *Moortyp und Probefläche*	Lajiluku eri vuosina ojituksen jälkeen *Artenzahl in den verschiedenen Jahren nach der Entwässerung*								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
NK									
Karstula									
5									
11a	5	—	6	—	6	—	—	—	—
11b	6	—	4	—	3	—	—	—	—
11c	6	—	6	—	5	—	—	—	—
12	6	—	5	—	5	—	—	—	—
Vilppula	4	—	3	—	1	—	—	—	—
16									
26	—	—	—	—	2	4	3	—	3
	—	—	—	—	—	—	2	—	1
VSR									
Raivola									
37	4	3	—	—	—	—	—	—	—
38	3	3	—	—	—	—	—	—	—
Pohjankangas									
5a	6	—	—	5	—	—	—	—	—
5b	6	—	—	5	—	—	—	—	—
6	6	—	—	6	—	—	—	—	—
Yläne									
1	—	7	—	—	2	3	—	—	—
Vilppula									
7a	—	—	—	—	6	5	4	—	6
7b	—	—	—	—	7	4	3	—	4
8b	—	—	—	—	6	4	4	—	4
10b	—	—	—	—	2	2	2	—	2

Muutokset osakasvustoissa

Muutokset sammalpeitteessä ovat ehkä kaikkein hitaimpia, mutta juuri siitä syystä tilapäishäiriöille vähiten alttiita. Siksi on ojituksen vaikutuksen seuraamisen perustaksi otettu muutokset sammalkerroksessa. Niistä saatujen tulosten perusteella tarkkaillaan sitten muiden osakasvustojen lajien suhtautumista ojitukseen vastaavina ajankohtina. Käsittelyn selvittämiseksi on rahkasammalten osakasvuston vaiheita seurattu ruoho- ja heinäkorvissa yksityiskohtaisesti. Sen sijaan muissa suotyypeissä ja toisissa osakasvustoissa on tyydytty vain päätelmien tekoon.

Rahkasammalet

(Taulukot 2—6 siv. 12—18)

Eurajoki. 3 koealaa (4a, 4b, 4c). RhK.

Havaintohetket ovat 0, 5 ja 15 vuotta ojituksen jälkeen. Koealat eivät edusta puhdasta ruoho- ja heinäkorpea, vaan ovat monessa suhteessa lähellä nevakorpea. Rajatapauksena ne on kuitenkin luettu edelliseen suotyyppiin kuuluviksi. 0-hetken lajiluku on kaikilla koealoilla sama (3 lajia). Kahdella koealalla (4b ja 4c) se nousee 5 vuodessa yhdellä lajilla (*S. squarrosum*). 15 vuoden kuluttua on kahdessa tapauksessa (4a ja 4c) vain 2 lajia jäljellä, 4b:llä sen sijaan 3. Kaikkien rahkasammallajien runsausarvot pienenevät huomattavasti. Niinpä valta-asemassa olleen *Recurva*-ryhmän runsaus vähenee 15 vuodessa seitsemästä kahteen tai jopa yhteen (4c). *S. magellanicum* häviää kokonaan 5—15 vuoden aikana. *S. Girgensohnii* esiintyy vielä viimeisessä havainnossa sekin runsaudeltaan vähentyneenä arvoon 1.

Vesijako. 2 koealaa (6a ja 6b). RhK.

Havaintohetket ovat 15, 20, 25 ja 35 vuotta ojituksen jälkeen. Ojitushetken lajiluku vaihtelee ollen toisella 7 (6a), toisella 6 (6b).

Rahkasammallajien runsaudet 6a:lla pienenevät 25 vuoden, 6b:llä taasen 20 vuoden havaintohetkeen asti. Samoin käy lajilukujen, jotka ovat pienentyneet kahteen (6a) ja neljään (6b) lajiin. *Recurva*-ryhmä on alusta asti häviävänä osaryhmänä kadoten joko pois kokonaan (6a) tai pysyen minimirunsaudessaan loppuun asti (6b).

Rahkasammalten osakasvusto pysyy viimeiset 10 vuotta lajikokoomukseltaan jokseenkin muuttumattomana.

Recurva-osaryhmän sitkeä edustaja on *S. parvifolium* (6b). Toisen osaryhmän valtalajina on *S. Girgensohnii*. Muiden lajien runsaus rajoittuu vain esiintymismerkintään koealalla 6b.

Vilppula. 1 koeala (14). RhK.

Havaintohetket ovat 15, 30 ja 40 vuotta ojituksen jälkeen. Lajiluku pienenee 15 vuodessa neljästä kahteen. Viimeisen 10 vuoden aikana häviävät rahkasammalet kokonaan. Viimeisinä ryhmän edustajina 30 vuoden havaintohetkellä ovat *S. Girgensohnii* ja *S. parvifolium*, joiden runsausarvo kummallakin on 1.

Taulukko 3. Eräiden sammallajien runsausarvot eri havaintohetkinä ruoho- ja heinäkorvissa.

Tabelle 3. Frequenzwerte einiger Torf- und Laubmoose auf den Probeflächen der Kraut- und Grasbruchmoore in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung.

Kasvilaji *Pflanzenart*	Eurajoki									Vesijako								Vilppula					
	4a			4b			4c			6a				6b				14			2		
	0	5	15 v.	0	5	15 v.	0	5	15 v.	15	20	25	35 v.	15	20	25	35 v.	15	30	40 v.	20	30	40 v.
	v. = vuotta ojituksen jälkeen v. = *Jahre nach der Entwässerung* Norrlinin runsausasteikko (0—10) *Frequenz nach der Skala von Norrlin*																						
Sphagnum centrale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	1	1—	1—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—
» *Girgensohnii*	2	1	1	2	1	1	2	1	1—	7	2	1	1	3	1	1	1	1	1	—	3	—	—
» *magellanicum*	2	1	—	2	1	—	2	1	—	+	1	—	—	+	1	1	1—	1	—	—	—	—	—
» *parvifolium*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	1	—	1—	1—	—	1	—	—	1	1—
» *riparium*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
» *robustum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	3	1—	1—	1—	2	—	—	2	—	—
» *squarrosum*	—	—	—	—	1—	1—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
» *Wulfianum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	1	—	—	—	—	—	1	1—	—
» *recurvum coll.*	7	3	2	7	5	2	7	5	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brachythecium sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	2
Dicranum undulatum	—	—	—	—	—	—	—	—	1	+	1	1	1	+	1	1—	1	—	1	3	2	1	1
» *scoparium*	—	1—	1—	1—	1—	1—	1—	1—	1	—	1	1	2	—	1	1	2	4	1	1	4	2	1
Hylocomium splendens	1—	3	3	1—	3	3	1—	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	5	4	5	3	2	1
» *triquetrum*	1—	1—	1—	—	1—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pleurozium Schreberi	2	3	3	1	2	2	1	2	2	3	2	4	4	3	1	4	4	4	4	7	5	2	2
Polytrichum commune	2	2	1	2	2	—	2	2	—	3	1	—	1	3	—	—	—	2	1	1—	6	1	1—
» *strictum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	1	4	2	—	—	1—	—	1	1
Ptilium crista-castrensis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—

Taulukko 4. Eräiden sammallajien runsausarvot eri havaintohetkinä nevakorvissa.

Tabelle 4. Frequenzwerte einiger Torf- und Laubmoose auf den Probeflächen der weissmoorartigen Bruchmoore in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung.

Kasvilaji *Pflanzenart*	Karstula															Vilppula					
	5			11a			11b			11c			12			16				26	
	0	10	20 v.	0	10	20 v.	0	10	20 v.	0	10	20 v.	0	10	20 v.	20	25	30	40 v.	30	40 v.
	v. = vuotta ojituksen jälkeen v. = *Jahre nach der Entwässerung* Norrlinin runsausasteikko (0—10) *Frequenz nach der Skala von Norrlin*																				
Sphagnum Girgensohnii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	7	2	1	1—	1—
» *magellanicum*	1	1	5	1	1	1	2	1	3	2	1	3	2	2	3	—	—	—	—	—	—
» *nemoreum*	1—	1—	1—	2	1—	—	2	1	1—	2	1	1—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
» *parvifolium*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—
» *papillosum*	2	1	1	1	—	—	1—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» *recurvum coll.*	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	—	—	—	—	—	—
» *riparium*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
» *robustum*	—	1—	1	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	1	—
» *Wulfianum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1—	—	—	—
Brachythecium sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3
Dicranum scoparium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	2	2	2
» *undulatum*	—	—	—	—	1—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	3	2	3
Hylocomium splendens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1—	1	2	2	1	3	2
» *triquetrum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	1—	—	—
Pleurozium Schreberi	1—	1	4	1	2	6	2	1	6	2	1	6	2	2	5	2	6	2	4	4	3
Polytrichum commune	2	2	5	3	3	5	3	2	5	3	2	5	1	1	1	5	5	3	3	2	1—
» *strictum*	1—	1	4	1	2	5	2	3	4	2	3	4	—	—	—	—	—	1	1—	1	1—

Taulukko 5. Eräiden sammallajien runsausarvot eri havaintohetkinä ruohoisissa sararämeissä.

Tabelle 5. Frequenzwerte einiger Torf- und Laubmoose auf den Probeflächen der Gras- und Seggenreisermoore in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung.

Kasvilaji *Pflanzenart*	Karstula												Vilppula											
	13a			13b			14a			14b			5a			5b			27a		27b			
	0	10	20 v.	0	10	20 v.	0	10	20 v.	0	10	20 v.	20	30	40 v.	20	30	40 v.	30	40 v.	30	40 v.		
	v. = vuotta ojituksen jälkeen v. = *Jahre nach der Entwässerung* Norrlinin runsausasteikko (0— 10) *Frequenz nach der Skala von Norrlin*																							
Spahgnum Girgensohnii	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	1	1—	3	1	1	1	1	2	1—		
» *magellanicum*	2	2	4	2	2	5	1	3	4	1	3	5	—	2	1—	2	2	2	3	1	2	1—		
» *parvifolium*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	1—	—	2	1	1	1	1	1—		
» *recurvum coll.*	7	5	6	7	7	7	7	5	5	7	7	6	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—		
» *robustum*	—	1—	1—	—	1—	2	1—	1	2	1—	1	1	2	—	—	3	1	1	1	2	—	—		
Brachythecium sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—		
Dicranum scoparium	1—	1—	—	1—	—	—	—	1—	—	—	1—	—	3	1	2	2	1	2	1—	1	1—	3		
» *undulatum*	—	1—	1	—	—	—	—	1—	2	—	1—	1	3	1	2	1	1	2	1	1	2	3		
Hylocomium splendens	1—	1	1	1—	1—	1	1	1	2	1—	1—	1	4	3	4	3	2	3	1	1	2	1		
» *triquetrum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1—	1	—	—	—	—	—	—	—		
Pleurozium Schreberi	1—	2	5	1	2	5	2	2	5	2	2	5	4	2	2	4	2	4	4	4	3	4		
Polytrichum commune	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1—	1	4	2	2	3	2	2	2	1	2	2		
» *strictum*	1	1	3	—	1	1	—	—	1	1	2	3	—	—	—	—	1—	1	1	1—	1	1		
Ptilium crista-castrensis	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	1—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

Vilppula. 1 koeala (2). RhK.

Havaintohetket ovat 20, 30 ja 40 vuotta ojituksen jälkeen. Muutokset ovat täysin rinnastettavissa edellisellä koealalla saatuihin tuloksiin. 40 vuoden havaintohetkellä on kuitenkin jäljellä yksi rahkasammallaji nimittäin *S. parvifolium*, tosin vähäisin runsausarvoin (*1*—).

Ruoho- ja heinäkorpien rahkasammalet kuuluvat selvästi ojituksen vaikutuksesta häviävien kasvilajien ryhmään. Lajiluku pysyy melko tasaisena aina 15 vuoden havaintohetkeen saakka. Eri lajien runsaus sen sijaan pienenee jo tänäkin aikana selvästi havaintohetkestä toiseen. Jyrkkä muutos sekä lajiluvussa että lajien runsaudessa on havaittavissa 25:n (Vesijako 6a) ja 30:n (Vilppula 2 ja 14) vuoden havainnoissa. Viimeisinä havaintohetkinä (35 ja 40) saattavat rahkasammalet olla kokonaan hävinneitä (Vilppula 14) tai on jäljellä 1—4 lajia *(S. Girgensohnii* ja *S. parvifolium)* koealoilla Vesijako 6a ja 6b sekä Vilppula 2.

Nevakorpien rahkasammalten lajiluvut eri havaintosarjoissa vaihtelevat seuraavasti:

Lajiluku pienenee 20 vuodessa neljässä tapauksessa viidestä. Vähenemisen suuruus vaihtelee 1—4 lajilla. Yhdessä tapauksessa lajiluku nousee yhdellä lajilla (Karstula 5). 20 vuoden havaintohetkestä mentäessä eteenpäin yhden havaintosarjan perusteella (Vilppula 16) nousee lajiluku 5 vuodessa kahdesta neljään väheten kolmeen viimeiseen havaintohetkeen tultaessa. Toisessa tapauksessa (Vilppula 26) on viimeisenä havaintohetkenä jäljellä vain yksi laji.

Lajien runsaus pysyy koealoilla melko muuttumattomana 20 vuoden havaintohetkeen asti (12, 11b ja 11c). Koealalla 5, jolla lajiluku kohosi, nousee myös eräiden lajien runsaus *(S. magellanicum* ja *S. recurvum* coll.).

Eteenpäin mentäessä (Vilppula 16) esiintyy 25 vuoden kohdalla silmiinpistävän voimakas runsauden nousu *(S. Girgensohnii)* lajiluvun kohotessa samanaikaisesti kahdella. Koealalla on yht'aikaa suoritettu sekä täydennysojitus että harvennushakkaus 20 vuoden havaintohetkellä.

Recurva-osaryhmän runsaus pysyy jokseenkin tasaisena ensimmäiset 20 vuotta. Sen sijaan toisessa osaryhmässä *S. magellanicumin* runsaus suurenee (poikkeus Karstula 11a) tultaessa 20 vuoden havaintohetkeen. Voitaisiin ajatella, että jälkimmäisen osaryhmän voimistuminen saattaa aiheuttaa *Recurva*-ryhmän häviämisenkin (Vilppula 16) 20 vuoden havaintohetkellä. Tällaisessa tapauksessa voimistuneet osaryhmän lajit vahvistavat asemaansa huomattavasti seuraavan viiden vuoden aikana. Samaan aikaan tulee pari rahkasammallajia lisää *(S. riparium* ja *S. Wulfianum)*. 30 vuoden havaintohetkellä ilmestyy *Recurva*-osaryhmän sammallaji *(S. parvifolium)* takaisin pysyäkseen 40 vuoden havaintohetkeen asti toisen osaryhmän lajin *(S. Girgensohnii)* kanssa. Toisessa tapauksessa (Vilppula 26) ei *Recurva*-osaryhmän lajeja esiinny viimeisen 10 vuoden aikana, vaan 30 vuoden havaintohetkellä esiintyvät lajit *(S. Girgensohnii* ja *S. robustum)* kuuluvat toiseen osaryhmään, jonka viimeinen edustaja on tässäkin tapauksessa *S. Girgensohnii*.

Nevakorpien rahkasammalet häviävät hitaasti verrattuna ruoho- ja heinäkorpien vastaaviin muutoksiin. Tämä johtunee siitä, että vain pensasmaisia puita kasvava alusta saa hitaasti kuivuessaan toisen rahkasammalkokoomuksen ja vasta kehittyneemmän puuston kuivatta-

Taulukko 6. Eräiden sammallajien runsausarvot eri havaintohetkinä varsinaisissa sararämeissä.

Tabelle 6. Frequenzwerte einiger Torf- und Laubmoose auf den Probeflächen der eigentlichen Seggenreisermoore in verschiedenen Jahren nach der Entwässerung.

Kasvilaji *Pflanzenart*	Raivola				Pohjankangas						Yläne			Vilppula															
	37		38		5a		5b		6		1			7a				7b				8b				10b			
	0	5 v.	0	5 v.	0	15 v.	0	15 v.	0	15 v.	5	20	25 v.	20	25	30	40 v.	20	25	30	40 v.	20	25	30	40 v.	20	25	30	40 v.
	v. = vuotta ojituksen jälkeen *v. = Jahre nach der Entwässerung* Norrlinin runsausasteikko (0—10) *Frequenz nach der Skala von Norrlin*																											
Sphagnum apiculatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	5	—	—	4	4	—	—	6	5	—	—	7	7	—	—
» *Girgensohnii* ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	1	1	2	3	2	2	—	—	2	2	—	—	—	—
» *magellanicum* ..	5	1	5	4	1	1	1	1—	1—	1	2	—	2	4	3	1	1	4	4	1	1	4	4	2	2	4	6	1	2
» *parvifolium* ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	—	—	5	—	—	1—	3	3	4	4	—	—	—	—
» *recurvum coll.* .	7	5	6	4	4	2	4	2	7	5	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» *robustum*	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	3	3	2	2	4	3	—	4	3	3	1	3	—	—	—	—
Brachythecium sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
Dicranum scoparium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	1—	—	2	1—	2	1	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
» *undulatum*	—	—	1—	—	1—	1	1—	1	—	—	—	1—	1—	—	2	1—	2	—	2	1	2	1	—1	—	—	—	—	—	—
Hylocomium splendens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	1	1	2	4	1	2	—	3	1	1—	—	—	1—	1—
Pleurozium Schreberi	2	2	2	1	1—	3	1—	2	1—	2	4	7	7	4	5	2	4	4	6	2	4	3	6	2	4	3	7	2	3
Polytrichum commune	4	2	1	1—	—	—	—	—	—	—	4	2	3	4	4	2	2	4	5	2	2	4	4	4	4	4	3	1	1
» *strictum*	2	1	4	2	1	3	1	2	3	4	2	—	1	2	—	1	1	1	1	—	1—	1	1	1	1	—	—	—	—

van vaikutuksen tuntuessa alkaa rahkasammalten varsinainen häviäminen noin 30 vuotta ojituksen jälkeen.

Ruohoisilla sararämeillä rahkasammalten muutokset ovat piirteiltään täysin rinnastettavissa nevakorvista saatuihin havaintoihin. Valtalajien vaihtuminen tapahtunee lähellä 20 vuoden havaintohetkeä. Lähinnä viimeiset kymmenen (30—40 v. ojit. jälk.) vuotta ovat rahkasammalten häviämistä osoittavia. 30 vuoden havaintohetkellä on jäljellä vielä 2 (Vilppula 27a ja b), 3 (Vilppula 5a) tai 5 (Vilppula 5b) rahkasammallajia.

Jäljellä ovat recurva-osaryhmästä *S. parvifolium* ja toisesta osaryhmästä *S. Girgensohnii*, *S. robustum* ja *S. magellanicum*.

Varsinaisten sararämeiden rahkasammalten lajiluku pienenee eri koealoilla hyvinkin eri tavoin. Esim. 15 vuodessa saattaa lajiluku pienetä (Pohjankangas 5a), toisaalta ei lajiluvussa tapahdu muutosta lainkaan (Pohjankangas 6). Eri lajien runsauden jatkuva pieneneminen on kyllä havaittavissa loppuun saakka, mutta toisilla koealoilla asteittain, toisilla romahdusmaisesti (vrt. Vilppula 7b, 8b ja 10b, taulukko 6 siv. 18).

Vastaavaa osaryhmien välistä taistelua käydään jatkuvasti viimeisten havaintojen osoittaessa yleensä *Recurva*-osaryhmän alakynteen jäämistä (poikkeus Vilppula 10b). Viimeisinä lajeina esiintyvät 40 vuoden havaintohetkellä *S. parvifolium*, *S. Girgensohnii*, *S. robustum* ja *S. magellanicum*. Alunperin valtalajina esiintyvä *Recurva*-osaryhmän laji *S. apiculatum* häviää ennen 30 vuoden havaintohetkeä kaikilta neljältä koealalta (Vilppula).

Lehtisammalet

(Taulukot 3—6 siv. 14—18)

Lehtisammalten vaiheita ojituksen jälkeen on pyritty seuraamaan silmällä pitäen kahta osaryhmää. Ensimmäisen osaryhmän muodostavat ns. varsinaiset kangasmaiden lajit (seinäsammalet, *Dicranum undulatum*, *D. scoparium*, *Ptilium crista-castrensis* ja *Brachythecium*-lajit). Toiseen osaryhmään sisältyvät *Polytrichum commune* ja *P. strictum*. Kolmannessa osaryhmässä ovat muut lehtisammallajit, joihin ei tässä yhteydessä erikoisesti kiinnitetä huomiota, vaikkakin aineistoa laji lajilta käsiteltäessä olisi myös siinä mielenkiintoisia tuloksia eräiden sammallajien vaiheista (esim. *Aulacomnium*, *Drepanocladus*-lajit, *Calliergon*-lajit yms.).

Lehtisammalten ryhmän lajiluvuissa saattavat esiintyä kasvipeitekuvauksissa tehdyt virheet kaikkein räikeimpinä, koska tähän ryhmään sisältyy suuri määrä ns. »pikkusammalia», joiden olemassaolon havaitse-

minen näinkin suurilla koealoilla perustuu niin tarkkaan tutkimusten tekoon, ettei samanlaisiin tuloksiin pääsemistä voida edes vaatia eri henkilöiltä Norrlinin asteikkoa käytettäessä. Tästä syystä ei lajiluvun muutoksia käsitellä ja runsauden vaihtelut esitetään vain kahden käsiteltävän osaryhmän lajeista.

Ruoho- ja heinäkorvissa (taulukko 3 siv. 14) tapahtuu jo 5 ensimmäisen vuoden aikana kangasmaiden lajeissa *(Hylocomium* ja *Pleurozium)* runsauden nousu (Eurajoki 4a, b ja c). Näillä koealoilla 0-vuoden lajisto käsittää vain ensimmäisen ja toisen osaryhmän lajeja. 15 vuoden havaintohetkellä pysyy em. lajien runsaus jokseenkin samassa (Eurajoki 4a, b ja c).

Ensimmäinen osaryhmä (ns. kangasmaiden lajit) pysyy koko 15 vuoden ajan vallitsevana toisen osaryhmän *(P. commune* ja *P. strictum)* vähetessä (Eurajoki 4a) tai hävitessä kokonaan (Eurajoki 4b ja c).

Tarkasteltaessa muiden havaintosarjojen tilannetta 15 vuoden havaintohetkellä (Vesijako, Vilppula 14) vastaa tilanne runsausarvojen suhteen jokseenkin (Vesijako 6a ja 6b) edellä saatuja tuloksia, mutta *Polytrichum-* osaryhmän lajit ovat runsausarvoltaan hieman suurempia. Toisessa tapauksessa taasen (Vilppula 14) ovat ensimmäisen osaryhmän lajit selvästi vallitsevina. Haluttaessa tarkemmin seurata välivaiheiden muutoksia antaa taulukko 3 (siv. 14) niistä selvän kuvan. Viimeisistä havaintohetkistä saadaan se käsitys, että kangasmaiden lajit ovat voimakkaimpia edustaessaan muiden lajien kanssa lehtisammalten lajistoa ruoho- ja heinäkorvissa.

Ruoho- ja heinäkorvissa on ns. kangasmaiden sammallajien edustus jo alunperin (ennen ojitusta) voimakas karhunsammalien *(P. commune* ja *P. strictum)* kanssa. Taistelu näiden osaryhmien välillä ei ole vielä 40 vuoden kuluttua lopussa, joskin ensin mainitun ryhmän lajit esiintyvät selvästi runsaampina.

Nevakorvissa (taulukko 4 siv. 15) lehtisammallajien runsaus nousee yleensä ensimmäisen 20 vuoden aikana (Karstula). Toisin kuin ruoho- ja heinäkorvissa muodostavat *Polytrichum-* osaryhmän lajit valtalajiston 0- vuoden havainnoissa (poikkeus Karstula 12). Ns. kangasmaiden sammalten (vars. *Pleurozium)* osuus suurenee jatkuvasti, mutta samoin on laita *Polytrichum-* osaryhmässäkin. Vasta 25 vuoden havaintohetkellä (Vilppula 16) havaitaan karhunsammalten *(P. commune* ja *P. strictum)* jääneen alakynteen. Viimeiset 15 vuotta pysyy suhde suunnilleen samanlaisena (Vilppula 16) tai muuttuu kangasmaiden sammalille vielä edullisempaan suuntaan (Vilppula 26).

Ruohoisilla sararämeillä (taulukko 5 siv. 16) suurenevat 20 vuoden aikana lehtisammallajien runsausarvot poikkeuksetta verrattuna 0-vuoden havaintohetkeen. Kangasmaiden sammalten osaryhmä on ojitushetkellä jonkin verran voimakkaampi *Polytrichum*-osaryhmää.

Jälkimmäisen osaryhmän lajien runsaus kuitenkin kasvaa tasaisesti 20 ensimmäisen vuoden aikana *(P. strictum)*. Sellaisillekin koealoille, joilla ei *Polytrichum*-osaryhmää tavata ennen ojitusta (Karstula 13a ja 14a), sen edustaja ilmestyy 10 tai 20 vuoden kuluttua ojituksen jälkeen. Maksimirunsautensa *Polytrichum*-osaryhmän lajit saavuttanevat lähellä 20 vuoden havaintohetkeä. Sen jälkeen lajien runsaus pienenee (Vilppula 5a ja 5b) ollen 40 vuoden kuluttua kummallakin lajilla 1—2. Tällöin seinäsammalten runsaudet osoittavat selvästi dominoivaa asemaa.

Varsinaisilla sararämeillä (taulukko 6 siv. 18) pysyvät lehtisammallajien runsausarvot ensimmäiset viisi vuotta melko tasaisina (Raivola 37 ja 38). 15 vuoden kuluttua ne ovat jonkin verran nousseet (Pohjankangas 5a, b ja 6). Seinäsammalten runsausarvot ovat voimakkaimmillaan 25 vuoden havaintohetkellä (Vilppula). *Polytrichum*-osaryhmän lajit hallitsevat eräillä koealoilla kangasmaiden lajeja 0—20 vuotta 25 vuoden havaintohetken useissa tapauksissa osoittaessa vasta varmaa päinvastaista voimasuhdetta. Yleensä 30—40 vuoden havaintohetkinä voidaan todeta *Polytrichum*-osaryhmän lajien jääneen häviölle (Vilppula), mutta tilanne voi olla vielä kriitillinenkin (Vilppula 8b).

Sammalpeitteessä tapahtuvat metsäojituksen aiheuttamat muutokset, jotka edellä on lyhyesti käsitelty, luovat perustan suotyypin pintakasvillisuudessa esiintyville uusille suksessioyhdyskunnille. Niin kauan kuin rahkasammalet esiintyvät valtalajeina kuten ennen ojitusta ja vastaava suhde lehtisammalien kanssa jokseenkin säilyy, ei voida puhua uudesta suksessiovaiheesta, vaan — vaikka muissa osakasvustoissa tapahtuisikin muutoksia — pysytään luonnontilaisen suotyypin piirissä eli ojikkovaiheessa. Sen sijaan, kun rahkasammalpeitteen alkuperäinen kokoomus selvästi muuttuu, dominantit vaihtuvat ja lisäksi kangasmaiden lehtisammalet valtaavat alaa, ollaan uudessa luonnontilaisille suotyypeille jo vieraassa suksessiovaiheessa, muuttumassa. Kuivatuksen edistyessä ja sen vaikutuksen tullessa yhä voimakkaammin näkyviin rahka- ja muiden suosammalten häviämisenä jo reliktiluonteisiksi esiintymiksi varsinaisten kangassammalten tullessa valtalajeiksi, on syntynyt uusi suksessioyhdyskunta, turvekangas, jota varmentamassa ovat sitten muiden osakasvustojen rakenne ja puuston vitaliteetti.

Muut osakasvustot

Muita osakasvustoja ei ryhdytä yhtä seikkaperäisesti selvittämään tässä yhteydessä. Niiden muutoksista laaditut vastaavanlaiset taulukot on myös jätetty pois näinkin suppeasta esityksestä. Taulukoista saatuja tuloksia käytetään kuitenkin jonkin verran apuna pyrittäessä sammal-

peitteessä havaittujen muutosten perusteella määrittämään edellä esitettyjä eri vaiheita (oj, mu ja tk). Etenkin varvut, ruohot ja sarat näyttävät olevan herkästi reagoivia verrattuna sammalpeitteen hitaampiin muutoksiin.

Ojikko-, muuttuma- ja turvekangasvaiheiden luonteenomaiset piirteet

Ojikkovaihe alkaa (vrt. Lukkala—Kotilainen 1951) välittömästi ojituksen jälkeen. Tätä seuraavat muuttuma- ja turvekangasvaiheet. Tarkoituksena on saada nämä kolme vaihetta määritelmiensä mukaan rajoitetuksi tiettyjen aikarajojen (vaikkapa väljienkin) sisään niissä puitteissa kuin se on mahdollista seurattaessa kussakin suotyypissä jokaisen koealan kehitystä erikseen.

Ruoho- ja heinäkorpien vaiheiden selvittelyssä tuottaa vaikeuksia rahkasammalten jo alunperin vähäinen edustus verrattuna lehtisammalten runsauteen. Tästä syystä on samanaikaisesti tarkasteltava myös muidenkin biologisten osaryhmien vaihteluja. Sarjoissa 0—5—15 vuotta ojituksen jälkeen (Eurajoki 4a, b ja c) havaitaan ojikkovaiheen kestävän ainakin 5 ensimmäistä vuotta. Sen sijaan 15 vuoden havaintohetkellä (varsinkin 4c) esiintyy rahkasammalten jyrkkä väheneminen. Toisaalta lehtisammaltenkin ryhmästä *Polytrichum*-lajit ovat kokonaan hävinneet (Eurajoki 4b ja 4c). Tulokset muista 15 vuoden havaintohetkistä (Vesijako 6a ja 6b sekä Vilppula 14) eivät kuitenkaan varmista ojikkovaiheen loppumista. Ainoa ryhmä, joka selvästi muuttuu, on ruohojen osakasvusto. Siinä lajisto kuten lajien runsaudetkin ovat huomattavasti kasvaneet. Näyttää siltä, että ruoho- ja heinäkorvissa ojikot ja muuttumat sulautuvat toisiinsa siten, että selvää rajaa näiden välille ei voida vetää yhdessäkään koealasarjassa. Sen sijaan suokasvien selvä reliktimäisyys voidaan todeta useiden koealasarjojen viimeisenä (40 ja 35 vuoden) tai jo sitä edeltävänä havaintohetkenä (Vilppula 14, 2 ja Vesijako 6a ja b). Ojikon ja muuttuman välisen rajan vetäminen ruoho- ja heinäkorvissa jää suureksi osaksi riippuvaksi puuston elpymisestä [1]), pintakasvillisuuden vaihdellessa vain saman suotyypin lajiston alueella.

Turvekangasaste saavutetaan RhK:ssa yleensä 30 vuoden havaintohetkellä ojituksen jälkeen. Seuraavan kymmenvuotiskauden aikana (30—40 v.) havaitaan edelleen varsinaisten suokasvien häviämistä, josta pisimmälle kehittyneenä esimerkkinä on Vilppulan koeala 14.

Nevakorpien ojikkovaiheen tyypillisenä ajankohtana voidaan pitää 10 vuoden havaintohetkeä (Karstula). Uudet varvut, ruohot ja sarat muuttavat tyypin ulkonäköä melkoisesti, mutta sammalpeite

[1]) Vrt. ojikko ja muuttuma, Lukkala—Kotilainen 1951.

kantaa täysin ojittamattoman suon leimaa. Kriitillisempi ajankohta on jo 20 vuoden havaintohetki. Muuttumavaihe on todennäköisesti lähellä (sammalten lajivaihdokset siv. 17 ja 20). Vilppulassa se on jo havaittavissa 20 vuoden havaintohetkellä (Vilppula 16). Kymmenen vuoden kuluttua eli 30 vuoden havaintohetkellä tilannekuva on vielä katsottava rajatapaukseksi muuttuman ja turvekankaan välillä (esim. Vilppula 26; varvut ja sarat; Vilppula 16: sarat). Viimeinen eli 40 vuoden havaintohetki reliktilajeineen edustaa jo täysin turvekangasastetta.

Ruohoisilla sararämeillä ojikkovaiheen pituus rajoittuu selvemmin kuin nevakorvissa 20 vuoden havaintohetkeen (Karstula ja Vilppula 5a ja b). Muuttumaa kestää n. 10—15 vuotta. 30 vuoden havaintohetken tulokset ovat ehkä vielä rajatapauksia; selvinä esiintyvät turvekankaat vasta 40 vuoden havaintohetkinä (Vilppula 5a, 27a ja 27b). Vielä 40 vuodenkin havaintohetkenä muodostaa Vilppula 5b (vrt. siv. 10) rajatapauksen.

Varsinaisten sararämeiden alkuvuosien havaintosarjat eivät anna erikoisen selvää kuvaa tapahtumista. Jyrkistä muutoksista havaitaan merkkejä vasta 25 vuoden havaintohetkellä (Yläne 1). Tähän antavat vahvistuksen myöskin yhtenäiset koealasarjat Vilppulassa. Ojikko vaihtuu muuttumaksi (lajivaihdos valtasammalissa siv. 19) 25 vuoden havaintohetkellä ja pysyy muuttumana viimeiseen havaintohetkeen saakka.

Haluttaessa luoda katsaus kolmen toisistaan eroavan vaiheen aikarajoihin saadaan aineiston (vrt. ojitus s. 6) antama käsitys oheisesta asetelmasta.

	ojikot	muuttumat	turvekankaat
RhK	0— v.	—25 v.	30 —40 v.
NK	0—20 »	20—30 »	(30)—40 »
RhSR	0—20 »	20—40 »	(30)—40 »
VSR	0—25 »	25—40 »	—

Kolme ensin mainittua tyyppiä saavuttavat 40 vuodessa turvekangasvaiheen käytettäessä aineiston mukaista ojitustehoa. VSR sen sijaan ehtii vain muuttuma-asteelle samassa ajassa ojituksen jälkeen. Ojikkovaiheen pituus on muuttuman aikajaksoon verrattuna miltei kaksinkertainen, paitsi sellaisessa tapauksessa kuin RhK:ssa, jossa ei näitä vaiheita pintakasvillisuuden perusteella ole pystytty erottamaan toisistaan.

Varsinkin turvekankaiden alkamishetki on tässä tutkimuksessa monessa tapauksessa tullut myöhäisemmäksi kuin mitä se on arvioitaessa tilannetta silmävaraisesti maastossa syystä, että tällä tavalla käsiteltäessä on vasta nimenomaan selvien muutosten kohdalla pyritty nimeämään uusi vaihe. Toisin sanoen, näin sammalpeitteen

valtalajimuutosten perusteella käsiteltyinä selvät vaihettumiskaudet ovat jääneet muuttumien hyväksi, vaikka luonnossa tarkastellen osan ajasta yhtä hyvin kenties voisi siirtää turvekankaiden vaiheeseen. Sama piirre esiintyy myös ojikon ja muuttuman välisen rajan määrittämisessä.

Eri vaiheissa on myös puuston kehityksen seuraamisella oma osuutensa. Sen vuoksi esitetään siitä tässä yhteydessä eräitä havaintoja.

Aluksi tarkastellaan, tapahtuuko pääpuulajien suhteen vaihtumisia ko. tyyppien koealasarjoissa 0 vuoden, 20 vuoden ja viimeisen havaintohetken välillä.

Tyyppi / Pääpuulaji	Koealoja 0 v.			Koealoja 20 v.			Koealoja 40 v.		
	Mä	Ku	Ko	Mä	Ku	Ko	Mä	Ku	Ko
RhK	—	—	3	1	2	6	1	2	3
NK	2	—	2	—	—	6	—	—	2
RhSR	3	—	1	—	—	6	—	—	4
VSR	3	—	1	3	—	1	3	—	1

Havaitaan, että RhK:ssa pääpuulaji säilyy samana ollen yleensä koivu tai kuusi. NK:ssa ovat 0 vuoden männyt hävinneet koivulle 20 vuoden kuluttua. Samoin on käynyt RhSR:llä. VSR:llä mänty pysyy valtapuulajina loppuun asti. Sikäli havaitaan pääpuulajilla vuorovaikutusta pintakasvillisuuteen, että niissä tyypeissä, joissa on pääpuulajina ollut mänty, mutta vaihtunut koivuksi, pintakasvillisuus on ehtinyt turvekangasasteelle. VSR:llä sen sijaan kasvipeite on vielä muuttumavaiheessa.

Tiheyden vaikutusta voidaan jossain määrin tarkkailla harvennushakkausten jälkeen, sikäli kuin rinnakkaiskoeala on pidetty luonnontilaisena.

Ruohoisilta sararämeiltä on tehty kahden rinnakkaiskoealan (Vilppula 5a ja b) suhteen havainto, jonka mukaan voimakas harvennus (5b) 20 vuoden havaintohetkellä palauttaa suokasveja (etenkin saroja ja varpuja) sekä hidastaa rahkasammalten häviämistä ja lehtisammalten voimistumista (vrt. taulukot siv. 12 ja 16).

Tämän esimerkin perusteella näyttää siltä, että tarpeeksi tiheäksi muodostunut puusto (erikoisesti lehtipuuvaltaisuus) edistää huomattavasti pintakasvillisuuden kehitystä turvekangasasteelle. Lähinnä vaikuttavina tekijöinä ovat silloin suuri haihdunta, ankara juuristokilpailu ja varjostus. Näistä kaksi viimeistä tekijää vaikuttavat yhtä suuresti myös kuivien maiden kasvilajeihin, mikä seikka onkin havaittavissa selvästi eri osakasvustojen lajien runsauden ja lajiluvun vaihteluissa

viimeisten vaiheiden aikana eli 25—40 vuoden havaintohetkien välillä.

Niiden metsäojitustulosten perusteella, joita edellä on käsitelty, voidaan aluskasvillisuudessa tapahtuneiden muutosten mukaan tehdä seuraavat yleispiirteiset päätelmät.

Ojikkojen aluskasvillisuudessa on selvästi havaittavissa luonnontilaisen suotyypin piirteet. Ruohoja heinäkorvissa ojikon ja muuttuman raja on pelkästään aluskasvillisuudessa tapahtuvien muutosten perusteella vaikeasti määritettävissä. Muissa käsitellyissä suotyypeissä ojikoille tyypillisinä piirteinä ovat eräiden osakasvustojen — erikoisesti varpujen ja ruohojen — huomattava lisääntyminen. Sammalpeitteessä sen sijaan muutokset ovat vähäisiä. Jonkin verran kuitenkin havaitaan märkien avopintojen sammallajien runsauden pienenemistä mätäslajien kustannuksella.

Muuttumissa kuivahkojen pintojen sammallajit ovat vallanneet alueita myös entisiltä märiltä pinnoilta. Kangasmaiden lehtisammallajit ovat huomattavasti voimistuneet. NK:sta on tullut kangasmaisia piirteitä omaava varpuinen, paikoin puolukka(kangas)korpea muistuttava yhdyskunta, jonka rahkasammalina ovat *S. Girgensohnii* ja *S. robustum*. RhSR:n muuttumavaihe muistuttaa kangaspiirteittensä lisäksi paikoin varsinaista korpea, paikoin korpirämettä. VSR:n muuttumassa pintakasvillisuus osoittaa samaan tapaan isovarpuisen- ja korpirämeen luonteista kasviyhdyskuntaa. Erikoisesti karhunsammalet *(P. commune* ja *P. strictum)* ovat vallanneet alaa eräissä tyypeissä (NK, RhSR ja VSR). Jos kehitys jostain syystä pysähtyy tähän vaiheeseen, on seurauksena näiden lajien jatkuva voimistuminen. Tämä onkin yksi ilmiö ns. karhunsammalmuuttumien synnyssä (vrt. Lukkala 1937).

Turvekankailla rahkasammalet esiintyvät yksittäin siroteltuina pääasiassa seuraavina lajeina: *S. parvifolium, S. robustum, S. Girgensohnii* ja *S. magellanicum*. Suurimman osan sammalpeitteestä muodostavat ns. kuivien kangasmaiden lajit (vrt. siv. 21).

Ruohoja on yleensä niukasti (poikkeus RhK). Varsinaisista suolajeista on jäljellä vain muutama yksittäinen laji *(Equisetum palustre* ja *E. silvaticum*, toisinaan *Potentilla palustris* ja *Menyanthes)*.

Sarojen edustajina esiintyvät vähäisin runsausarvoin *Carex fusca, C. globularis*, joskus *C. echinata* tai *C. canescens*. Tupasvilla *(Eriophorum vaginatum)* on varsinkin NK:n ja RhSR:n turvekankailla myös edustettuna.

Varvuista ovat yleensä jäljellä vain mustikka ja puolukka jälkimmäisen esiintyessä hieman runsaampana (NK ja RhSR).

Taulukko 7. Koealojen kasvipeitekuvaukset ja eräät metsikkötunnukset viimeisinä havaintohetkinä eri suotyypeissä.

Tabelle 7. Pflanzendeckenbeschreibungen und einige Taxationsergebnisse auf den Probeflächen in den letzten Beobachtungsjahren nach der Entwässerung (Frequenz nach der Skala von Norrlin).

Kasvilaji *Pflanzenart*	Turvekankaita—*Torfheiden*										Muuttumia *Übergangsformen*			
	RhK				NK		RhSR				VSR			
	Vilppula		Vesijako		Vilppula		Vilppula				Vilppula			
	2	14	6a	6b	16	26	5a	5b	27a	27b	7a	7b	8b	10b
	Norrlinin runsausasteikko 0—10													
Sphagnum centrale	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» *Girgensohnii*	—	—	1	1	1	1—	1—	1	1	1—	1	2	2	—
» *magellanicum*	—	—	—	1—	—	—	—	2	1	1—	1	1	2	2
» *nemoreum* ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—
» *parvifolium*	1—			1—	1		1—	1	1	1—	2	1—	4	3
» *riparium* ..	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» *robustum* ..	—	—	—	1—	—	—	—	1	2		2	4	3	—
» *squarrosum*	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	
» *Wulfianum*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—
Aulacomnium palustre .	1—	1—	—	1—	1	1	1—	1—	—	1—	1	1—	1—	1
Brachyth. curtum	2	1—	—	—	1—	3	2	1	—	—	1—	1	—	1
Dicranum scoparium ..	1	1	2	2	2	2	2	2	1	3	2	1	—	1
» *undulatum* .	1	3	1	1	2	3	2	2	1	3	2	2	1—	1
Hylocomium splendens	1	5	2	3	1	2	4	3	1	1	1	2	1—	1—
» *triquetrum*	—	—	—	—	1—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—
Pleurozium Schreberi ..	2	7	4	4	4	3	2	4	4	4	4	4	4	3
Polytrichum commune .	1—	1—	1	—	3	1—	2	2	1	2	2	2	4	1
» *juniperinum* ...	1—	—	1	1	1	1—	1—	1	1—	1—	—	—	—	1
» *strictum* ..	1	1—	1	2	1—	1—	—	—	1—	1	1	1—	1	—
Pohlia nutans	—	1	—	—	1	—	1	—	—	—	1	1—	—	1
Carex canescens	1—	—	—	—	1—	1	1	2	—	—	1—	1—	1—	1
» *chordorrhiza* ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	1—	
» *fusca*	2	—	—	—	3	1	—	3	2	1—	3	2	1	3
» *globularis*	—	1—	—	—	1—	2	—	—	—	—	—	—	—	
» *magellanicum* ...	—	—	—	—	—	—	—	1	1—	—	—	1	1—	1—
» *rostrata*	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—
» *echinata*	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	1—	1—
» *tenella*	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—
» *vaginata*	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eriophorum angustif. ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	1—	1	1
» *vaginatum*	1	—	—	1—	—	—	—	1	1	1	3	3	4	4
Agrostis canina	—	—	—	—	1—	3	—	1—	—	—	—	—	—	—
» *tenuis*	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Calamagr. purpurea ..	2	1	3	2	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
Desch. caespitosa	—	—	2	—	1—	1	1—	1—	—	—	—	—	—	—
» *flexuosa*	—	—	—	—	—	1	—	1—	—	—	—	—	—	—
Festuca ovina	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poa pratensis	1—	—	—	—	1	1—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melica nutans	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Kasvilaji *Pflanzenart*	Turvekankaita — *Torfheiden*										Muuttumia *Übergangsformen*			
	RhK				NK		RhSR				VSR			
	Vilppula		Vesijako		Vilppula		Vilppula				Vilppula			
	2	14	6a	6b	16	26	5a	5b	27a	27b	7a	7b	8b	10b
	Norrlinin runsausasteikko 0—10													
Athyrium fil.-femina ..	1—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Crepis paludosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1—
Dryopteris spinulosa ..	2	—	4	—	1	2	3	1	—	—	—	—	—	—
Chamaener. angustif. ..	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Equisetum fluviatile ...	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
» *palustre* ...	3	—	2	—	1	1—	—	—	—	—	—	1—	—	—
» *silvaticum* ..	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	2	—
Fragaria vesca	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Goodyera repens	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Galium uliginosum	—	—	1	—	1	1—	—	—	—	—	—	—	—	—
Juncus filiformis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Linnea borealis	1—	2	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Luzula pilosa	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—
Lycopodium annotinum	3	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» *selago*	—	—	—	—	1—	—	—	1—	—	—	—	—	1—	—
Majanth. bifolium	1	1—	5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melamp. pratense	1	1	—	3	2	1	1	3	—	1—	2	1	2	—
» *silvaticum* ...	—	—	1	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Menyanthes trifoliata ..	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	3
Orchis maculata	—	—	—	—	—	—	1—	1—	—	—	—	1—	1	1—
Oxalis acetosella	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pirola minor	1	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—
» *rotundifolia*	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—	—
Potentilla erecta	—	—	—	1—	1	1—	—	—	—	—	—	—	—	—
» *palustris*	1—	—	—	—	—	—	—	1—	—	—	—	—	1—	—
Ramischia secunda	2	1—	—	—	2—	1	2	1	1—	—	—	1—	—	—
Rubus chamaemorus ..	1	—	—	1	—	—	1—	1	2	2	4	—	1	1
» *arcticus*	1	—	—	—	1—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
» *idaeus*	—	—	5	2	—	—	—	1—	—	—	—	—	—	—
» *saxatilis*	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Thelypteris Dryopteris..	—	—	4	—	1—	1	3	—	—	—	—	—	—	—
Trientalis europaea	2	1—	5	3	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Viola epipsila	—	—	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Andromeda polifolia ..	—	—	—	—	—	—	—	1—	1—	—	2	2	2	4
Betula nana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Empetrum nigrum	—	—	—	—	1—	—	—	1—	1—	—	1	1	1	2
Ledum palustre	—	—	—	—	—	—	—	1—	1	—	2	1	2	1
Vaccinium myrtillus ..	1	6	2	3	3	1	3	4	3	4	3	4	3	5
» *oxycoccus* ..	—	—	—	1—	1—	—	—	2	—	—	4	3	3	2
» *uliginosum*	—	—	—	—	—	—	—	—	1—	—	1	—	1—	2
» *vitis-idaea*	5	5	4	4	5	5	6	5	5	4	6	5	6	5
	Puusto — *Holzbestand*													
Puusto, m³/ha ..... *Kubikinhalt*	110	185	126	118	153	156	211	166	178	215	114	173	125	200
Kasvu, m³/ha ..... *Zuwachs*	4.6	6.8	7.0	6.9	5.8	6.0	5.5	5.1	6.3	6.7	5.6	6.2	5.8	6.4
Biol. ikä, v. ..... *Biol. Alter, J.*	42	43	38	37	46	47	62	64	62	73	62	65	69	72

Puusto on elinvoimainen, luonnontilaisena useimmiten täystiheä ja melkein aina koivuvaltainen.

Turvekankaiden kasvipeitekuvaukset esitetään oheisena taulukkona (taulukko 7 siv. 26), samoin taulukon lopussa näiden vaiheiden metsiköiden juoksevat vuotuiset kuutiokasvut ja nykyiset kuutiomäärät vastaavana ajankohtana.

Kasvipeitekuvaukset turvekankailta osoittavat ilmeistä homogeenisuutta keskenään. Reliktilajitkin lukeutuvat melko ahtaiden rajojen sisään. Lajiston ollessa tavallista runsaampaa on yleensä vielä suokasvisekoituskin tuntuvampi. Ruohojen ryhmässä tavataan suurimmat koealojen väliset eroavaisuudet. Rinnakkaiskoealojenkin lajisto saattaa olla huomattavan erilainen (esim. Vesijako 6a ja 6b). Ruohojenkin ryhmässä on silti eräitä lajeja, jotka esiintyvät kautta linjan. Ehkäpä niitä voisi käyttää eräänlaisina opaskasveina samaan ryhmään kuuluvien turvekankaiden selventäjinä. Tällaisia lajeja ovat *Dryopteris spinulosa*, *Thelypteris Dryopteris*, *Melampyrum pratense* ja *Ramischia secunda*. Lisäksi RhK:n turvekankaiden yhteisiä lajeja näyttävät olevan *Linnaea*, *Majanthemum*, *Trientalis* ja *Lycopodium annotinum*.

Useissa tapauksissa pintakasvillisuus on hyvinkin vajavainen runsaan lehtikarikkeen ja tiheäksi käyneen puuston aiheuttamana (esim. Vilppula RhSR 5a ja RhK 14). Niinpä ei yksin kasvipeite aina anna oikeaa kuvaa turvekankaan »viljavuudesta». Lähtemättä pitemmälle puuston elinvoimaisuuden tarkkailussa viittaan edellä esitettyihin vuotuisesta juoksevasta kuutiokasvusta ja kuutiomääristä saatuihin tuloksiin (siv. 27).

RhK:sta, NK:sta ja RhSR:sta syntyneet turvekankaat ovat lähinnä lehtomaisiin turvekankaisiin (OMtk) kuuluvia. Tämän tuloksen esittää Lukkala (1929) tutkimuksissaan.

Näyttää siltä, että sekä I:n (RhK) että II:n hyvyysluokan suotyyppien turvekangasasteet liittyvät toisiinsa pintakasvillisuuden vaihdellessa Mtk:sta OMtk:n kuutiomäärien ja juoksevan vuotuisen kuutiokasvun ollessa samaa suuruusluokkaa. Kasvipeitekuvausten (taulukko 7 siv. 26) antama kuva eri turvekankaiden lajikokoomuksesta on samastakin suotyypistä syntyneenä (RhK Vesijako 6a ja 6b, ruohojen runsaus) jonkin verran liukuva (Mtk—OMtk) määritelmiensä pohjalla. Äärimmäisinä tapauksina ruoho- ja heinäkorvissa voisi pitää esim. koealoja Vilppula 14 ja Vesijako 6a.

Päätelmiä

Ojituksen vaikutus kunkin koealan pintakasvillisuuteen on erikoistapaus jo siinäkin mielessä, ettei ole kahta koealaa, jotka olisivat lajistollisesti identtisiä (samanarvoisuus on eri asia), puhumattakaan ojitustehon vaihtelevaisuudesta.

Uusien lajien alkuryntäys muuttuneelle kasvualustalle on osoittautunut tapahtuneeksi yleensä sellaisten kasvilajien taholta, joita tavataan kulloinkin kyseessä olevassa suotyypissä, mutta ne eivät ole »mahtuneet» suotyypistä rajoitetulle koealalle sen ollessa ojittamaton. Toisekseen nekin lajit, jotka viimeisinä havaintohetkinä esiintyvät koealojen lajistossa, tavataan usein siroteltuina joko saman koealan tai ainakin s a m a n s u o t y y p i n luonnontilaisessa pintakasvillisuudessa.

Ojituksen jälkeinen kasvualusta ei voi heti muuttua pysyväiseksi, vaan kehitys vie oman aikansa ja alusta voi olla jatkuvasti muuttuvassa tilassa viimeiseen havaintohetkeen saakka (esim. turpeen maatuminen ja kehittyvän puuston lisääntyvä haihdunta).

Vasta sen jälkeen kun kasvualusta on saavuttanut jokseenkin pysyvän tilan, alkaa kasvipeitteen stabilisoituminen. Kyseessä olevien suotyyppien vaiheissa näyttää suunta viimeisen 10 vuoden aikana olevan pienten ja tasaisten muutosten aikaa, joka viittaisi kasvualustan melko pysyväisen olotilan antaneen sysäyksen varsinaisen tasoittumisvaiheen alkamiselle pintakasvillisuudessa. On myös huomattava, että kehitys ei aina ole progressiivinen (Karstula 5), vaan voi pysähtyä tai taantuakin (ojituksen kunnossapidon laiminlyöminen tai vajaa ojitus).

Eri vaiheiden (oj, mu, tk) toisiinsa liittyminen ajallisesti tapahtuu samassakin suotyypissä eri tavoin. Kaikissa tyypeissä on tavattavissa l i m i t t ä i s t ä v a i h t u m i s t a suksessiovaiheesta toiseen. Vieläpä samankin vaiheen puitteissa (turvekankaat) on kasvillisuuden kehitystulos vaihteleva (OMtk—Mtk) tietyissä rajoissa. Todennäköisesti turvekankaiden lajistollinen koostumus on vielä kehitysvaiheessa, jonka eriasteisten tuloksien johdosta pintakasvillisuuden rakenteella on oma väljyytensä. Epätodennäköisempää on, että kasvualustan erilainen ravinnepitoisuus ja rakenne-erot saattaisivat kehityksen jatkuessa muuttaa pintakasvillisuudet kauemmaksikin toisistaan.

Tarkasteltaessa saatuja tuloksia eri vaiheista aikaisemmin esitettyjen määritelmien pohjalta (vrt. L u k k a l a — K o t i l a i n e n 1951) havaitaan selvitettyjen muutosten vahvistavan tähän asti esitettyjä tuloksia.

Kirjallisuutta.

Cajander, A. K. 1905. Kasvien keskinäinen taistelu. Luonnon Ystävä. 1905. Helsinki.

—»— 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta forest. fenn. 2.

Hylander, Nils. 1941. Förteckning över Skandinaviens växter utgiven av Lunds Botaniska Förening. 1. Kärlväxter, 3. uppl. Lund.

Jensen, C. 1939. Skandinaviens bladmossflora. København.

Keltikangas, Valter. 1945. Ojitettujen soitten viljavuus eli puuntuottokyky metsätyyppiteorian valossa. *Referat:* Bördigheten eller virkesproduktionsförmågan å dikade torvmarker i skogstypsteorins belysning. *Summary:* The Fertility of drained Bogs as shown by their Tree Producting Capacity, considered in Relation to the Theory of Forest Types. Acta forest. fenn. 53. 1.

Lukkala, O. J. 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmällä pitäen. *Referat:* Untersuchungen über die waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 15.

—»— 1937. Nälkävuosien suonkuivausten tuloksia. *Referat:* Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Moorentwässerungen. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 24. 3.

—»— 1951. Kokemuksia Jaakkoinsuon koeojitusalueelta. *Summary:* Experiences from Jaakkoinsuo Experimental Drainage Area. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 39. 6.

—»— —Kotilainen. 1951. Soiden ojituskelpoisuus. Tapio. Helsinki.

Malström, Carl. 1928. Våra torvmarker ur skogsdikningssynpunkt. Meddel. från statens skogsförsöksanst. 24.

Melin, E. 1917. Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. Norrländskt handbibliotek VII. Uppsala.

Multamäki, S. E. 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. *Referat:* Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerten Torfböden. Acta forest. fenn. 27.

Sarasto, J. 1951. Metsäojituksen vaikutuksesta eräiden rämeiden pintakasvillisuuteen. *Summary:* On the Influence of Forest Ditching on the surficial Vegetation of some Hummocky Peat Moors. Suo n:o 5. 1951. Helsinki.

Tanttu, Antti. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä. *Referat:* Studien über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore. Acta forest. fenn. 5.

Tuomikoski, R. 1946. Suomen rahkasammalista ja niiden tuntemisesta ilman mikroskooppia. Erip. Luonnon Ystävästä n:o 5. 1946. Helsinki.

ÜBER VERÄNDERUNGEN DER UNTERVEGETATION EINIGER MOORTYPEN ALS FOLGE DER WALDENTWÄSSERUNG

Referat

Das Material umfasst einige von der Forstlichen Forschungsanstalt, Abteilung für Moorforschung, auf walddrainierte Moore gegründete Probeflächen, die während etwa 20 Jahren in Zeitabständen von 5 oder 10 Jahren systematisch untersucht worden sind. Die behandelten Moortypen, die Kräuter- und Grasbrücher (RhK), Weissmoorbrücher (NK), kräuterreichen Seggenreisermoore (RhSR) und normalen Seggenreisermoore (VSR) verteilen sich nach der Entwässerung auf die verschiedenen Beobachtungen in der in Tab. 1 (S. 7) angegebenen Weise.

Die Einwirkung der Entwässerung auf die Untervegetation wird an Hand der an den in der Tabelle angegebenen Zeitpunkten durchgeführten Pflanzendeckenanalysen beleuchtet. Die sich in der Untervegetation vollziehenden Veränderungen wurden stets auf ein und derselben Probefläche verfolgt. Vergleiche zwischen den einzelnen Probeflächen dienen lediglich zur Ermittlung der gleichzeitigen Ähnlichkeiten und Unterschiede.

Unterzieht man zunächst die Schwankungen der Gesamtartenzahl in den verschiedenen Jahren nach der Entwässerung einer Betrachtung (Abb. 1—4, S. 9—11), so kann die allgemeine Beobachtung gemacht werden, dass die Artenzahl während der ersten 5—20 Jahre steigt. Dies ist die sog. Vormarschphase. Diese wird von einem Rückgang gefolgt, die gleichzeitig durchgeführte Nachentwässerung nebst anschliessender kräftiger Durchforstung rufen aber einem erneuten Anstieg hervor, der 15—30 Jahre andauert (Kampfphase). Die letzten zehn Jahre sind im allgemeinen durch gleichmässige Veränderungen geprägt (Ausgleichsphase).

Zweitens wurden die Reichlichkeitsschwankungen der vorherrschenden Arten vorwiegend der Teilbestände der Torf- und Laubmoose untersucht. Zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse auf den verschiedenen Probeflächen dienen Tab. 3—6 (S. 14—18); Tab. 2 (S. 12) zeigt die Veränderungen der Artenzahl der Torfmoose.

Man hat sich in Finnland zumal in der praktischen Feldarbeit verschiedener Benennungen für die einzelnen Sukzessionsphasen nach der Entwässerung bedient. Ein entwässertes Moor, dessen Untervegetation trotz stattgefundenen Veränderungen noch die Züge irgendeines natürlichen Moortyps trägt, könnte etwa als die Ausgangsform (oj) bezeichnet werden, (eine direkte Übersetzung der eigentlich recht treffenden finnischen Bezeichnung »ojikko» = etwa »Grabenmoor», erscheint in diesem Zusammenhang wohl nicht leicht möglich). der nächsten Phase, der Übergangsform (mu), ist die Untervegetation infolge der Entwässerung bereits insofern heterogen, als man neben Flächen mit moorartiger Untervegetation schon solchen begegnet, auf denen die Untervegetation den Charakter einer Torfheide angenommen hat. Die Torfheiden (tk) stehen in bezug auf ihren Aufbau den Heideböden nah. Die Moorpflanzenarten sind in ihnen nur noch durch zerstreute Relikte vertreten.

Die Ausgangsform scheint zeitlich gerade mit der Vormarschphase zusammenzufallen, Allgemeine kennzeichnende Züge derselben sind die Zunahme der Zwergsträucher, Seggen und Kräuter.

Die Übergangsform gehört am nächsten der Kampfphase an. Im Moosbestand treten *Pleurozium Schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum commune*, *P.strictum*,

von den Torfmoosen *Sphagnum Girgensohnii*, *S. magellanicum* und *S. robustum* in gekräftigten Anteilen auf. Dagegen sind die Arten der nassen Flächen, wie z. B. *S. apiculatum*, im Weichen begriffen.

Das Torfmoorstadium wird ungefähr in der Ausgleichsphase etwa 30—40 J. nach der Entwässerung erreicht. Die auf dieses Stadium bezüglichen Pflanzendeckenanalysen nebst einigen taxatorischen Merkmalen sind in Tab. 7 (S. 26) angegeben. Die normalen Seggenreisermoore sind noch bei den Varianten belassen worden, weil in ihnen die Pflanzenarten der Moore zumal durch die Zwergsträucher (z. B. *Andromeda* und *Ledum*) und die Cyperoiden (z. B. *Eriophorum vaginatum* und *Carex fusca*) noch stark vertreten sind. Torfmoose sind schon spärlich vorhanden, dagegen treten die Bärenmoose ziemlich reichlich auf.

ERÄISTÄ RUSKETTUMISILMIÖISTÄ ELÄVIEN PUIDEN RUNGOISSA

VILJO KUJALA

ÜBER EINIGE VERBRÄUNUNGSERSCHEINUNGEN IN LEBENDEN BAUMSTÄMMEN IN SÜD- UND MITTEL-FINNLAND

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Eräistä ruskettumisilmiöistä elävien puiden rungoissa.

Johdanto.

Marraskuussa 1950 ilmoitti laitoksemme kokeilualueosaston metsänhoitaja H. Dolk, että harvennushakkausta suoritettaessa n. 20-vuotiaassa *Larix kurilensis*-metsikössä Ruotsinkylän kokeilualueella (n. 25 km pohjoiseen Helsingistä) oli todettu, että melkein kaikki lehtikuuset kyseellisessä metsikössä olivat sisästä ruskettuneita, mahdollisesti lahovikaisia; sen vuoksi olisi harkittava, olisiko parasta hakata koko kyseellinen metsikkö jo kokonaan pois.

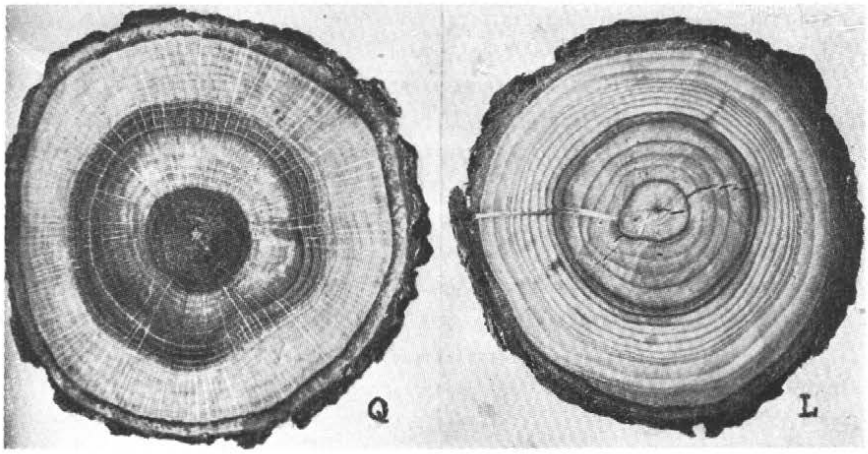
Paikalla käydessäni saatoin todeta, että puut olivat ulkopuolisesti terveen, jopa hyväkasvuisen näköisiä lukuunottamatta muutamia varjoon jääneitä ja siksi hidaskasvuisiksi menneitä yksilöitä. Muutamissa viimeksi mainituista oli havaittavissa kuorikuolioita ja niihin liittyviä pihkavuotoja etenkin rungon ylemmissä osissa. Näissä kohdin esiintyi runsaasti pientä discomycetiä *Godronia pineti* Jørst. Tämän lajin on Jørstad (1925 s. 129, 1945 s. 65) todennut esiintyvän Norjassa lehtikuusen kuolleessa latvuksessa, samoin männyssä (tätä määritystään hän ei pidä täysin varmana), mutta hän ei ole varma, onko se lainkaan parasiitti. Olen jo aikaisemminkin tavannut tämän sienen Suomesta männyltä saprofyyttinä (Kujala 1950 s. 34). Se menee siis kuitenkin täälläkin lehtikuuseen, ja vioittumien laatu on sen tapainen, että loisiminen näyttää todennäköiseltä. Hyvin mahdollista kuitenkin on, että tässä tapauksessa, kuten usein mikrosienituhoissa on asianlaita, esim. pakkanen tai muu tekijä on puuta ensin vaurioittanut, ja *G. pineti* on vasta sen jälkeen saastuttanut vaurioituneet kohdat. Epäilemättä se aiheuttaa puun pintaosan turmeltumista ja puun ruskettumista varsinkin ohuissa rungon osissa. Muista tuhosienistä esiintyi kyseellisessä lehtikuusikossa parissa rungossa *Stereum sanguinolentumia* varsin runsaasti ylös latvukseen asti, ja parin puun tyvessä oli tyypillistä *Fomes annosus*-lahoa. Näistä sienistä saattoi lähinnä viimeksi mainittu tulla kysymykseen yleisenä esiintyvän ruskettuman aiheuttajana. Ruskettumassa ei kuitenkaan ollut havaittavissa maannousemalaholle luonteenomaista musta-valkeapilkkuisuutta, ja se oli levinnyt oudon korkealle runkoihin.

Jo viikkoa aikaisemmin oli aluemetsänh. Yrjö Kanerva lähettänyt Punkaharjulta kiekkonäytteitä kurililaisesta ja eurooppalaisesta lehtikuusesta (Mv. 133 ja 135), joissa niinikään esiintyi epäilyttävän näköistä ruskettumaa. Näiden kiekkojen läpimitta oli —18 cm, vuosilustojen luku niissä — 17, joten kasvu on ollut erittäin hyvä. Muutamissa näistä näytteistä oli selvästi sienten aiheuttamaa ruskeata murenevaa lahoa. Yhdessä kiekossa oli myöskin mesisienen *(Armillaria mellea)* huovastoa kuoren ja puunpinnan välissä ja sen alla paksu kerros ruskeata lahopuuta. Toisessa tapauksessa oli puun pintaosassa samaan tapaan jo 3—4 cm paksuudelta lahoa, ja samalla kohdalla kaarnan pinta kauttaaltaan kalvomaisen, tiukasti kuoreen painautuneen sienen peittämä. Tämän itiöemän väri oli reunaosista valkea, keskiosista tummahkon ruskea, joten sienipeite näyttää valkean ja ruskean laikulliselta. Tämä sieni on luettava *Coniophora*-sukuun. Maist. N. Malmström in määrityksen mukaan se vastaa Karstenin selittämää lajia *C. subcinnamomea*. Karstenin muk. (1889 s. 437) se esiintyy kuusen kuorella ja hiiltyneellä mäntypuulla hyvin harvinaisena. Näyttää varmalta, että se on kyseellisen, ilmeisesti varsin aktiivisen pintalahon aiheuttaja, ja Punkaharjun tapaus osoittaa siis, että tämä sienilaji voi levitä myöskin lehtikuusiin.

Myöskin Punkaharjun lehtikuusinäytteissä esiintyy *Stereum saguinolentum* parissa tapauksessa lahon aiheuttajana, toisessa niistä edellämainitun *Coniophoran* seurassa. Parissa kiekossa, jotka on otettu hoikemmasta *Larix kurilensiksesta* puusta, esiintyy lisäksi pikkusieniä, jotka ovat tappaneet kuoren ja jällen, minkä seurauksena puun pintaan on muodostunut laajahko kuolio ja koro. Sillä kohden puu on mennyt ruskeaksi, ja runsas pihkanvuoto on havaittavissa. Kyseessä oleva sieni kuuluu imperfekti-sukuun *Phomopsis*, ja laji on ilmeisesti *P. pseudotsugae* Wils., jonka on todettu aiheuttavan tämän laatusia vaurioita nimenomaan myöskin lehtikuusissa. Aikaisemmin olen tätä lajia maastamme tavannut harvinaisena douglasian kuoresta, joka lieneekin sen tärkein isäntäkasvi (vrt. Kujala 1950 s. 76—77). Maannousemalahoa ei Punkaharjun näytteissä lainkaan esiintynyt, mutta kylläkin samantapaista ruskettumaa runkojen sisäosissa kuin Ruotsinkylän *Larix kurilensis*-metsikössä.

Puheena oleva yleinen ruskettuma on usein renkaan muotoisesti kiekossa esiintyvä (kuva 1 L). Vuosilustojen lasku osoittaa, että pahimmin ruskettunut on v:n 1940 lusto, sen ohessa on v:n 1942 lusto usein vahvasti ruskettunut, usein myöskin niiden välinen lusto. Samalla nämä lustot ovat v:n 1939 lustoa huomattavasti ohuempia. Kyseessä ovat siten ankaran kylmien sotatalvien jälkeisinä kesinä kehittyneet vuosilustot.

Mikroskooppinen tutkimus osoitti, että tässä ruskettumassa ei esiinny sienihyyfejä, sen sijaan siinä ilmenee rakenteellisia vikoja, ja ne ovat



Kuva 1. Q = *Quercus robur* (Punkaharjulta XII. 1950). Poikkil. rungosta 2 m korkeudelta. Tummuminen (»kuurengas») vuosien 1939—42 lustojen kohdalla sekä v:n 1933 lustossa ja siitä sydämeen asti. L = *Larix kurilensis* (Ruotsinkylästä XII. 1950). Poikkileikkaus rungosta n. 2 m korkeudelta. Tummumisrengas v:n 1940 lustossa, jonka lisäksi v:n 1935 ja 1936 rajakohdassa on ohut tummumisrengas.

Abb. 1. Q = Quercus robur (Punkaharju XII. 1950). Stammquerschnitt in Höhe von 2 m. Dunkler Ring (»Mondring») in den Jahresringen 1939—42, ein zweiter im Jahresring 1933 und von dort bis zum Mark. L = Larix kurilensis (Ruotsinkylä XII. 1950). Stammquerschnitt in Höhe von ca 2 m. Verbräunungsring im Jahresring 1940 und ein zweiter dünner Verbräunungsring an der Grenze der Jahresringe 1935 und 1936.

olleet siinä ilmeisesti alusta alkaen, ts. syntyneet jo silloin, kun kyseellinen kohta on ollut puun pintaosana. Näyttää näin ollen mahdolliselta, että kyseessä ovatkin pakkasen eikä lainkaan sienien aiheuttamat värimuutokset ja vauriot.

Pakkasen vaikutusta puihin ja pensaisiin on maassamme kyllä selvitettykin nimenomaan myöskin talven 1939—40 jäliltä (Linkola 1940, Vaarama 1941), mutta näissä tutkimuksissa ei ole kiinnitetty huomiota puiden runko-osissa ilmeneviin vaurioihin. Tätä kysymystä on sen sijaan melko paljon tutkittu Keski-Euroopassa (R. Hartig 1895, Petersen 1904, v. Tubeuf 1906, P. Sorauer — kts. P. Graebner 1924). Näytti aiheelliselta koettaa ottaa selville, minkälaatuinen nyt kyseessä oleva vaurioituma on, sekä esiintyykö sen kaltaisia vaurioita maassamme myöskin muissa puulajeissa kuin *Larix kurilensiksessa* ja *L. deciduassa.*

Tätä alustavaa tutkimusta varten otettiin syksyllä 1950 4—5 kiekkoa kustakin tutkittavaksi valitusta puulajista Ruotsinkylän kokeilualueelta, ja metsänh. Y. Kanerva lähetti niitä Punkaharjun kokeilualueelta. Lisäksi on tutkittavana ollut näytteitä Kuopiossa kasvaneista *Larix sibirica, L. decidua* ja *Abies sibirica*-puista. Kiekot on otettu, ellei toisin ole mainittu, nuorista, n. 20—30 vuoden ikäisistä puista n. 2 m korkeu-

delta maasta, toisin sanoen kohdista, joissa v. 1940 oli vasta pari kolme vuosilustoa, ja paksu kaarnapeite puuttui.

Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokoelmissa on myöskin keväällä ja kesällä 1940 eri puulajeista otettuja herbaarionäytteitä, joista talven 1939—40 aiheuttamat vauriot puiden lehdissä ja nuorissa kasvaimissa hyvin käyvät ilmi, samoin joukko spriinäytteitä pakkasen vaurioittamista varsiosista.

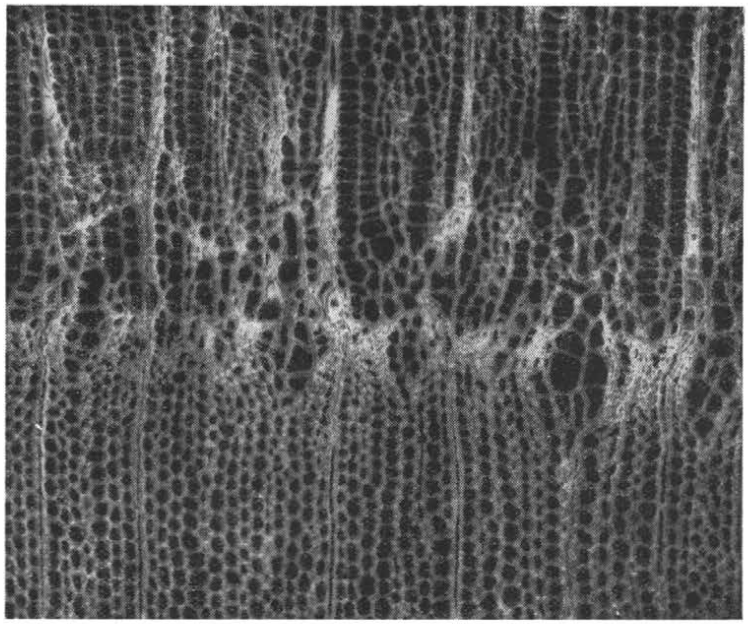
Seuraavan esityksen pohjana ovat mikrotomileikkaukset vaurioituneesta puusta. Ne on tutkittu värjäämättöminä. Muutamista leikkauksistä on otettu myöskin mikrovalokuvia heijastamalla voimakkaasti valaistu preparaatti suoraan valokuva-suurennuspaperille. Näin saatuja negatiivikuvia ovat kaikki tähän otetut mikrovalokuvat.

Ilmatieteelliseltä keskuslaitokselta olen prof. J. Keräsen myötävaikutuksella saanut pyytämäni keski- ja minimilämpötilatiedot Ruotsinkylästä, Punkaharjulta ja Kuopiosta vuosilta 1938—50. Lausun parhaat kiitokset tästä tärkeästä avusta.

Seuraavassa käsitellään eri puulajeista tekemäni havainnot.

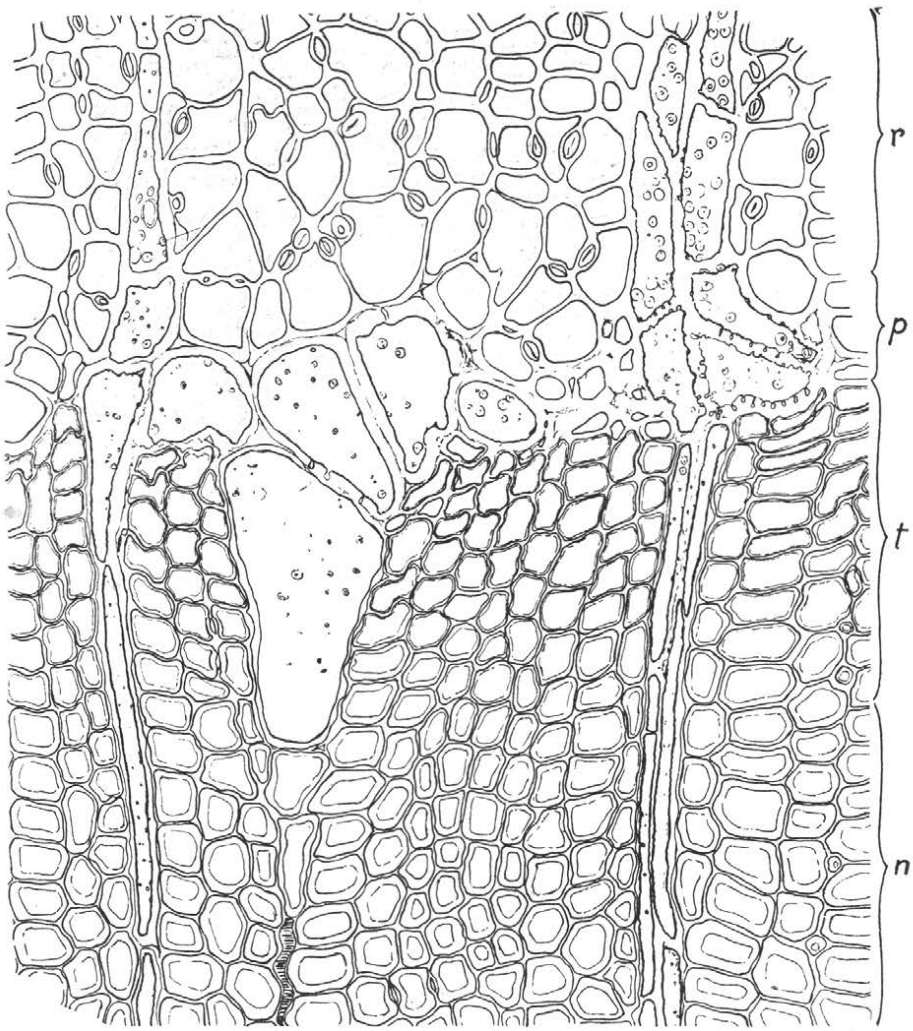
Lehtikuusi *(Larix)*.

Kun tarkastetaan Ruotsinkylän *Larix kurilensiksen* turmeltuneen vuosiluston poikkileikkausta (kuvat 2 ja 3), havaitaan, että v:n 1939 lusto on lähelle v:n 1940 luston rajaa rakenteeltaan terve ja hyvin kehittynyt, ainoastaan viimeksi syntyneet trakeidit siinä ovat turmeltuneita. Niiden solunseinämät ohenevat aste asteelta lustonrajaa kohden (kuva 3 kerros t), ja viimeiset niistä ovat painuneet täysin kokoon. Näyttää siltä, että oheneminen on aiheutunut siten, että trakeidien seinämien paksunnokset ovat jääneet muodostumatta; primäärinen solunseinä, keskilevy, on joks. normaali kaikissa soluissa. On vaikea näistä preparaateista varmasti päätellä, milloin ohutseinämäinen syyspuu on syntynyt. Todennäköisimmältä kuitenkin näyttää, että se on tapahtunut jo edellisenä kasvukautena, sillä muussa tapauksessa täytyisi otaksua alkujaan paksujen seinämien jälkeenpäin resorboituneen. Lustojen rajakohdassa havaitaan vielä muitakin anatomisen rakenteen muutoksia. Normaalin kevätpuun paikalla siinä on aluksi muodoltaan kokonaan muuttunutta tylppysolukkoa, jonka solut ovat osaksi huomattavan kookkaita, paksuseinäisiä ja vahvasti ruskettuneita. Niissä on runsaasti pistemäisiä huokosia (kuva 3 kerros p). Osaksi tämä solukko on ydinsädesolukkoa, joka on laajentunut ja lisääntynyt, mutta osaksi se on ydinsäteiden välikohtiin ilmeisesti jällestä tai, jos jällen solut ovat kuolleet, nilan soluista syntynyttä. Se muodostaa myöskin poikkileikkauskuvassa kiilamaisilta näyttäviä tylppysoluryhmiä, jotka tunkeutuvat osittain vuoden 1939



Kuva 2. *Larix kurilensis* (Ruotsinkylästä). Poikkileikkaus vuosien 1939 ja 40 lustojen rajasta. Suurennus 190 ×. Negatiivikuva.
Abb. 2. Larix kurilensis (Ruotsinkylä). Querschnitt von der Jahresringgrenze 1939 und 1940. 190 fache Vergrösserung. Negativbild.

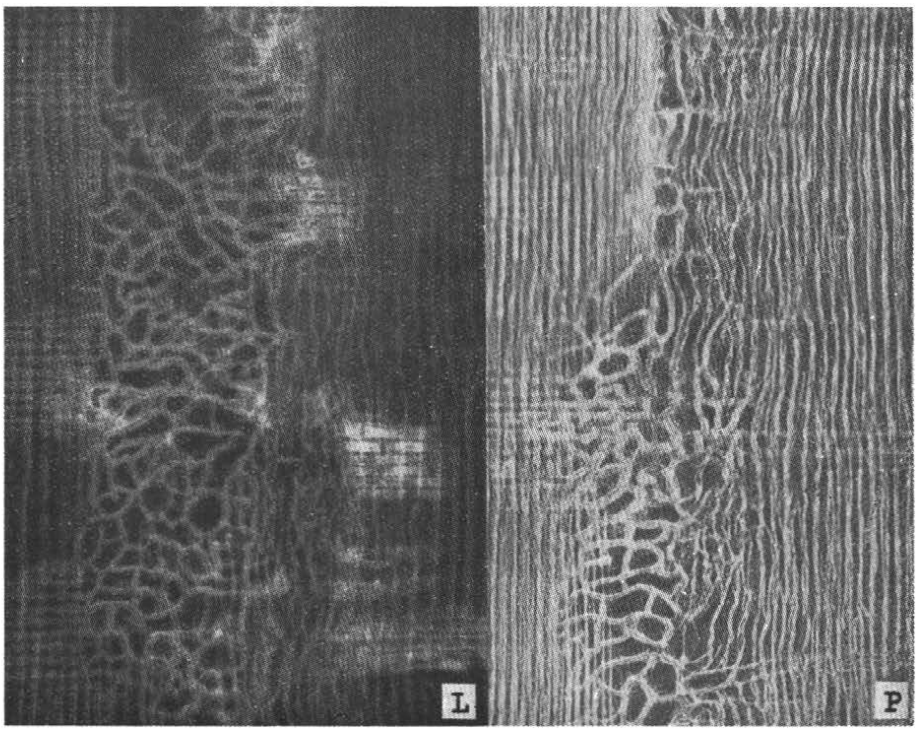
pehmenneen syyspuun sisään puristaen sen degeneroituja ohutseinäisiä trakeideja kokoon sivuille päin, niinkuin kuvasta 2 havaitaan. Halkileikkauskuvasta 4 L nähdään selvästi, että nämä syyspuuhun tunkeutuvat tylppysolukkokiilat saattavat olla ainakin parinkymmenen solun korkuisia. Muodoiltaan kysymyksessä olevat patologiset tylppysolut ovat melko epäsäännöllisiä. Tällaisen laajentuneen solukon, joka muistuttaa haavasolukkoa, kehittyminen edellyttää todennäköisesti, että puheenaolevaan vuosilustojen rajakohtaan on syntynyt solukkopaineen laukeaminen ellei suorastaan rakomuodostuma. Edellä puheena ollut syyspuun degeneroituminen on ilmeisesti ollut tärkeä tekijä tässä. Sitäpaitsi on ajateltavissa, että pakkanen on kutistanut puun ja kuoren solukoita eri määrässä ja eri suuntiin ja siten aiheuttanut jännityksiä, joista repeytymien syntyminen on ollut seurauksena, mahdollisesti on myöskin muodostunut jäätä kuoren ja puun rajakohtaan ja sen vaikutuksesta onteloita ja rakoja, jotka kehittyvä parenkymi on pyrkinyt täyttämään. (vrt. G r a e b n e r, o. c. s. 611). Näin on syntynyt poikkileikkauksessa renkaan muotoinen ruskettunut solukko vuoden 1940 luston kevätpuun alkuun. Tällainen tylppysolukko ei kuitenkaan jatku etemmäksi lustossa, vaan pian sen sekaan alkaa muodostua ruskettu-



Kuva 3. *Larix kurilensis* (Ruotsinkylästä). Poikkileikkaus vuosien 1939 ja 40 lustojen rajasta. n = normaalia syyspuuta, t = ohutseinäisiä trakeideja, p = patologista parenkymiä, t = muodoltaan epäsäännöllisten trakeidisolujen kerros. Suurennus 400 ×.

Abb. 3. Larix kurilensis (Ruotsinkylä). Querschnitt von der Jahresringgrenze 1939—40. n = normales Herbstholz, t = dünnwandige Tracheiden, p = pathologisches Parenchymgewebe, r = Schicht unregelmässig geformter Tracheiden. 400 fache Vergrösserung.

mattomia, rengashuokosilla varustettuja trakeideja (kuva 3 kerros r). Pitkittäisleikkauksesta (kuva 4 L) nähdään, että nekin ovat aluksi normaalia lyhyempiä ja mutkistuneita. Valaiseva on myöskin kuvan 5 esittämä vinosti tangentin suuntainen leikkaus lustojen rajakohdasta. Siinä nähdään vasemmalla aluksi normaalia syyspuuta ja siinä yhden solurivin levyisiä ydinsäteiden poikkileikkauksia. Oikealle siirryttäessä

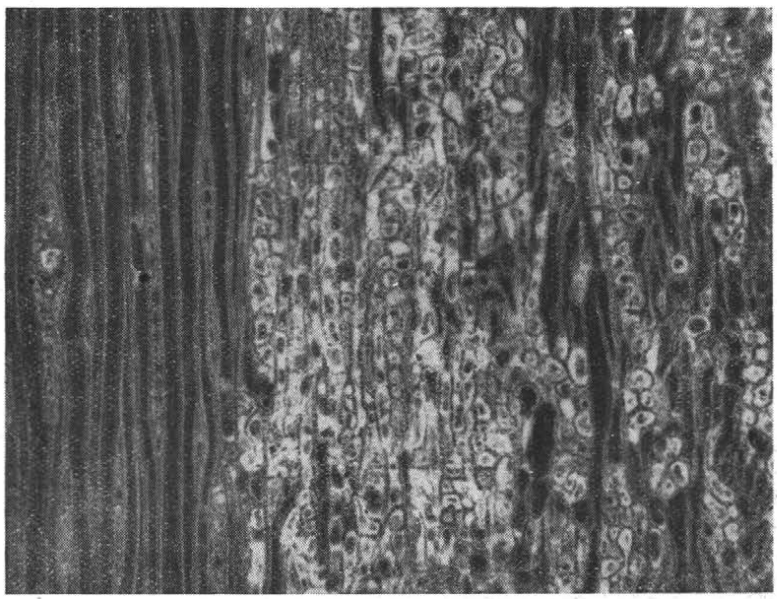


Kuva 4. Säteensuuntainen halkileikkaus vuosien 1939 ja 40 lustojen rajakohdasta. L = *Larix kurilensis* (Ruotsinkylästä); P = *Picea excelsa* (saksilainen provenienssi, Punkaharjulta). Suurennus 190 ×. Negatiivikuva.

Abb. 4. Querschnitt in der Markstrahlrichtung von der Jahresringgrenze 1939—40. L = Larix kurilensis (Ruotsinkylä); P = Picea excelsa (sächsische Provenienz, Punkaharju). 190 fache Vergrösserung. Negativbild.

tulee ensin vastaan pelkän tylppysolukon muodostama kerros, joka vähitellen jakaantuu erillisiksi sukkulamaisiksi tylppysoluryhmiksi (kuvassa oikealla), jotka yhä etempänä ohenevat normaaleiksi ydinsäteiksi (ei näy kuvassa). Luston syyspuu on rakenteeltaan jo täysin normaali, eikä myöskään vuosien 1940 ja 41 rajalla ole mitään deformaatiota havaittavissa.

Tällainen on v:n 1940 turmeltuneen luston rakenne. Mutta jos tarkastetaan kuvaa 1 L vielä, havaitaan siinä myöskin lähempänä keskustaa, vuosien 1934 ja 35 lustonrajassa ohut ruskettumarengas. Ruskettuma siinä rajoittuu pelkästään lustojen rajakohtaan. Mikroskooppinen tutkimus osoittaa, että rakenne on siinä muuttunut samaan tapaan kuin vuosien 1939 ja 40 rajalla. Niinpä siinäkin v:n 1934 syyspuun trakeidien seinämät ohenevat asteittain lustorajaa kohden viimeisten niistä ollessa hyvin ohutseinäisiä ja kokoon lysähtäneitä. Näitä ohutseinäisiä soluja seuraa aluksi tässäkin ruskettunut patologinen parenkymi, joka kui-



Kuva 5. Tangentinsuuntainen hieman vino leikkaus *Larix kurilensisksen* rungosta vuosien 1939 ja 40 lustojen rajasta (Ruotsinkylä). Suurennus 190 ×. Negatiivikuva.

Abb. 5. Tangentialer, etwas schräger Längdschnitt von Larix kurilensis von der Jahresringgrenze 1939—40 (Ruotsinkylä). 190 fache Vergrösserung. Negativbild.

tenkin pian vaihtuu normaaliksi puusolukoksi. Ydinsäteiden solukko on deformaatioalueella vahvasti paisunutta ja ruskettunutta, sitäpaitsi sen solut pahimmassa vauriokohdassa ovat taipuneet luonteenomaisella tavalla mutkalle sivulle päin, niinkuin asianlaita on ollut myöskin R. Hartigin tutkimissa kuusissa ja männyissä (1900 s. 220—222). Ilmeisesti tässä vaurio on sattunut muuttuneen kohdan ollessa jältenä puun ja kuoren rajassa, ja todennäköisimmin tässäkin on pakkasvaurio kyseessä. Sitä ei kuitenkaan ole seurannut niin laaja ruskettuminen kuin sotavuosina. Muutamissa muissakin kyseellisen metsikön *Larix kurilensis*-yksilöissä esiintyi vastaavassa kohdassa vauriorengas.

Mainittakoon, että Ruotsinkylästä 17. VI. 1940 lehtikuusen nuorista kasvaimista otetuissa spriissä säilytetyissä kappaleissa havaitaan ohut, n. 8 solukerran vahvuinen v:n 1940 lusto. Se on läpeensä vahvasti ruskettunut ja rakenteeltaan samoin muuttunut kuin edellä tutkituissa näytteissä. Tämä näyte vahvistaa sen, että nämä patologiset rakenteen muutokset ovat syntyneet ainakin ennen kesäkuun puoliväliä.

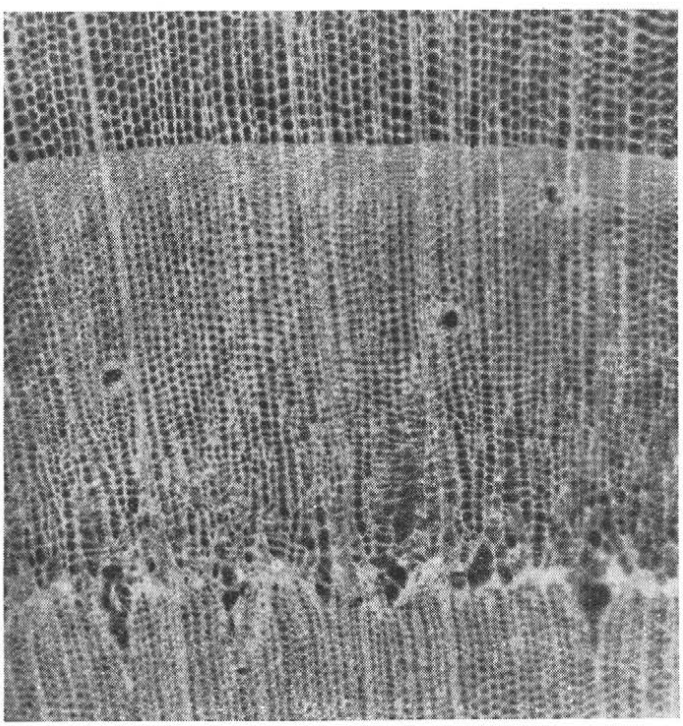
Merkillistä oli, että Kuopion *Larix decidua*-näytteissä ei vaurioita esiintynyt, vaikka tässä puulajissa Punkaharjulla havaitaan selvä ruskettuma ja anatomisia muutoksia parissa kiekossa. Kuopion näytteet

erosivat sikäli, että ne oli otettu isompien puiden latvoista. — *Larix sibiricasta* tutkittiin näytteitä kaikilta kolmelta alueelta, mutta missään niistä ei havaittu vaurioita, joita voitaisiin pitää pakkasen aiheuttamina. Kaikesta päättäen tämä kontinentaalinen laji kestää niitä paremmin kuin merellisemmät *L. kurilensis* ja *L. decidua*.

Kuusi (*Picea excelsa*).

Tutkittavanani on ollut näytteitä seuraavista Punkaharjun kansainväliseen koesarjaan kuuluvista kuusiprovenienssseista: Muonio, Kivalo, Pieksämäki, Elimäki, Norja, Eesti, Sveitsi ja Saksi.

Kuusissa näyttävät väri- ja rakennemuutokset olevan maassamme harvinaisia, mikä jonkinverran oudoksuttaa, kun ne ovat Keski-Euroopassa R. Hartigin mukaan (o. c.) hyvin yleisiä. Vuosi-



Kuva 6. *Picea excelsa* (Punkaharju, saksilainen provenienssi). Poikkileikkaus vuoden 1940 lustosta; lustoraja 1939—40 deformoitu, lustoraja 1940—41 normaali. Suurennus 80 ×. Negatiivikuva.

Abb. 6. Picea excelsa (Punkaharju, sächsische Provenienz). Querschnitt vom Jahresring 1940; Jahresringgrenze 1939—40 deformiert, Jahresringgrenze 1940—41 normal. 80 fache Vergrösserung. Negativbild.

lustojen paksuudessa kuitenkin havaitaan suurta vaihtelua muutamissa provenienssseissa, samoin vuosilustojen pihkatiehyeitten määrissä. Hartigin muk. (1895 s. 7) myöskin pihkatiehyeiden epätavallinen lisääntyminen on halloista johtuva ilmiö. Tutkimissani näytteissä oli varsinkin vuoden 1943 ja 44 lustoissa pihkatiehyeitä kevätpuussa aivan vieri vieressä ympäri puun, ei siis kuitenkaan vuoden 1939 tai 40 lustossa. Tarvittaisiin kuitenkin suurempi aineisto kuin tässä käytetty, jotta tästä pihkatiehytrunsaudesta saataisiin varmaa tilastoa. Tulkoon mainituksi, että aineiston pohjoisissa provenienssseissa ohuimmat lustot olivat vuosilta, 1943 ja 44, eteläisimmissä provenienssseissa (Sveitsi ja Saksi) taasen vuosilta 1940, 41 ja 42, eli samoilta kuin edellä lehtikuusissa.

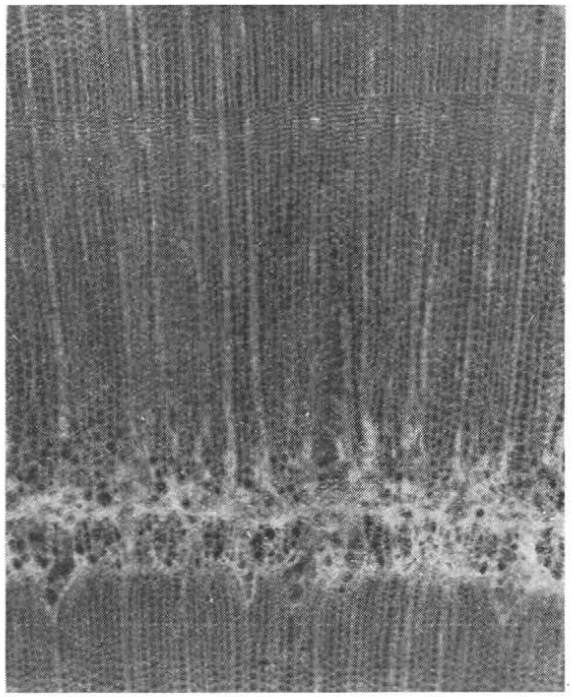
Anatomisen rakenteen muutoksia esiintyy vain saksilaisessa provenienssissa. Kuten kuvasta 6 havaitaan, esiintyy siinä v:n 1939 ja 40 rajakohdassa samanlainen vaurio kuin edellä lehtikuusissa. Myöskin halkileikkauskuva on hyvin samanlainen kuin viereinen lehtikuusesta saatu (kuva 4 P).

Kuusista tekemämme havainnot näyttäisivät näin ollen viittaavan siihen, että eteläiset provenienssit ovat kärsineet enemmän halloista kuin pohjoiset: niiden paksuuskasvu on heikentynyt enimmän ja vain niissä on havaittavissa ruskettumista ja patologisia rakenteen muutoksia.

Jalokuuset *(Abies)*.

Jalokuusista oli tutkittavana ainoastaan pihtakuusen ja länsiamerikkalaisen *Abies grandiksen* rungosta sahattuja kiekkoja. Pihtakuusissa ei esiintynyt lainkaan vaurioita, sen sijaan *A. grandiksen* rungossa on selvä ruskettumisrengas v:n 1940 luston kohdassa. Niinkuin kuvasta 7 havaitaan, esiintyy tässä lustossa kaksikin vauriorengasta, toinen »tavallisessa paikassa» edellisen vuoden syyspuun rajassa, toinen hieman ulompana kevätpuussa. Kumpaisenkin rakenne muistuttaa kovasti edellä puheena olleita lehtikuusen ja kuusen vauriorenkaita. Näyttääkin ilmeiseltä, että sisempi rengas tässä on samaan aikaan ja samanlaisista syistä syntynyt kuin edellä puheena olleet, mutta ulomman syntyyn täytynee otaksua olleen ainakin ajallisesti toinen syy, nähtävästi keväthalla. Keväthallojen aiheuttamia vaurioita onkin puiden rungossa todettu usein. Niitä ovat esim. kaikki R. Hartigin (1895 s. 1—8) kuvaamat kaksoislustot.

Erittäin suuressa määrässä nämä vauriot muistuttavat myöskin v. Tubeufin (1906 s. 349, Taf. XXI Fig. 1—4) kuvaamia salaman aiheuttamia vaurioita. Jos näin erilaiset tekijät kuin halla, mekaaninen repeytyminen ja salaman vaikutus voivat aiheuttaa jokseenkin identtisiä



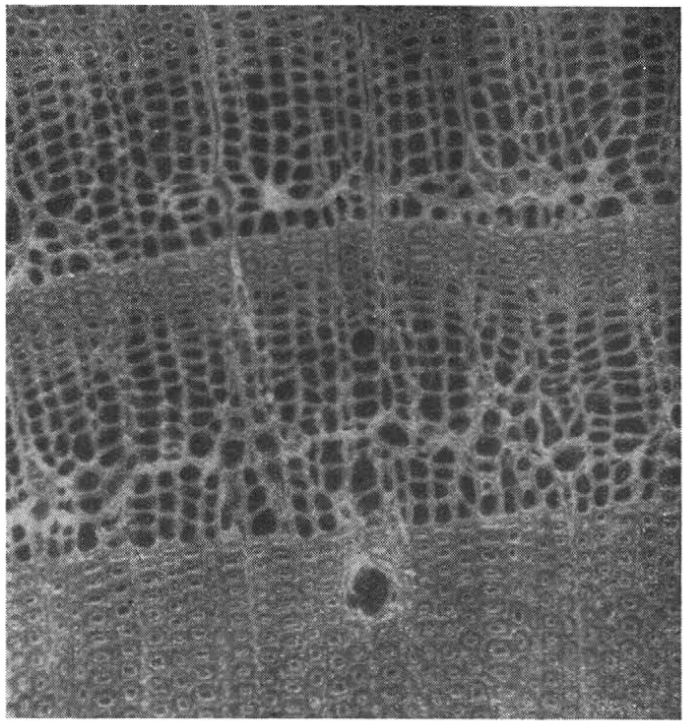
Kuva 7. *Abies grandis* (Punkaharju). Poikkileikkaus v:n 1940 lustosta. Kaksi peräkkäistä häiriötä v:n 1940 kevätpuussa. Suurennus 80 ×. Negatiivikuva.

Abb. 7. Abies grandis (Punkaharju). Querschnitt vom Jahresring 1940. Zwei sukzessive Deformationen im Frühjahrsholz 1940. 80 fache Vergrösserung. Negativbild.

vauriorakenteita puihin, on syypäätelmiä tehtäessä oltava varovaisia. Kun tässä tapauksessa kuitenkin kyseessä ovat vasta taimiasteella olleet puut, salama tuskin on voinut olla näiden tuhojen aiheuttajana.

Douglasia *(Pseudotsuga mucronata)*.

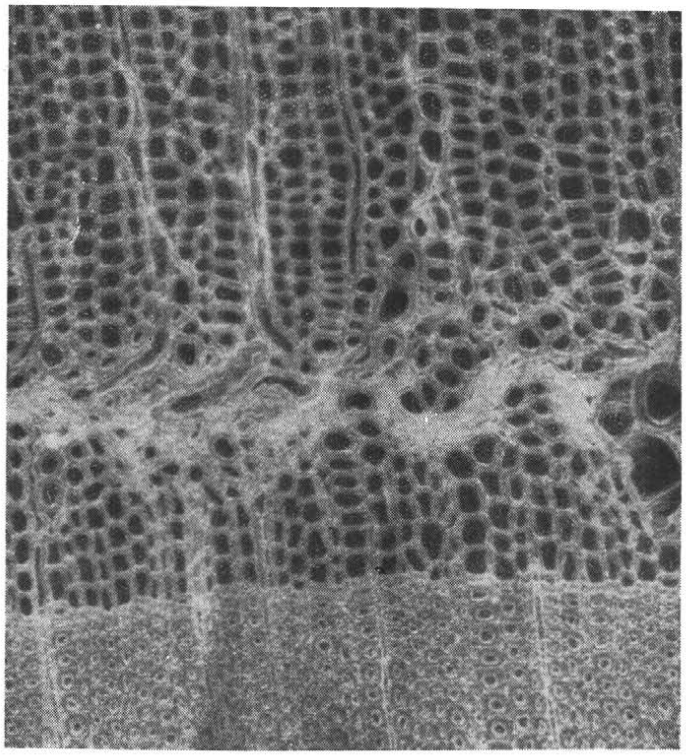
Tästä puulajista Punkaharjulta saapuneissa kiekoissa ovat vuosien 1940—42 lustot ohuita ja ruskettuneita. Anatomisen rakenteen muu-



Kuva 8. *Pseudotsuga mucronata* (Punkaharju). Poikkileikkaus v:n 1940 luston kohdalta. »Hallarengas» v:n 1940 ja 1941 kevätpuussa. Suurennus 190 ×. Negatiivikuva.

Abb. 8. Pseudotsuga mucronata. (Punkaharju). Querschnitt vom Jahresring 1940. »Frostring» im Frühjahrsholz von 1940 und 1941. 190 fache Vergrösserung. Negativbild.

toksia esiintyy niissä eri kohdissa, useimmin kuitenkin v:n 1940 ohuessa lustossa. Joskus niitä siinä on kaksikin samaan tapaan kuin edellä *Abies grandiksessa* havaittiin. Myöskin seuraavan vuoden 1941 lustossa on usein vauriorengas, mutta ei aivan lustorajassa (kuva 8). Yhdessä kiekossa on näiden lisäksi silmäänpistävän voimakas vaurio v:n 1943 luston kevätpuussa (kuva 9). Varsinkin viimeksi mainittu muistuttaa rakenteeltaan lehtikuusesta edellä kuvattua vauriorengasta; ohutseinäisten trakeidien määrä vauriokohdan ympärillä on kuitenkin tässä hyvin pieni. — Näyttäisi siltä, että tutkittavana olleet douglasia provenienssit ovat melkoisen hallanarkoja.

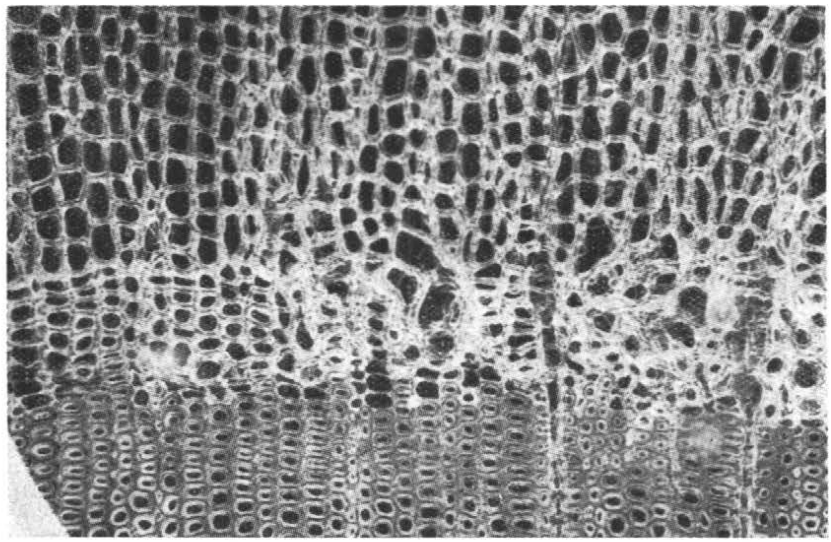


Kuva 9. *Pseudotsuga mucronata* (Punkaharju). Deformaatio v:n 1943 lustossa. Suurennus 190 ×. Negatiivikuva.

Abb. 9. Pseudotsuga mucronata (Punkaharju). Deformation im Jahresring von 1943. 190 fache Vergrösserung. Negativbild.

Vuorimänty *(Pinus montana)*.

Jossain määrin odottamatonta oli, että myöskin vuorimännyn *(Pinus montana)* rungossa esiintyy v:n 1940 lustossa ruskettumarengas sekä sen yhteydessä patologisia rakenteen muutoksia. Tässä tapauksessa vaurio vuosilustossa ei kuitenkaan uletu ympäri puun. Kun seurataan v:n 1939 lustoa terveestä kohdasta sivulle päin, havaitaan että syyspuun uloin osa noin 8 solukerran paksuudelta yhtäkkiä muuttuu ohutseinämäiseksi (kuva 10 vas.). Edelleen siirryttäessä (kuvassa oikealle) tulee saman solukon jatkona vastaan paljo pahemmin deformoitua solukkoa, jossa kuitenkin vielä nähdään joitakuita edellä mainitulla tavalla normaalia



Kuva 10. *Pinus montana* (Punkaharju). Poikkileikkaus vuosien 1939 ja 40 lustorajasta. Suurennus 190 ×. Negatiivikuva.

Abb. 10. Pinus montana (Punkaharju), Querschnitt von der Jahresringgrenze 1939—40. 190 fache Vergrösserung. Negativbild.

ohutseinäisempiä syyspuuhun kuuluvia trakeideja riveissä sekä niiden seassa isoja, paksuseinäisiä, ruskettuneita tylppysoluja. Viimeksi mainitut kuuluvat osaksi ydinsäteihin, osaksi ne sijaitsevat niiden väleissä, usein ryhmissä. Näin ollen tämä deformoitu solukko vastaa sijainniltaan syyspuuta. Tällainen vaurio voinee johtua vain siitä, että puuta on kohdannut pakkastuho jo syksyllä 1939 kasvukauden lopulla. Mikäli otaksuttaisiin, että puuta on kohdannut vaurio vasta talvi- tai kevätpakkasten johdosta, olisi pakko otaksua, että enemmän tai vähemmän valmiit trakeidit ovat jälkeenpäin muuttuneet ohutseinäisiksi, ja sen jälkeen olisi tuota patologista parenkymiä kehittynyt. Niin houkuttelevalta kuin tuntuisikin viedä nämä vauriot kokonaan talven 1939—40 todella ankaroiden pakkasten tilille, ei niiden sijainti siis kuitenkaan oikeuta sitä; on myöskin huomattava, että vielä ankaramman talven 1941—42 jälkeen ei rakennehäiriöitä ole havaittavissa kuin harvassa poikkeustapauksessa. Vuorimännystä tehdyt havainnot sopivat hyvin yksiin lehtikuusista ym. edellä esitettyjen kanssa: niissäkin vaurion alku sijaitsee jo v:n 1939 syyspuun viimeisissä solukerroissa, ero on vain siinä, että vaurioituneen solukon raja on niissä vähittäinen, tässä jyrkkä.

Tammi *(Quercus robur)*.

Lehtipuista valittiin tammi tutkittavaksi. Olihan syytä otaksua, että tämä maassamme eteläinen puu saattaa vaurioitua talvipakkasista. Tammelle on ainakin Suomessa luonteenomaista, että sen sydänpuu on väliin, mutta ei kuitenkaan aina, vahvasti tummunutta. Onko sekin ehkä talviemme aiheuttama sairausilmiö?

Kuva 1 Q esittää erästä Punkaharjulta lähetettyä kiekkoa nuoren tammen rungosta. Siinä nähdään selvä tummumisrengas, ja lustojen lasku osoittaa, että se sijaitsee vuosien 1940—42 lustoissa. Kuitenkin esiintyy myöskin kiekon keskustassa vuosien 1935 ja 34 lustorajasta alkaen vahvasti tummunutta puuta. Näiden tummuneiden alueiden välikin on osaksi tummunut. Toisissa kiekoissa ei rengasta olekaan erotettavissa, ja tummunut alue on yhtenäinen, ja se on väliin levinnyt myöskin lähemmäksi puun pintaa noudattamatta määrättyä lustorajaa. Kuitenkin näyttäisi mahdolliselta, että pakkastalvet ovat kiihdyttäneet puun tummumista, mihin tammella nähtävästi on muutenkin taipumusta.

Kuvassamme esiintyvä tummumisrengas muistuttaa näöltään melkoisesti ns. kuurenkaita (Mondringe), joita Keski-Euroopassa on tammen puussa havaittu. Esim. Lautenschlager on kuvannut erään Bialoviesan aarniometsässä kasvaneen suurehkon tammen, jossa on kaksi sisäkkäistä kuurengasta. Hän selittää niiden aiheutuneen voimakkaista apuharvennuksista ja siitä johtuneesta liian rehevästä kasvusta. Liian nopeakasvuinen puukerros on lahoamiselle ja siitä johtuvalle ruskettumiselle altis. Graebnerin mukaan (o. c. s. 355) kuurenkaissakin esiintyy usein parenkymirengas, jonka muodostamiseen varsinkin ydinsädesolut ottavat osaa. Näyttäisi siksi siltä, että kuurenkaan primäärisenä syynä voi olla pakkasen vaikutus, vaikka sitten myöskin sieniä on ilmestynyt tuhoa jatkamaan. Kun »pakkasparenkymi» on heikosti puutunutta, voi se olla monille sienilajeille paljon suotuisampi kasvualusta kuin normaali täysin puutunut solukko.

Tutkimissani tummuneissa tammen kiekoissa ei esiinny anatomisia rakennehäiriöitä. Että tammessakin niitä kuitenkin talven 1939—40 jäliltä saattaa esiintyä, sitä osoittavat spriimateriaalista tekemäni havainnot. Se käsittää 8. IX. 1940 otettuja, vain 2-vuotiaita varrenkappaleita. Niihin on kesällä 1940 kehittynyt ohut vuosilusto, joka on varsin vahvasti ruskettunut ja kevätosastaan myös rakenteeltaan deformoitunut. Aluksi siinä ei esiinny lainkaan putkiloita, ydinsäteet vain ovat laajentuneet ja muuta tylppysolukkoa on kehittynyt runsaasti. Se on läpeensä ruskettunutta. Niissä paikoin ydinsäteiden välikohdissa, missä isojen putkiloiden ryhmien pitäisi esiintyä, on ryhmissä jonkinverran muita suurempia soluja, joiden sisältö on amorfista, kellanruskeata. Ne lienevät kehityksestään estyneitä putkilosoluja. Lustojen

1940 ja 39 välinen raja on paikoin jyrkkä, paikoin epäsäännöllinen sen vuoksi, että syyspuun viimeiset solukerrat ovat menneet ohutseinäisiksi, tavallaan samaan tapaan kuin havupuissa edellä.

Havaintomme tammesta viittaavat siihen, että puun tummuminen saattaa olla pakkasista, ehkä erityisesti juuri talven pakkasista riippuva ilmiö. Sen ei tarvitse olla anatomisiin rakenteen muutoksiin sidottu.

Leppä *(Alnus)*.

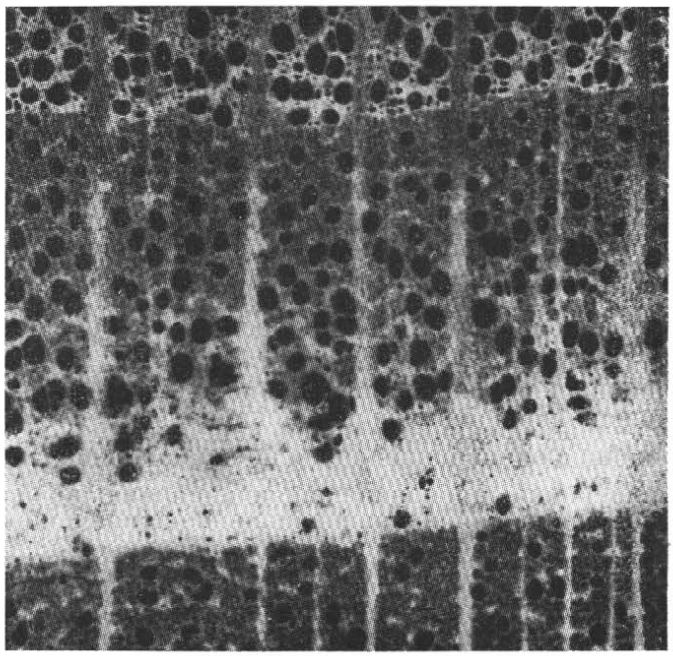
Retkeillessäni Aunuksessa kesällä 1942 yhdessä apulaisprof. Niilo Söyringin kanssa, herätti huomiotamme Suurimäen seudussa se, että paljo kookkaita tervaleppiä oli kuollut, ilman että mitään muuta syytä siihen olisi ollut havaittavissa kuin sotatalvien kovat pakkaset. Muista puulajeista vain vaahtera ja jalava olivat samalla tavoin kuivuneet. Tervaleppä saattanee siis olla jonkinverran pakkasenarka.

Punkaharjulta saamissani tervalepän kiekoissa on v:n 1940 lusto jäänyt silmäänpistävän ohueksi. Mikroskooppitutkimus osoittaa, että ydinsädesolujen sisältö on siinä ruskettunut, vahvimmin juuri lustojen rajalla. Säteensuuntaisista pitkittäisleikkauksista havaitaan, että myöskin puuparenkymirivit ovat läpeensä ruskettuneet, vieläpä myös v:n 1939 lustossa. Rusketusaine esiintyy soluissa nestemäisinä pisaroina. Näyttää siltä, että vahvasti ruskettuneiden solujen seinämät olisivat tavallista ohuemmiksi jääneet. Muita anatomisia muutoksia en tervalepässä havainnut.

Myöskin harmaalepästä *(Alnus incana)* olen tutkinut joukon kiekkoja, mutta niissä ei näy senkään vertaa muutoksia kuin tervalepässä. Mahdollisesti on kuitenkin muutamissa kiekoissa vähäinen tummennus v:n 1940 lustossa. Kun tervaleppä on eteläisempi puulaji kuin harmaaleppä, näyttää tämä eroavaisuus niiden suhtautumisessa talven 1939—40 pakkasiin ymmärrettävältä.

Pihlaja *(Sorbus aucuparia)*.

Pihlajan otin tutkittavaksi lähinnä sen vuoksi, että sen sydänpuu on Suomessa varsin yleisesti tummunut samaan tapaan kuin tammen. On sanottava, että yleensä pihlaja näyttää kestäneen talven 1939—40 pakkaset hyvin. Kuitenkin on kesän 1940 lusto ohut, ja yhdessä kiekossa on tässä vuosilustossa selvä rakennevauriokin havaittavissa ympäri puun. Sitä esittää kuva 11. Siinä on verrattain paksu tylppysolurengas v:n 1940 kevätpuussa. Sen muodostavat osaksi ydinsädesolut, osaksi muut.



Kuva 11. *Sorbus aucuparia* (Punkaharju). Poikkileikkaus v:n 1940 lustosta. Kuvassa valkeat osat ovat vahvasti ruskettuneita. Suurennus 80 ×. Negatiivikuva.

Abb. 11. Sorbus aucuparia (Punkaharju). Querschnitt vom Jahresring 1940. Die in der Abbildung hell erscheinenden Teile sind stark verbräunt. 80 fache Vergrösserung. Negativbild.

Tähän deformaatiorenkaaseen ei ole juuri lainkaan kehittynyt putkiloita. Ruskettuma jatkuu ydinsäteissä v:n 1940 lustosta myöskin v:n 1939 lustoon ja syvemmällekin puun sydämeen pä'n, sitävastoin ei etemmäksi pintapuuhun, joka onkin valkeaa, koko sydänpuun ollessa tummunutta. Tummuminen johtuu siis selvästi juuri tästä solujen sisällön ja seinämien ruskettumisesta. Muuten ruskettuminen on pihlajassa samantapaista kuin tammessa, yleensä epäsäännöllisesti levinnyttä. Kemiallisia eroavaisuuksia niissä kuitenkin saattaa olla; siten syntyi pihlajan tummuneen puun pintaan valkeata häärmettä, jota tammeen ei ilmestynyt.

Näyttäisi siis siltä, että pihlajakaan ei aina selviydy ilman vaurioita kovista pakkasista.

Lämpötilat.

Kun tarkastellaan havaintopaikkojemme lämpötiloja, voidaan todeta, että talvi 1939—40 oli poikkeuksellisen kylmä, mutta vielä kylmempi oli talvi 1941—42 niinhyvin eri kuukausien keskiarvojen kuin

minimilämpötilojen mukaan arvosteltuna. Kun ruskettumat puiden rungoissa näyttävät keskittyvän juuri näiden kahden talven jälkeiseen vuosilustoon, joskin ne ovat väliin levinneet laajemmallekin, näyttäisi siltä, että ruskettuma riippuu noiden talvien kovien pakkasten aiheuttamista vaurioista puussa. Niinkuin edellä on esitetty, havaintoni eivät kuitenkaan osoita, että myöskin patologiset rakenteen muutokset olisivat seurausta talvipakkasista, vaan ne viittaavat kasvukauden lopulla v. 1939 sattuneisiin halloihin. Absoluuttinen minimilämpötila onkin ollut syyskuussa 1939 alin: Punkaharjulla —4.7°, Ruotsinkylässä —6.2°. Myöskin syksyllä 1941 ja 1942 on Punkaharjulla ollut syyskuussa jo —2.2° ja —3.3° halla, mutta niitä tärkeämpiä ovat puiden rakenteen osoituksen mukaan olleet keväthallat. Kesäkuussa on puheena olevina vuosina merkitty hallaa Punkaharjulla v. 1940 —2.7° ja v. 1941 —1.5°. Ruotsinkylässä v. 1940 ei ollut hallaa kesäkuussa, mutta v. 1941 oli —1.5°. Todennäköiselta kuitenkin näyttää, että tutkimissani kiekoissa kevätpuussa havaittavat hallarenkaat ovat syntyneet jo toukokuun aikana. Tässä kuussa on halloja sattunut useimpina vuosina, ankarimmat keväällä 1942, jolloin Punkaharjulla on merkitty —10.0° ja 1944 —7.4° absol. minimi; Ruotsinkylässä —6.3° ja —3.7°. Jotta täsmällisesti voitaisiin sanoa, minkä ajan halla on minkin vauriorenkaan aiheuttanut, olisi tiedettävä, mihin aikaan mikin kevätpuun solukerta on syntynyt. Sen määrittäminen on vain laajemman eri vuosiin kohdistetun erikoistutkimuksen perusteella mahdollista. Tässä tyydymme vain toteamaan, että kaikki havaitsemamme keväthallarenkaat esiintyvät melko varhaisina lustoissaan.

Yhteenveto.

Edellä esitetyistä havainnoista on käynyt selville, että Etelä- ja Keski-Suomessa esiintyy sekä havu- että lehtipuiden rungoissa tavallisesti vuosien 1940—42 lustoihin keskittyvä ruskettumarengas. Varsinkin vuoden 1940 lustossa esiintyy sen ohessa rakennehäiriöitä, tavallisimmin heti vuoden 1939 luston rajassa. Ruskettumisilmiöt johtuvat ilmeiseisti vuosien 1939—42 kovista talvipakkasista, sen sijaan patologiset rakennehäiriöt useimmiten näyttävät syntyneen kasvukaudella sattuneista halloista.

Hyvin selvinä nämä muutokset ovat olleet havaittavissa *Larix kurilensiksessa*, *L. deciduassa*, *Abies grandiksessa*, *Picea excelsan* saksilaisessa provenienssissa ja *Pinus montanassa*, sitävastoin pohjoisissa kotimaisissa puissa, kuten männyssä, kuusen pohjoisissa proveniensseissa, koivulajeissa, haavassa samoinkuin pihtakuusessa ja siperialaisessa lehtikuusessa niitä ei ole voitu lainkaan havaita, mutta kyllä kotimaisessa tammessa ja tervalepässä jonkin verran, jopa kerran pih-

lajassakin. Näyttää siltä, että eteläiset ja maritimiset puulajit ja provenienssit ovat alttiimpia näille vaurioille kuin pohjoiset ja kontinentaaliset. Tämä johtunee siitä, että Suomen kesä ei ole kyllin pitkä ja lämmin ensinmainittujen puun kypsymiselle, jonka vuoksi syyshallat vaurioittavat niitä, ja luultavasti vielä talvipakkasetkin. Missä määrin tammen ja pihlajan sydänpuun yleinen tummuminen aina riippuu pakkasen vaikutuksesta, on epävarmaa, mutta muutamissa tapauksissa ne todennäköisesti ovat edistäneet sitä. N. s. kuurenkaat, joita Keski-Euroopassa on tammien rungoista tavattu, muistuttavat suuresti pakkasen aiheuttamia ruskettumisrenkaita Suomessa.

Anatomisen rakenteen muutoksia esiintyy useissa vuosilustoissa ja niiden eri osissa, yleisimmin vuosien 1939—40 lustojen rajakohdassa.

Vaurioitumiskohdan rakenteessa havaitaan toisaalta siihen rajoittuvien syyspuuhun kuuluvien trakeidien seinämien jääminen ohuiksi, ja näiden solujen kokoon painuminen, toisaalta usein suurikokoisten, paksuseinäisten, sekä sisällöltään että seinämiltään vahvasti ruskettuneiden tylppysolujen muodostuminen. Tämä patologinen parenkymi muistuttaa haavaparenkymiä. Se muodostaa yhtenäisen ohuen kerroksen ja tunkeutuu kiilamaisesti v:n 1939 pehmenneen syyspuun sisäänkin. Sen solut ovat osaksi syntyneet ydinsäteiden soluista, osaksi suoraan jällestä tai, milloin se on kuollut, nilasta.

Aikaisemmin on m. m. R. Hartig todennut, että tällaisia vaurioita syntyy pakkasen vaikutuksesta, mutta myöskin mekaanisista syistä ja salaman vaikutuksesta on niitä havaittu syntyvän (kts. Graebner 1924 s. 609, 729). Viimeksi mainittu ei tässä voi olla kysymyksessä, mutta mekaaniset tekijät kyllä. Niistä on mahdollisesti kuoren ja puun erilainen kutistuminen ja jään muodostuminen hallan aikana tärkeä.

Kyseelliset ruskettumisilmiöt kuuluvat siis loisettomiin tauteihin. On kuitenkin todennäköistä, että näin sairastuneet kohdat tarjoovat mieluisan ravintoalustan monille tuhosienille. Siten on mahdollista, että esim. *Godronia pineti* Jørst. ja *Phomopsis pseudotsugae* Wils., samoin *Stereun sanguinolentum* ovat pakkasvaurioiden johdosta päässeet puihin tunkeutumaan. Miten esim. *Fomes annosus* suhtautuu pakkasvaurioihin, on jäänyt selvitystä vaille.

Tässä orientoivassa tutkielmassa ilmenneet seikat kehoittavat jatkamaan tutkimuksia pakkasen vaikutuksesta eri puulajeihin ja provenienssiin paljo laajemman materiaalin perusteella kuin tässä on ollut käytettävänä. Niiden viihtymismahdollisuudet Suomessa saisivat siten merkityksellistä lisävalaistusta. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen kokeilualueissa sijaitsevat professori Olli Heikinheimon perustamat lukuisat eri puulajien ja provenienssien kulttuurit tarjoavat oivallista aineistoa tällaisillekin tutkimuksille.

Kirjallisuutta.

Graebner, Paul. 1924. Die nichtparasitären Krankheiten. — Handb. der Pflanzenkrankheiten, begr. von Paul Sorauer, I Bd. Berlin.

Hartig, 1895. Doppelringe als Folge von Spätfrost. — Forstl. naturw. Zeitschr. 1895, S. 1—8.

—»— 1900. Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Berlin.

Jørstad, I. 1925. Norske skogssygdommer. I. Nåletresykdommer bevirket av rustsopper, ascomyceter og fungi imperfecti. — Medd. fra det Norske Skogforsögsvesen, H. 6. Oslo.

—»— 1945. Parasittsoppene på kultur- og nyttevekster i Norge. I. Sekksporesopper (Ascomycetes) og konidiesopper (Fungi imperfecti). — Melding fra Statens Plantepatologiske Insititut, Nr. 1. Oslo.

Karsten, P. A. 1889. Kritisk översigt af Finlands Basidsvampar. — Bidr. till känned. af Finlands Natur och Folk, H. 48.

Kujala, V. 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. Metsätiet. tutkimuslait. julk. 38 : 4. — Comm. inst. forest. Fenn. 38 : 4.

Petersen, O. G. 1904. Nattefrostens virkning paa Bögens ved. — Det forstl. Forsögsvaesen i Danm. I. 1904.

v. Tubeuf, C. 1906. Beobachtungen über elektrische Erscheinungen im Walde. VII. Über sogenannte Blitzlöcher im Walde. — Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtsch. IV. s. 344—351.

Vaarama, Antero. 1941. Helsingin Yliopiston kasvitieteellisessä puutarhassa talven 1939—40 aikana puille ja pensaille aiheutuneet pakkasvauriot. — Die Winterschäden im botanischen Garten der Universität Helsinki im Frostwinter 1939—40. — Ann. Bot. Soc. Vanamo 16 : 4. Helsinki.

Über einige Verbräunungserscheinungen in lebenden Baumstämmen in Süd- und Mittelfinnland.

Referat.

Nach den dieser Untersuchung zugrundeliegenden Beobachtungen über einige Bräunungserscheinungen im Inneren von Baumstämmen, die in den letzten Jahren einiges Aufsehen in Süd- und Mittelfinnland erregt haben, kamen diese überwiegend in den Jahresringen 1940—42 vor. Mit diesen Verfärbungserscheinungen sind öfters, obwohl bei weitem nicht immer, auch Veränderungen in der anatomischen Struktur des Holzes verbunden, die namentlich an der Jahresringgrenze 1939—40 auftreten. Die betreffenden pathologisch-anatomischen Deformationen sind den von R. Hartig in Deutschland bei *Pinus silvestris* und *Picea excelsa* abgebildeten und beschriebenen Frostringen ganz ähnlich und zweifellos sind auch die Ursachen der Missbildungen dort und in Finnland dieselben.

Am deutlichsten waren diese Erscheinungen bei *Larix kurilensis* Abb. 1 L, 2, 3, 4 L u. 5, *L. decidua*, *Abies grandis* (Abb. 7), *Picea excelsa* (sächsische Provenienz, Abb. 4 P u. 6), *Pseudotsuga mucronata* und *Pinus montana* (Abb. 10) wahrnehmbar. Dagegen traten sie bei den nordischen Arten bzw. Provenienzen (Kiefer, Fichte, Birke, Grauerle, Espe, *Picea canadensis*, *P. mariana*, *Abies sibirica* und *Larix sibirica*) in kaum nennenswertem Umfang auf. Bei den südlicheren einheimischen Arten, wie *Quercus robur* und *Alnus glutinosa* kamen die Veränderungen jedoch vereinzelt vor. Sogar bei *Sorbus aucuparia* (Abb. 11) wurden gelegentlich entsprechende Verfärbungs- und Strukturveränderungen festgestellt.

Die Braunfärbung des Holzes lässt sich offenbar von den ungewöhnlich starken Winterfrösten in den Jahren 1939—42 herleiten. Dagegen müssen die pathologischen Strukturveränderungen, die teilweise schon im Herbstholz des Jahres 1939 auftreten, durch Herbstfröste verursacht worden sein. Die sogenannten Mondringe in den Eichenstämmen stehen wenigstens in einigen Fällen (Abb. 1 Q) mit der Frosteinwirkung im Zusammenhang. Inwieweit die in Finnland sehr häufige Braungraufärbung des Kernholzes der Eiche und der Eberesche ebenfalls durch Fröste allgemein gefördert oder verursacht wird, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, obwohl in einigen Fällen eine derartige Einwirkung wahrscheinlich vorliegt.

Ähnliche Strukturveränderungen wie an der Jahresringgrenze 1939—40 kommen auch in dem Frühjahrsholz mehrerer Jahre vor, z. B. 1940, 41 und 43 bei *Pseudotsuga* (Abb. 8 u. 9), 1940 bei *Abies grandis* (Abb. 7). Diese Deformationen müssen natürlich auf Frühjahrsfröste zurückgefürht werden. Dagegen dürfte es sich kaum um eine Beschädigung der Stämme durch Blitzschlag handeln, obwohl ganz ähnliche Verletzungen nach v. Tubeuf auch durch Blitzschläge hervorgerufen werden.

Folgende anatomische Strukturveränderungen lassen sich feststellen: 1. das Sterben jugendlicher Zellen, deren Wandungen noch dünn sind und deshalb zu-

sammenschrumpfen (Abb. 3 Schicht t); 2. die Entstehung eines parenchymatischen Gewebes (Schicht p), das die durch das Sterben der Zellen entstandenen Lücken im Gewebe ausfüllt. Diese parenchymatischen stark verbräunten Zellen haben ihren Ursprung teilweise von den Markstrahlzellen, teilweise von den Kambialzellen oder den Zellen des Splints.

Offenbar reift das Holz im Herbst bei den südlicheren und maritimeren Hölzern verspätet, denn die Beschädigung durch Herbst- und Winterfröste trat bei solchen Arten und Provenienzen deutlich stärker als bei den nördlicheren Arten hervor.

Das durch Frosteinwirkung veränderte Holz bildet offenbar einen geeigneten Nährboden für viele Schadpilze. Mit grösster Wahrscheinlichkeit findet dadurch beispielsweise das Auftreten der Kleinpilzarten *Godronia pineti* Jorst., *Phomopsis pseudotsugae* Wils. und möglicherweise auch *Stereum sanguinolentum* in den untersuchten *Larix kurilensis*-Beständen seine Erklärung.

Die biologisch vielseitige, interessante und waldbaulich wichtige Frage, wie die verschiedenen Holzarten und Provenienzen in Finnland auf die Frosteinwirkungen reagieren, verdient zweifellos auf Basis eines umfassenderen Materials als das dieser Untersuchung zugrundeliegende studiert zu werden. Die von Prof. Olli Heikinheimo gegründeten Waldkulturen auf den Versuchsgebieten der Forstlichen Forschungsanstalt bieten hierfür eine ausgezeichnete Materialquelle.

EARTH RADIATION IN THE LIGHT OF FOREST INVESTIGATIONS

BY

V. T. AALTONEN

MAANSÄTEILY METSÄTUTKIMUSTEN VALOSSA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1952

Contents

	Page
Introduction	3
Methods	3
Forest site types	3
Experimental methods	6
Tests on dowsers	8
Dowsing experiments in woods of different forest site types	15
Experiments performed	15
Some maps of dowsing zones	25
»Visualizing» of dowsing zones	28
Determinations of soil moisture	30
Earth radiation as a growth factor for forest trees	38
Comments	40
Selostus: Maansäteily metsätutkimusten valossa	43—47

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Introduction

The present paper is a sequel to the author's previous investigations concerning the rôle of »earth radiation» as a growth factor for forest trees, published in the »*Commun. instit. forest. fenn.*» 37, 9, 1950 (in Finnish with a German summary).

The purpose of these investigations was to throw light on the question of whether a relation exists between earth radiation and the fertility or productivity of woodlands, of which the forest site types are an indication. If such a relation could be established, it might, for instance, prove possible to utilize measurement of earth radiation for the classification of woodlands according to site quality, *i. e.* for the grading of the sites.

The previous investigations showed that there is a surprisingly intimate relation between earth radiation and the forest site types. Those results were, however, based almost entirely on the maps of dowsing zones drawn by a single dowser, who operated by »sight», *(i. e.* without using a rod or any other indicator). Some critics, therefore, refused to accept them as evidence. Hence it seemed desirable to inquire further into this problem with the aid of other methods and dowsers. Besides the experiments performed with dowsers it has now also been possible, although preliminarily only, to make comparative determinations of the soil moisture, the necessary equipment now being available. In the following a report is given not only of the recent investigations but also of the previous main results.

It should be pointed out that the term »earth radiation» is used only for lack of a better denomination. As yet it is not known whether the phenomenon encountered is a radiation in the physical sense of the word.

Methods

Forest site types

The present investigation is based on C a j a n d e r's forest site types, which are used in Finland in the classification of woodlands according to site quality or fertility, and it is necessary to know something at least of these types in order to understand the results of the present

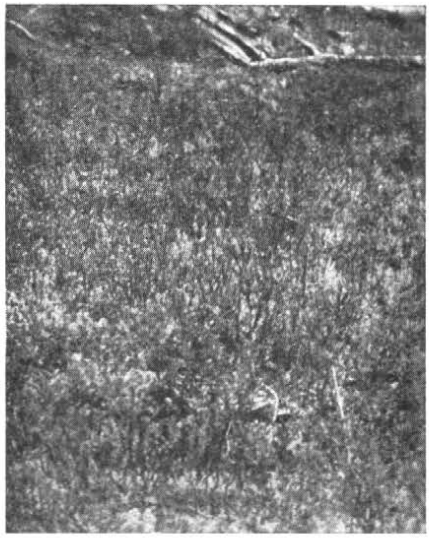


Fig. 1. Ground vegetation of *Calluna* type *(CT)*. (Y. Ilvessalo).
Kuva 1. Calluna-tyypin (CT) pintakasvillisuutta. (Y. Ilvessalo).



Fig. 2. Ground vegetation of *Vaccinium* type *(VT)*. (Y. Ilvessalo).
Kuva 2. Vaccinium-tyypin (VT) pintakasvillisuutta. (Y. Ilvessalo).

investigations. The question of forest site types and Cajander's theory will therefore be briefly reviewed for the benefit of readers who are not experts in this field. (Reference may also be made to A. K. Cajander's papers on the theory of forest types, *Acta forestalia fennica* 29, 4, 1926 and 56, 1949.)

According to Cajander the forest site types are plant societies of which trees are the most outstanding feature. The existence of such types is due to different factors, *i. e.* the specific faculty of different plants of growing on certain sites only, the competition going on between the plants, and the fact that some species (unconsciously) favour certain others. Cajander emphasized in particular the decisive importance of mutual competition, a consequence of which is that a species can thrive only on a site where it is not stifled by biologically stronger species. Hence the same type of plant society is bound to arise on all sites exhibiting the same background for that competition, whereas sites with different conditions will bear another kind of vegetation. In other words, biologically equal sites must produce identical plant societies and biologically unequal sites must produce different plant societies. The plant society may therefore be considered as an exponent of the biological value of the soil, *i. e.* of its quality or fertility.

The forest site types in the above-mentioned sense are, then, a manifestation of the primary factors only in the sites, or of their influence

on the vegetation. These factors would be the same even if the entire vegetation were removed. Thus the forest site types afford a natural biological standard by which sites may be classified and which is independent of trees. As a method of grading the site this classification may either be used *per se*, or may be employed as a means when aimed at a classification of sites directly, *i.e.* according to the qualities of the soil and the climate.



Fig. 3. Ground vegetation of *Oxalis-Myrtillus* type *(OMT)*. (Y. Ilvessalo).
Kuva 3. Oxalis-Myrtillus-tyypin (OMT) pintakasvillisuutta. (Y. Ilvessalo).

Typical plant societies will not arise unless competition between the plants is allowed to go on uninterrupted and undisturbed. In a forest it is, however, continuously interfered with by cutting, fires, *etc.* Afterwards the different species will again occupy the place, some of them sooner, other more slowly, until a state of equilibrium is once more attained. In view of the fact that trees arrive at a state of equilibrium in relation to each other so slowly that the tree vegetation cannot be considered as particularly characteristic of the different forest site types in inhabited districts, the forest site types are as a rule described and named according to their ground vegetation.

In the south of Finland, where the present investigation was performed, the most common forest site types are: the *Calluna* type (abbreviated *CT*), the *Vaccinium* type *(VT)*, the *Myrtillus* type *(MT)*, and the *Oxalis-Myrtillus* type *(OMT)*. Less common types are, for instance, the *Cladina* type *(ClT)* and the *Oxalis-Majanthemum* type *(OMaT)*. (Compare Fig. 1—3).

A large number of investigations have shown that the physical, chemical, and microbiological qualities of the soil differ more or less in different forest site types. Broadly speaking the soil, for instance, becomes more fine-grained and more moist in the direction $CT \rightarrow OMT$. Similarly the nutrient content, especially of calcium and nitrogen, is found to increase, whilst acidity decreases.

Studies concerning the growth and yield of stands have shown that the fertility or productivity of the soil increases, too, in the order $CT \rightarrow VT \rightarrow MT \rightarrow OMT$. (For data concerning growth and yield of

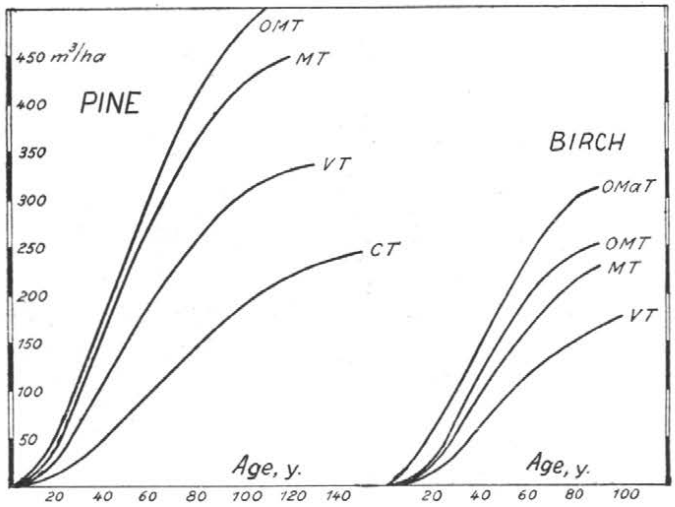


Fig. 4. Volumes (without bark) of natural normal pine and birch stands in South Finland. (Y. Ilvessalo).

Kuva 4. Luonnonnormaalin männikön ja koivikon kuutiomäärä (ilman kuorta) Etelä-Suomessa. Pine = mänty, birch = koivu, age = ikä v. (Y. Ilvessalo).

the various species of trees on the different forest site types the reader is referred to Ilvessalo's tables in the *Acta forestalia fennica* 15, 1920.) (Compare Fig. 4.)

Experimental methods

In my investigations concerning earth radiation four different experimental methods were employed, which I have called *the point test*, *the square test*, *the string test*, and *the car test*. In Fig. 5 the principles followed in the point, square, and string tests are demonstrated. The squares in the figure represent sample plots of 50 × 50 sq. m.

Using *the point test* the area was divided into 100 squares of 5 × 5 sq. m. In the centre of each square the dowser tried whether the rod reacted or not. The number of squares in which there was a response indicates the result as a percentage for the area.

In *the square test* both the diameters of the sample plot were divided into two parts, as demonstrated in Fig. 5 (parts I, II, III, and IV), and on both diameters usually ten small squares (2 × 2 sq. m.) were subjected to closer examination. The dowsing zones of these twenty squares were drawn on millimeter paper to the scale 1 : 100. The extent of the dowsing zones was then calculated from these maps as a percentage of the whole area of the square, and the average value of all the squares indicates the percentage value for the sample plot.

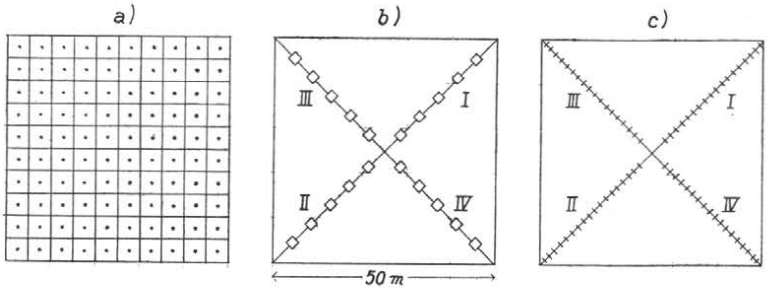


Fig. 5. Experimental methods: a = point test, b = square test, c = string test. Explanation in the text.
Kuva 5. Tutkimusmetodit: a = pistekoe, b = ruutukoe, c = nauhakoe. Selitys tekstissä.

In *the string test* a string was stretched along the diameters of the sample plot, and the reaction of the rod was tested at every two meters along that line. Thus 18 points on each of parts I, II, III, and IV of the diameters were tested, which makes a total of 72 points for every sample plot. The number of points of reaction calculated as a percentage of 72 indicates the percentage value for the area.

The car test is a »blindfold» test. The experiment was made by driving along the road in an ordinary private car, chiefly along high-roads. The dowser sat alone in the back of the car, parchment paper being glued over the back and side windows. The view forwards was blocked by a cloth screen stretched from the back of the front seat. The dowser was thus entirely cut off from his surroundings, and as regards seeing he was exactly comparable with the experimental subjects used in the usual blindfold experiments, with the important difference that in my experiment the dowser was able to concentrate freely on his task, his eyes being uncovered. In addition to the dowser, there were in the car the driver and by his side the author.

This test was performed in two different ways.

The first consists in making a record of the number of times the rod reacted during a drive of a fixed length. When, whilst driving, a suitable stand *(i. e.* a typical stand belonging to a certain forest type) was encountered on both sides of the road, the speed was reduced to 12 km. per hour for a distance of 200 m., and sometimes 300 m. Every time that the rod bent as the car was driving along such a stretch of road, the dowser shouted »Here» and I myself wrote down his statement. The result of the test is given in terms of the number of reactions per 100 m.

When using the other method, the car was stopped in a suitable stand and the dowsing zones were drawn on millimeter paper exactly as in the above-mentioned square test with the only difference that the floor of the car was used as a square. (How this was possible will be

explained later.) Just as in the square test the average percentage value of the squares indicates the relative extent of the dowsing zones as a percentage for the forest site type examined.

In this connection it might be mentioned that not all dowsers seem to have any reaction in a car. One dowser informed the author that the rod bends in his hands on a wooden floor of a lorry but not on one of metal. In this respect, as in certain others, dowsers are very »capricious».

Tests on dowsers

As is well-known, the faculty of reacting to earth radiation varies. The majority of people have no »sensitivity» at all in this respect, but even among dowsers some are more perceptive than others, and their faculty varies with regard to quality, too. Moreover the same dowser reacts differently to earth radiation on different occasions owing to time, weather, *etc.* Obviously this must be kept in mind when attempting to utilize the determination and measurement of earth radiation for practical purposes.

Previous experiments on a small scale revealed marked differences between the dowsers tested. The tests performed in connection with the present investigation and reported below in the main confirm those results.

*

The principal tests, in which the point method was employed, were carried out on two sample plots in the vicinity of Helsinki in May, 1950. One of the plots, called *the Hakkila sample plot*, was a pine stand of the *Vaccinium* type, the other, *the Malmi plot*, was a spruce stand of the *Myrtillus* (partly of the *OMT)* type. The sample plots were divided into 100 squares and the reaction was tried at the centre of each square.

Twenty dowsers were tested, about two thirds of whom were skilled water dowsers whilst the others were amateurs, more or less. Two men only were tested during the same day, and all dowsers were tested alone. The results were noted down by the author. (The men taking part in these experiments did not know of the results of the others.)

As far as I could judge, six dowsers failed in these tests owing to reasons unknown to me. With four of them the rod reacted everywhere both within and outside the sample plot, and two men (both of them water dowsers) had no reaction at all. The results of the remaining fourteen dowsers are demonstrated in Table 1. Four men did not take part in the tests at the Malmi area.

Table 1. Results of different dowsers on the sample plots of Hakkila and Malmi.

Taul. 1. Eri varpumiesten tulokset Hakkilan ja Malmin koealoilla.

Dowser No. *varpumies* n:o	Hakkila	Malmi
	Forest site type — *metsätyyppi*	
	VT	*MT (—OMT)*
	(+) points as % — *(+)-pisteitä %:na*	
1.	17	2
2.	21	—
3.	25	—
4.	26	28
5.	30	39
6.	31	26
7.	31	42
8.	32	37
9.	36	—
10.	42	63
11.	52	—
12.	57	53
13.	63	68
14.	69	60

The deviation of the percentages is found to be wide (at Hakkila 17—69 % and at Malmi 2—68 %). Further it should be noted that previous results would have justified one in expecting higher percentages for a sample plot of the *Myrtillus* type than for one of the *Vaccinium* type. This is, however, found to be the case only in four instances, and in some the reverse is shown.

When calculating how the results for the Hakkila area are distributed over the different squares, we get the table below, in which the figures indicate how many of the 14 men tested had a reaction in the different squares:

8	7	7	5	5	4	4	5	7	4
3	2	5	4	6	5	6	6	6	7
7	7	4	4	3	7	4	9	3	6
6	6	4	4	5	3	5	5	3	9
7	6	6	8	2	4	6	4	5	5
5	5	5	5	6	5	7	4	8	8
7	6	5	4	6	4	1	3	8	3
8	3	7	6	4	8	2	4	5	5
7	7	7	5	4	6	9	7	8	5
2	5	6	6	8	5	7	5	7	5

The distribution of the squares into »bending» classes is as follows:

No. of bendings	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
» » squares	0	1	4	8	17	24	17	17	9	3	0	0	0	0	0

When the results of the ten men taking part in both tests are calculated, we get the following tables:

Hakkila:

6	6	7	5	3	5	3	5	5	2
3	3	5	3	6	4	4	4	5	5
4	6	2	1	3	6	1	6	2	5
6	6	4	2	2	1	5	4	0	6
7	6	3	5	3	2	5	3	5	4
4	6	5	2	3	4	4	3	6	7
8	4	4	4	4	3	1	3	5	2
6	3	4	4	3	4	2	3	3	3
4	3	4	3	3	2	4	5	4	4
3	6	7	4	5	2	5	2	6	4

Malmi:

5	2	7	4	3	4	5	7	6	6
5	4	7	4	6	6	2	5	3	5
4	4	6	5	5	7	4	6	4	6
3	3	4	7	3	6	3	3	2	3
1	6	5	4	3	5	5	5	1	6
4	2	5	4	4	4	4	3	3	4
6	2	4	4	5	5	6	4	5	4
4	3	5	3	3	4	4	4	5	3
5	5	5	3	4	3	2	2	5	3
5	3	4	2	4	2	1	5	5	3

The distribution of the squares according to number of bendings is in these cases as follows:

No. of bendings	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
» » squares:											
at Hakkila	1	4	12	22	24	17	15	4	1	0	0
» Malmi	0	3	9	20	27	24	12	5	0	0	0

Professor K u j a l a, who has read this paper in the manuscript, pointed out that the relative distribution of the bendings coincides with the law of chance. He performed four experiments by casting lots, 4 out of 10 lots representing »bendings», and obtained the following result as the average of 4 experiments:

No. of bendings	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
result of lottery	1	4	10	22	23	20	12	2	1	0	0

When the values are calculated by statistical methods and both of the sample plots are considered, the following result is obtained:

No. of bendings	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
» » squares	1	7	21	42	51	41	27	9	1	0	0
calculated values	1	8	24	43	51	40	23	9	2	0	0

Professor K u j a l a considers this to prove that no »earth radiation» has been encountered in the author's experiments.

The problem is not, however, so easily solved.

Supposing, for instance, that one side of a sample plot represents the *Cladina* type and the other side the *Myrtillus* type, the number of reactions is smaller for the former than for the latter. The above-mentioned two sample plots are fairly homogeneous, but a concentration of certain bending classes in certain parts of the sample plot is nevertheless discernible. With regard to the squares in which

the rod reacted 6—7 times, for instance, it is found from the following tables that they are concentrated in the left part of the figure of the Hakkila area and in the upper half of the figure of the Malmi area.

Hakkila:

6 6 7 — — — — — — — —
— — — — 6 — — — — —
— 6 — — — 6 — 6 — —
6 6 — — — — — — — 6
7 6 — — — — — — — —
— 6 — — — — — — 6 7
8 — — — — — — — — —
6 — — — — — — — — —
— — — — — — — — — —
— 6 7 — — — — — 6 —

Malmi:

— — 7 — — — — 7 6 6
— — 7 — 6 6 — — — —
— — 6 — — 7 — 6 — 6
— — — — — 6 — — — —
— 6 — — — — — — — 6
— — — — — — — — — —
6 — — — — — 6 — — —
— — — — — — — — — —
— — — — — — — — — —
— — — — — — — — — —

*

Three dowsers were also tested by the string method (on the Hakkila plot). The results are demonstrated in Table 2. It is found that dowser No. 1 differs considerably from the others. There are differences also between the results of the other two men, but broadly speaking they agree. All three are experienced dowsers.

The results of six dowsers reported on page 12 further elucidate the phenomenon in question. (The cases selected represent the greatest differences found.)

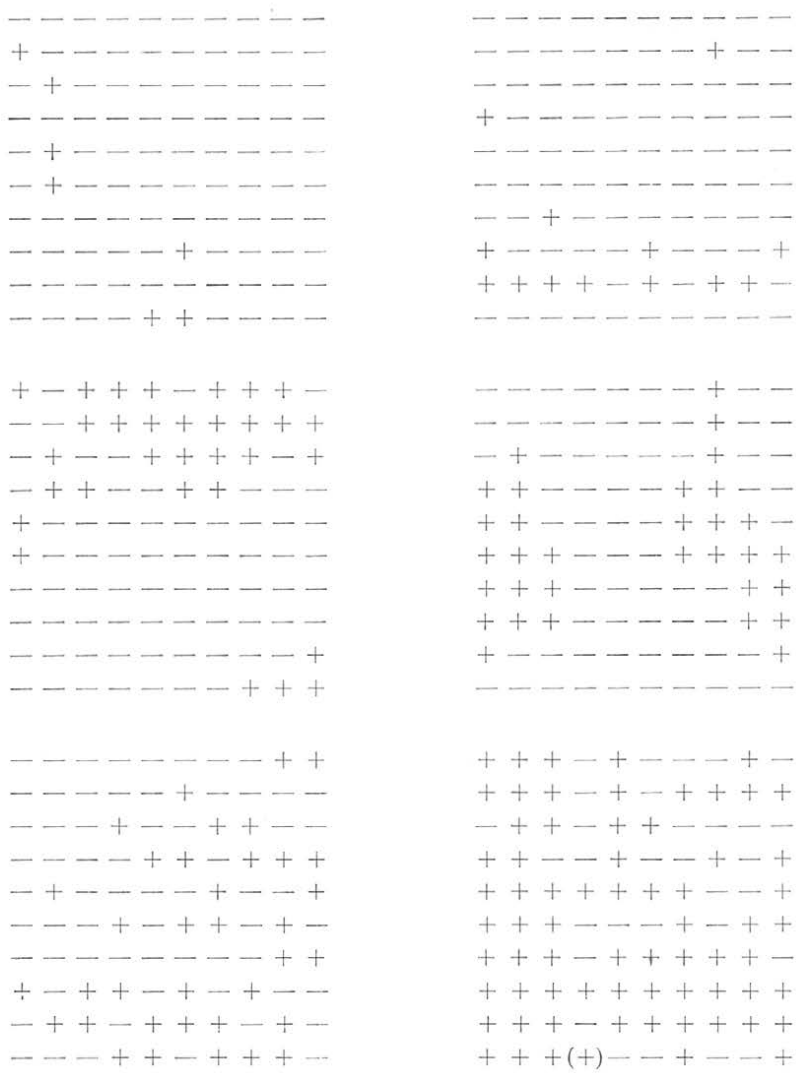
Table 2. Results of three dowsers on the same lines of observation in the string test.

Taul. 2. Kolmen varpumiehen tulokset nauhakokeessa samoilla havaintolinjoilla.

Line No. *linja n:o*	Dowser No. *varpumies n:o*	Point of observation No. — *havaintopisteen n:o*																	total No of plus points *yht. (+) — pist.*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		Reaction (= +) at the following points — *reaktio (= +) seuraavissa pisteissä*																		
I	1	+			+	+	+								+		+	+	+	8
	2	+	+	+	+			+	+				+	+	+			+	+	11
	3	+	+	+	+	+				+	+		+	+	+		+		+	12
II	1			+					+											2
	2	+	+	+			+	+		+	+		+		+			+	+	11
	3	+	+		+		+	+		+	+	+		+	+	+		+		12
III	1										+			+			+			3
	2		+		+	+	+	+				+	+				+	+	+	10
	3	+		+	+	+	+			+		+			+	+		+	+	11
IV	1						+					+	+	+	+			+	+	7
	2	+		+	+	+	+	+	+		+				+	+	+	+		12
	3		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+		+	+		13

The results of six dowsers tested by the point method on the Hakkila sample plot (in 1950):

Kuuden varpumiehen pistekokeessa Hakkilan koealalla saamat tulokset (v. 1950):



The tests Nos. 1—6 with different dowsers reported below (on pages 15—23) were performed in different places with the exception of test No. 2. In some cases the observations were made in the same stands though only in one sample plot over the same spots. The string method was employed, and two dowsers were used. The result was as follows:

		I	II	III	IV	
dowser No.	1	12	10	15	8 = 45	points
»	» 2	12	12	14	13 = 51	»

(I—IV indicate the parts of the diameters of the sample plot, on each of which the reaction was tried over 18 points. Dowser No. 2 was ignorant of the previous result.)

On the whole the tests have shown that the results of different dowsers vary. There are, however, also dowsers who react more or less in the same way.

*

The only data available to throw light on the question of whether the results are influenced by the time at which tests are performed are the results of two dowsers obtained on two different days. Their results are demonstrated in the tables below. (The method employed was the point test.)

Dowser No. 1 — *varpumies n:o 1.*

15. V. 1950	24. V. 1950
+ + + — — + — + — —	— — — — — — — — — —
—(+)— — — — — — — —	— — — — — — — — + — —
— — — — — — — — — —	— — — — — — — — — —
— — — — — — — — — —	+ — — — — — — — — —
+ + — — + — — — + —	— — — — — — — — — —
— — + — — + — — — —	— — — — — — — — — —
+ — — + — + — — — —	— — + — — — — — — —
— — — + — — — — — —	+ — — — — + — — — +
— — — — — — — — — —	+ + + + — + — + + —
+ + + + — — — — + —	— — — — — — — — — —

Dowser No. 4 — *varpumies n:o 4.*

12. V. 1950	25. V. 1950
— — + — + + — — — —	+ + + — + + — — — —
+ — + — + + — — — —	+ — — — + + + — — —
— — + — — + — — — —	+ — + + — + — — — —
+ — + — — — + — — +	— — + — — — — — — —
+ + — — — — — — + +	+ — + + — + — + — —
— + — — — — — — — —	— — — + + — — — + —
— — — — — — — — — —	— — — — — — — — + —
+ — — — — — — — — —	— — — — — — — — + +
— — — — — — — — — —	— — + — — + + — — —
+ — + — — — — — — —	+ — — — + + — — — —

It is seen, then, that the results obtained at different times vary to a considerable degree.

When individual variations are studied comparative tests should, of course, always be performed under exactly identical conditions with regard to the climatic factors, (temperature, atmospheric pressure, air humidity, *etc.)*. It is therefore a difficult and time-consuming problem to disentangle. The observations reported above are only random tests giving some idea of its nature and extent.

*

The question of why some people do react and others do not has been much debated. It seems to fall chiefly within the scope of physiologists and psychologists to solve this problem, but in this connection some observations may be mentioned which I have made when trying the effect of a weak electric current on the human body.

The experimental subject touched small spoon-electrodes with his fingertips, the fingers being wetted with salt solution, and a current was sent through his body; potentials of 6, 10.5, 15 and 20 volts D. C. were used. To date 131 persons in three groups have been thus tested. The results are given in Table 3.

Table 3. Dowsing reaction (+ or —) and strength (m A) of electric current sent through the body.

Taul. 3. Varvun taipuminen (+ tai —) ja kehon läpi johdetun sähkövirran voimakkuus (m A).

Groups of subjects and their number *henkilöryhmät ja henkilöiden luku*		Reaction *reaktio*	V			
			6	10.5	15	20
			m A			
I	14	+	2.74	3.74	5.00	6.71
	20	—	1.24	1.89	2.61	3.65
II	24	+	2.57	3.82	5.16	7.04
	46	—	1.07	1.69	2.38	3.45
III	14	+	2.57	3.95	5.48	7.53
	13	—	0.98	1.82	2.62	3.95

It is found that the electric current has the strongest effect on those persons with whom the rod reacts. If a potential of, say, 20 V is used, the subject may be considered as capable of reaction if the strength of the current reaches at least 6—7 m A. This test is simple and easily performed. It is possible that a closer study of this phenomenon might result in the development of a method suitable for the testing of dowsers, and therefore it seems desirable that other investigators, especially physiologists, should undertake similar experiments.

Dowsing experiments in woods of different forest site types

Experiments performed

The dowsers used in the tests to be reported below were Mr. Veli Nupponen, a technician, Mr. Kauko Roine, a gardener, and Mr. Erkki Karttunen, a teacher.

Of these Nupponen »sees» the dowsing zones and therefore needs no indicator. Nupponen has had this visualizing faculty since 1947. Before that time he used a rod of the common type; a pendulum does not react with him. According to Nupponen it is difficult to describe to other people how he sees the zones. »Some kind of a gleam or light mist is seen like long coherent streaks on the surface of the earth. The narrowest streak that I have measured was 2 cm., the broadest 33 m. I do not see the streaks unless I concentrate on it. At first they disappeared after a few seconds, but later I learned to keep them. Sometimes it still happens that they escape, and then a pause for coffee is needed to make them settle again». Nupponen further indicates that he sees the dowsing zones better in the dark than in daylight.

The dowsers Roine and Karttunen used a metal rod in the tests.

The following six experiments were performed with these three dowsers.

Experiment No. 1. Square test with Nupponen in 1949.

The test included 27 stands representing the following forest types: *CT* 6, *VT* 7, *MT* 7, and *OMT* 7. Another few sample plots of a peculiar character are not taken into account in this connection. For the different forest types the areas covered by dowsing zones were found to be:

CT	20.2 %
VT	37.3 %
MT	48.4 %
OMT	55.7 %

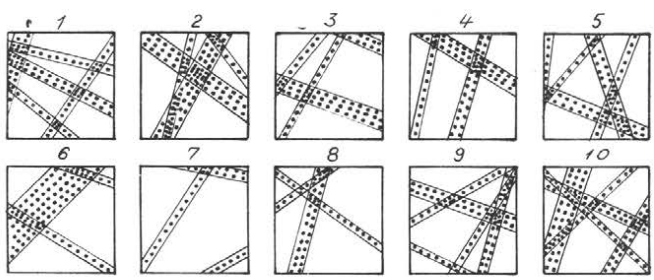


Fig. 6. Maps drawn by Nupponen in the square test.
Kuva 6. Muutamia Nupposen ruutukokeessa piirtämiä karttoja.

Maps of some squares are presented in Fig. 6 in order to demonstrate the character of the network formed by the dowsing zones. It is a notable feature in these maps that the zones very seldom stretch in the vertical or in the horizontal direction on them. In my opinion Nupponen has offered no satisfactory explanation of this circumstance.

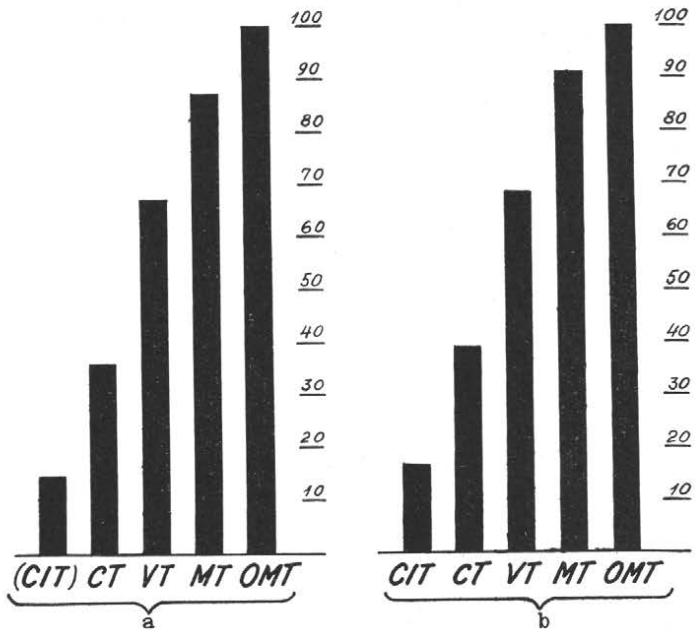


Fig. 7. Exp. No. 1. a = relative extent of dowsing zones, b = relative estimation of total yield of a 100-year-old pine stand. *OMT* = 100.
Kuva 7. Koe n:o 1. a = säteilylinjojen suhteellinen pinta-ala, b = 100-vuotiaan männikön suhteellinen kokonaistuotto. OMT = 100.

In Fig. 7 the area covered by dowsing zones and the yield of the pine stand are plotted against each other. It is found that an increase in the extent of the former corresponds to increased fertility of the soil, *i. e.* to increased yield capacity of a pine stand. It is further noticeable that the dowsing zones become broader as the fertility of the soil increases. It should be noted that the area covered by intersections of dowsing zones is only reckoned once in the estimations.

Experiment No. 2. Combined square and string test with Nupponen in 1950.

The point test described above is too time-consuming to be used in investigations requiring much material. The square test, on the other hand, can only be employed in exceptional cases since a »visual

faculty» is needed for the drawing of maps and »visualizers» are rare. Of course it would also be possible to draw maps when a rod is used, but then it would be too laborious to collect sufficient material. Therefore the string test, which is fairly easy and speedy, was tried in order to find out whether satisfactory results were thus obtainable.

The purpose of experiment No. 2. was to compare the string test with the square test and check the result of the square test performed for the first time with N u p p o n e n in 1949. This time the number of sample plots was only 12; 3 were *CT* stands, 4 *VT*, 3 *MT*, and 2 *OMT*. First the square test was employed and then the string test on the same areas. The results are given in Table 4.

Table 4. Exp. No. 2. Results of square and string tests. Dowser N u p p o n e n.

Taul. 4. Koe n:o 2. Ruutukokeen ja nauhakokeen tulokset. Varpumies N u p p o n e n.

Forest site type *metsätyyppi*	Sample plot No. *koeala n:o*	String test *nauhakoe*	Square test *ruutukoe*
		area of dowsing zones as % *säteilyala %:na*	
CT	1	34.7	28.3
	2	40.3	35.0
	3	41.7	30.0
VT	4	50.0	39.8
	5	56.9	59.3
	6	61.1	45.9
	7	62.5	66.8
MT	8	65.0	67.8
	9	69.4	73.3
	10	73.6	80.8
OMT	11	80.6	77.1
	12	94.4	89.8

It is found that the percentages obtained by the square test are somewhat smaller in some cases, but broadly speaking the results of the square and the string tests agree. Further it is noticeable that the square test this time yielded markedly higher percentages than in the previous year. The relative values are the same, however. In this case the material representing the different forest site types is small, but if the relative figures are nevertheless calculated the result is as follows:

	CT	*VT*	*MT*	*OMT*
square test 1949	36.3	67.0	86.9	100.0
» » 1950	37.2	63.6	88.6	100.0
string test	44.5	65.8	81.5	100.0
total yield of a 100-year-old pine stand	39.4	68.4	90.8	100.0

Even disregarding the above mean values from the year 1950 it is clearly indicated by the results of these tests also that the area covered by dowsing zones increases with the fertility of the soil.

Experiment No. 3. Car test with Nupponen in 1951.

At this »blindfold» test Nupponen mapped out the dowsing zones of the squares on the floor of the car (on the high-road). The purpose of this test was to find out whether Nupponen's results in experiment No. 1 could be explained simply by alleging, as some people had done, that he had drawn his maps according to the character of the vegetation.

In the experiment a farmer's van was used. The floor of its back-part, forming the »square» in the test, was 1.3 × 2.2 sq. m. The maps of 60 squares were drawn. The distribution according to forest site types was as follows: *CT* 13, *VT* 15, *MT* 17, and *OMT* 15. The results (specified in Table 5; compare also Fig. 8) were:

	CT	*VT*	*MT*	*OMT*
actual values in %	20.4	34.5	68.8	78.5
	±3.73	±4.57	±4.16	± 4.13
relative values	26.0	43.9	87.6	100.0

Table 5. Exp. No. 3. Results of car test. Dowser Nupponen.

Taul. 5. Koe n:o 3. Autokokeen tulokset. Varpumies Nupponen.

Forest site type — *metsätyyppi*			
CT	*VT*	*MT*	*OMT*
area of dowsing zones as % — *säteilylinjojen pinta-ala %:na*			
15.8	47.9	100.0	85.2
14.4	23.8	100.0	92.3
0.0	28.3	84.9	48.8
40.8	16.1	67.0	72.0
11.2	49.0	54.0	96.3
14.7	25.9	69.2	55.1
6.6	16.1	74.4	88.3
25.9	30.1	39.4	81.4
12.2	17.2	92.2	98.2
18.2	17.9	71.9	88.4
33.9	64.2	65.3	72.0
50.6	39.8	62.8	85.6
21.0	46.8	46.4	71.2
	74.4	70.5	92.1
	20.3	61.4	49.9
		65.4	
		44.0	
mean values — *keskiarvot*			
20.4	34.5	68.7	78.5
±3.73	±4.57	±4.16	±4.13

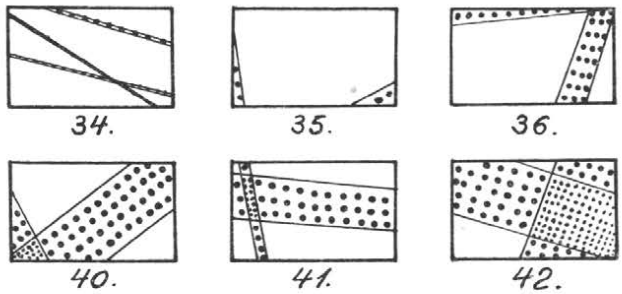


Fig. 8. Exp. No. 3. Maps drawn by Nupponen in the car test. Size of squares (= floor of the car) 1.3 × 2.2 sq. m. Forest site type: 34—36 = *CT*, 40 = *VT*, 41—42 = *MT*.

Kuva 8. Koe n:o 3. Muutamia Nupposen autokokeessa (auton permannosta) piirtämiä karttoja. Ruutujen koko 1.3 × 2.2 m². Metsätyyppi: 34—36 = CT, 40 = VT, 41—42 = MT.

The values for *CT* and *VT* are much lower than in the previous experiments. The mean errors of the series of observations are relatively large, too. If the series are compared it is found that the relation of the difference to the mean error of the difference is:

$$VT - CT = 2.4,\ MT - VT = 5.5,\ OMT - MT = 1.7$$

The results indicate nevertheless that Nupponen has really »seen» the dowsing zones in some way or other. Moreover it is proved by this experiment, too, that the area of dowsing zones increases with the fertility of the soil. When considering the results it should be kept in mind that the material is very limited, 60 squares only, whereas the number of maps drawn for instance in experiment No. 1 was 540. Unfortunately the yield in the car test was no more than 20 squares a day, and the expenses involved in collecting a large amount of material would therefore have been too high. Mention should further be made of the fact that the floor of the car, which measured only 2.86 sq. m., was much smaller than the squares in experiment No. 1 (4 sq. m.).

Experiment No. 4. String test with Roine in 1950.

A total of 32 stands were investigated. Four exceptional cases omitted, the remaining 28 stands represent the following forest site types: *ClT* 3, *CT* 7, *VT* 6, *MT* 6, and *OMT* 6. The results are given in Table 6.

The results obtained for the same site types vary a great deal, but the general trend of the results is the same as in experiments No. 1—3.

Experiment No. 5. Car test with Roine in 1951.

101 stands were investigated, and their distribution according to forest site types is as follows: *CT* 21, *VT* 24, *MT* 25, and *OMT* 31. The

Table 6. Exp. No. 4. Results of string test. Dowser Roine.

Taul. 6. Koe n:o 4. Nauhakokeen tulokset. Varpumies Roine.

Forest site type — *metsätyyppi*				
ClT	*CT*	*VT*	*MT*	*OMT*
(+) points as % — (+)-*pisteitä prosentteina*				
13.9	47.2	62.5	69.4	61.1
34.7	63.9	43.1	68.1	48.2
13.9	19.4	40.3	48.6	65.3
	22.2	18.1	33.3	80.6
	9.7	56.9	58.3	73.6
	13.9	51.4	54.2	80.6
	22.2			
mean values — *keskiarvot*				
(20.8)	28.4	45.4	55.3	68.2

Table 7. Exp. No. 5. Results of car test. Dowser Roine.

Taul. 7. Koe n:o 5. Autokokeen tulokset. Varpumies Roine.

Forest site type — *metsätyyppi*			
CT	*VT*	*MT*	*OMT*
No. of bendings per average 100 m — *näyttämien luku 100 m matkaa kohti*			
4.8	11.0	23.5	23.5
7.3	10.0	18.3	19.0
12.3	12.3	14.7	21.5
11.7	6.3	15.7	21.0
8.0	11.0	17.7	20.0
11.0	14.0	18.0	20.0
9.3	9.0	21.0	22.7
9.7	12.0	21.0	15.0
6.0	11.0	11.5	19.0
6.3	12.7	15.5	21.0
4.7	10.3	13.0	12.5
6.7	7.3	19.5	16.5
8.3	10.7	14.0	17.8
2.0	15.5	16.0	19.0
3.0	16.7	12.7	16.5
4.0	10.7	14.3	25.5
4.0	14.7	15.7	22.0
6.3	16.3	15.5	19.5
6.3	11.0	14.7	19.5
8.0	20.7	17.5	22.0
9.7	11.0	15.5	18.0
	6.3	14.0	23.0
	11.7	13.0	14.5
	9.3	13.5	18.5
		21.5	18.0
			15.0
			18.0
			21.0
			19.0
			19.5
			18.0
mean values — *keskiarvot*			
7.1 ±0.603	11.7 ±0.667	16.3 ±0.608	19.2 ±0.500

experiment occupied seven days, and the dowsing zones were noted on 27 km., approximately. The results are given in Table 7. It is found that the rod bent relatively more often as the fertility of the soil increased. The ratio of the difference of the mean values of the series to the mean error of the difference in the various cases is as follows: $VT - CT = 5.1$, $MT - VT = 5.1$, $OMT - MT = 3.7$.

During this experiment it was observed that the rod reacted less often just after the car had started on the stretch of road (usually 200 m.) which had been chosen for the test. In other words, the dowser was not »ready» at once (first the rod had to be »warmed up», as Roine said). It would have been interesting to examine this phenomenon thoroughly by dividing the drives into sections, *e. g.* of 20 m., but this would have required a registering equipment, in the absence of which it was only possible to distinguish the first and second (in some cases also the third) 100 m. Table 8 demonstrates the results on 0—100 and 100—200 m. in 71 cases.

Table 8. Exp. No. 5. Results of car test when drives of 200 m. are divided into two sections of 100 m. each. Dowser Roine.

Taul. 8. Koe n:o 5. Autokokeen tulokset jaettaessa ajettu matka kahteen osaan, à 100 m. Varpumies Roine.

No. *n:o*	m. 0—100	m. 100—200	No. *n:o*	m. 0—100	m. 100—200	No. *n:o*	m. 0—100	m. 100—200
	No. of bendings *näyttämien luku*			No. of bendings *näyttämien luku*			No. of bendings *näyttämien luku*	
36	8	15	61	11	16	86	18	24
37	10	15	62	20	22	87	10	15
38	6	11	63	15	25	88	16	17
39	5	7	64	7	7	89	16	19
40	6	12	65	3	3	90	20	18
41	15	16	66	2	3	91	15	18
42	11	13	67	11	16	92	22	29
43	32	40	68	17	14	93	20	23
44	17	21	69	22	18	94	21	23
46	17	26	70	10	21	95	14	25
47	15	24	72	15	20	96	16	23
48	17	14	73	25	40	97	20	24
49	18	13	74	13	18	99	16	16
50	11	16	75	11	14	100	18	28
51	9	9	76	8	13	101	13	16
52	12	13	77	12	13	102	16	21
53	12	16	78	23	20	103	16	20
54	12	17	79	5	5	104	13	17
55	8	10	80	6	7	105	14	22
56	12	25	81	12	18	106	22	20
57	1	1	82	5	10	107	16	22
58	3	3	83	8	10	108	20	19
59	3	5	84	15	12	109	14	23
60	8	13	85	15	17			

Experiment No. 6. Car test with Karttunen in 1951. The investigation included 91 stands, *i. e.* 22 *CT*, 24 *VT*, 29 *MT*, and 16 *OMT*. The dowsing zones were registered on approximately 19 km. The experiment covered 5 days.

Table 9. Exp. No. 6. Results of car test. Dowser Karttunen.

Taul. 9. Koe n:o 6. Autokokeen tulokset. Varpumies Karttunen.

Forest site type — *metsätyyppi*			
CT	*VT*	*MT*	*OMT*
no. of bendings per 100 m — *näyttämien luku 100 m matkaa kohti*			
5.0	9.0	7.0	11.0
3.0	6.5	16.0	12.5
5.5	10.0	5.5	10.0
5.5	7.0	6.5	11.5
5.5	8.0	12.0	13.5
6.5	6.5	9.0	15.5
6.5	6.5	6.0	16.0
6.0	7.5	14.0	19.0
4.5	8.0	7.0	11.0
4.0	6.5	12.0	9.0
4.5	7.5	9.0	10.0
6.0	6.0	7.5	16.0
4.0	8.7	10.0	13.0
4.5	10.0	9.5	11.5
5.5	5.5	5.0	18.5
5.0	10.0	16.5	13.0
3.5	6.5	13.0	
4.0	7.0	9.0	
2.5	6.5	11.3	
2.0	11.5	10.5	
2.5	5.5	10.5	
5.5	6.5	13.0	
	10.0	9.5	
	7.0	13.0	
		9.8	
		8.0	
		7.0	
		9.5	
		17.0	
Mean values — *keskiarvot*			
4.6 ±0.274	7.7 ±0.330	10.1 0.592	13.2 ±0.723

As shown by the results, given in Table 9, Karttunen noted a much smaller number of zones than Roine in the previous experiment (No. 5). The general trend is the same, however, as in the other tests, and the relation between the different forest site types is more or less the same as in Roine's results in experiment No. 5. The relation between the difference and its standard error in the various

cases is as follows: $VT - CT = 7.2$, $MT - VT = 3.5$, and $OMT - MT = 3.3$. — In Fig. 9 Roine's and Karttunen's results are plotted against each other.

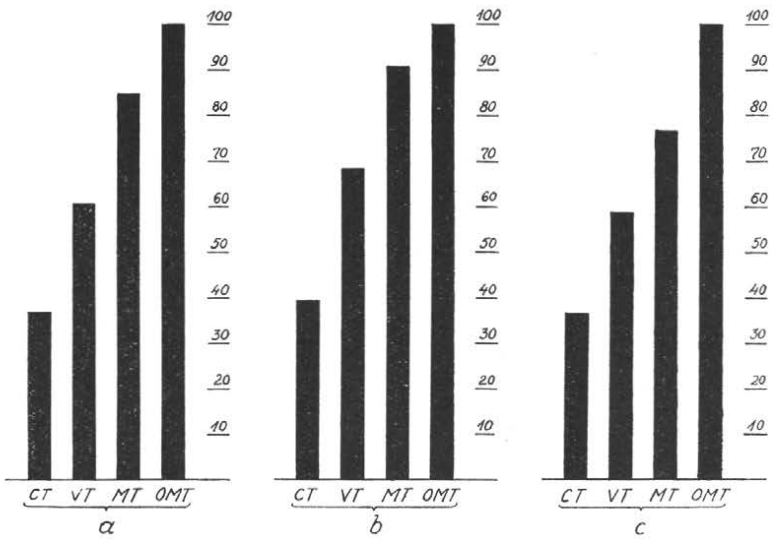


Fig. 9. Exp. No. 5 and 6. a = Roine's results, b = relative estimation of total yield of a 100-year-old pine stand, c = Karttunen's results. $OMT = 100$.

Kuva 9. Kokeet n:o 5 ja n:o 6. a = Roineen tulos, b = 100-vuotiaan männikön suhteellinen kokonaistuotto, c = Karttusen tulos. OMT = 100.

Karttunen announced that he is »sensitive» to iron, and it is not impossible that the presence of this metal may have influenced his results in some cases.

It must of course be kept in mind that nothing is revealed by either Roine's or Karttunen's results in the car test with regard to the real number of dowsing zones. The figures indicate only the number of zones registered while driving at a speed of 12 km. per hour. If the speed had been reduced a greater number might have been noted and *vice versa*.

*

When the results of experiments No. 1, 5, and 6, which include a greater amount of material, are calculated as relative values ($OMT = 100$) and compared with the yield of the pine stand we get the following table:

	CT	*VT*	*MT*	*OMT*
Exp. No. 1, square test (Nupponen)	36.3	67.0	86.9	100.0
» » 5 car » (Roine)	37.0	60.9	84.9	100.0
» » 6 » » (Karttunen) ...	34.8	58.3	76.5	100.0
total yield of a 100-year-old pine stand	39.4	68.4	90.8	100.0

On the basis of these and the other results reported in the foregoing it may be considered established *that there is a relation between earth radiation and the forest site types.* In view of the fact, previously pointed out, that the distribution of the different forest site types is determined by soil moisture, broadly speaking, it may be concluded that earth radiation, too, is somehow related to it. These results prove, of course, at the same time that earth radiation is a natural phenomenon.

*

In this connection the following circumstances still deserve mention.

Both investigations concerning the physical, chemical, and other qualities of the soil of different forest site types and research work performed for the purpose of forest mensuration have shown that there may be considerable variation in these respects in stands of the same type. Considerable material is therefore required in order to arrive at characteristic mean values for the different site types. Obviously this statement holds good with regard to investigations concerning earth radiation, too, and the irregularities found in the above-mentioned series of observations are no doubt explicable by the fact that the material is not sufficiently large.

If only very typical cases are chosen for examination, less material may suffice. In the present investigation it was, however, especially difficult to find stands suitable for the car test. It frequently happens, for instance, that the main road follows the border-line between two different forest types, or the border-line between a wood and a field, *etc.* As far as possible the investigations were performed in middle-aged or old stands in a naturally normal state, but in particular when the car method was employed this claim often had to be abandoned.

It must also be remembered that certain other inadequacies and errors are due to the methods used.

In the car test one may happen to drive along the »line» or immediately beside it, and then the result obtained can be very misleading. In one instance, while driving on one side of the road on poor, dry sandy soil, the rod bent 73 times on 100 m., whereas it only reacted 6 times while driving on the other side. On another occasion the rod bent 10 times when the dowser was sitting at the right side of the seat, but when he changed to the left side it bent only twice. Once the result on the middle of the road was 17 reactions against one at the side, *etc.* According to R o i n e the results differ, too, as to whether one is driving with or against »the current»; in the former case the rod bends only when stopping, whilst there is »attraction» all the time when moving »against the current».

Another difficulty entailed by the car test is the strain to which it exposes the dowser. Working like this for several days in the »darkened car» is »torture».

In the square and string tests as well as in the car test it sometimes happens that the line to be examined either coincides with or falls completely outside a dowsing zone. On one occasion when the string test was employed the rod reacted 35 times (of 36 possible) on one diameter against 6 times only on the other. Another time the result by the string test was 97.2 % for a sample plot, but when the direction of the diameters or of the area was shifted by approximately 45° the result was 55.6 %. When the square and string tests are employed the selection of suitable stands is on the whole easier than when using the car test.

The relatively large deviation of the series of observations is, then, explainable not only by the fact that the same forest site type may represent soil of different types, but also as a consequence of the imperfections of the experimental methods.

The immediate purpose of the present investigation was to throw light on the question of whether earth radiation and the forest site types are somehow related to each other. This question now being answered in the affirmative, the height of the dominant tree of the stand may be chosen as an indicator of the fertility of the soil in future investigations. In order to arrive at results unaffected by the direction of the lines to be examined, the sample plot must be a circle or a regular polygon resembling a circle. If determinations are made along the circumference of the circle or the sides of the polygon in the same way as in the string test, the results must be more reliable with regard to dowsing zones stretching in different directions than in the previous experiments. It will only be necessary to employ the point or the square test in exceptional cases. The car test, again, is of importance in the first place as a simple and handy means of demonstration. The results obtained by it are reliable only if a large amount of data are collected, and then the expenses involved are considerable.

Some maps of dowsing zones

Opinions differ with regard to the manifestations of earth radiation in the field. The most common view seems to be that this phenomenon appears as straight zones differing in breadth and length, but radiation fields and points are also mentioned. Some dowsers allege that there are clusters or sets of curved lines, too, resembling those of a magnetic field. Some contend that the zones follow the cardinal points of the compass in a certain way whilst others deny this totally.

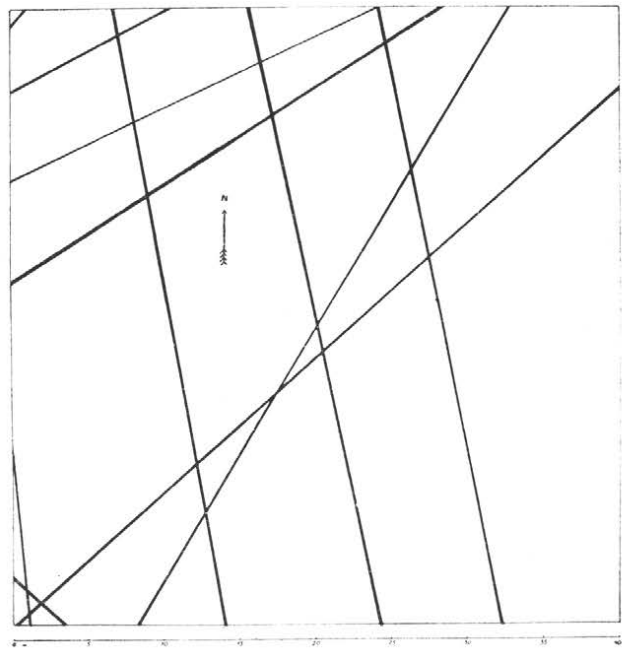


Fig. 10. Map of dowsing zones. Size of sample plot 40 × 40 sq. m. Forest site type *CT*.

Kuva 10. Säteilyvyöhykkeiden kartta. Koealan koko 40 × 40 m². Metsätyyppi CT.

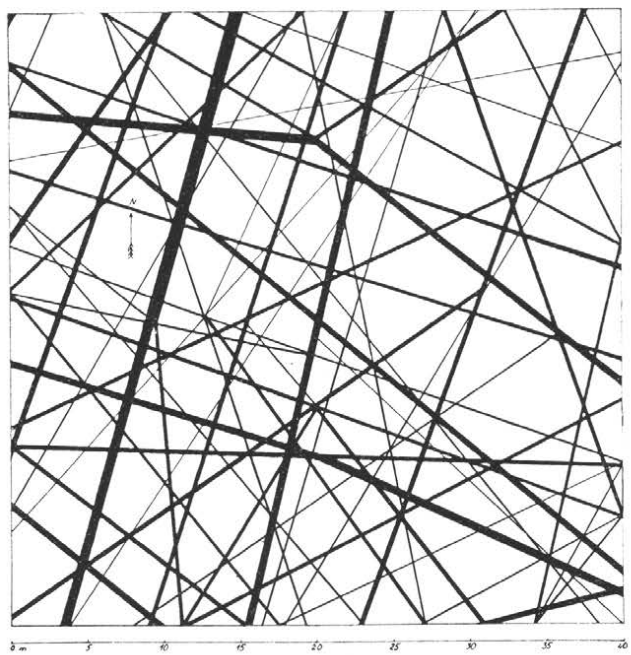


Fig. 11. Map of dowsing zones. Size of sample plot 40 × 40 sq. m. Forest site type *VT*.

Kuva 11. Säteilyvyöhykkeiden kartta. Koealan koko 40 × 40 m². Metsätyyppi VT.

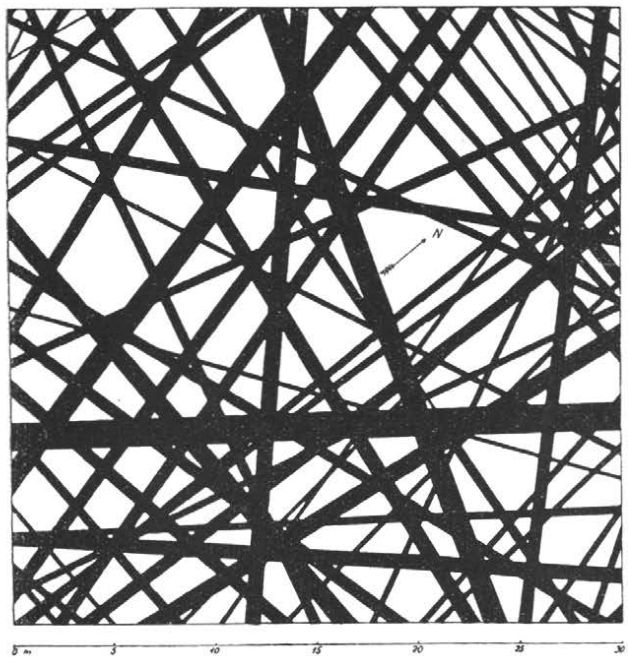


Fig. 12. Map of dowsing zones. Size of sample plot 30 × 30 sq. m. Forest site type *OMT*.

Kuva 12. Säteilyvyöhykkeiden kartta. Koealan koko 30 × 30 m². Metsätyyppi OMT.

In my investigations no particular attention has been paid to this question. Most of the dowsers taking part in my experiments declared that earth radiation appears as straight lines or zones following the cardinal points in some way. In order to make a trial R o i n e was asked to map out the dowsing zones of three sample plots representing *CT*, *VT* and *OMT* forests. These maps are presented in Fig. 10, 11, and 12. By the string test the following results had been obtained earlier for the same stands: *CT* = 1.4 %, *VT* = 61.1 %, and *OMT* = 80.6 %.

The network of dowsing zones appearing on the maps agrees with the results of the experiments reported in the foregoing inasmuch as the density and the breadth of the zones increase with the fertility of the soil. No relationship between the zones and the cardinal points is discernible from the maps.

Notwithstanding these and other results it seems to me, however, very unlikely that earth radiation would appear as straight lines such as demonstrated on the above maps. Presuming that there is a relationship between earth radiation and certain qualities of the soil, for

instance moisture, such lines are incomprehensible, because the qualities of the soil cannot vary in a corresponding manner. Straight dowsing zones must therefore as yet be considered an unsolved mystery.

It would have been interesting to compare maps made by different dowsers or maps drawn by the same dowser at different times, but it was not possible to extend this investigation so far.

*

In this connection mention might be made of a case elucidating the relationship between earth radiation and the forest site types although dowsing zones were not mapped out.

The string test was performed on an area where the border between two forest site types, *CT* and *MT*, was particularly marked. A distance measuring 106 m. was examined at every 2 m. One half of it fell within the *CT* area, the other half within the *MT* area. At the former the rod bent over 4 points against 14 at the latter (compare Fig. 13). An ordinary string test performed on the same sample plot gave the result 25.6 % for *CT;* for *MT*, where the test was repeated over a second area the results were 55.6 and 97.2 %.



Fig. 13. String test performed partly in a *CT*, partly in an *MT* pine stand. Dowsing reaction over (+) points.

Kuva 13. Nauhakoe, osa CT:n, osa MT:n metsikössä. Varpu taipunut (+)-pisteissä.

»Visualizing» of dowsing zones

The literature on earth radiation includes data concerning a number of »visualizers» living quite a long time ago. In more recent years I have read of only one dowser of this type, a South African.

In Finland the dowser N u p p o n e n became more generally known as a »visualizer» about 1948. In 1950 I met another dowser of the same type, Mr. T a p i o, a veterinary surgeon. He indicates that he sees the dowsing zones as a kind of dark streaks, and he sees them more clearly on bare ground (without vegetation). Mr. T a p i o mentioned that the shadows cast by the stems of the trees in sunshine disturb the visualizing. It would have been interesting to compare the visualizing faculty of N u p p o n e n and T a p i o by tests, but hitherto I have only had the opportunity to perform two small tests (in the summer of 1950).

Table 10 demonstrates the results of a string test, in which 18 points were examined. As seen from the table, Nupponen and Tapio had the same result over a few spots only.

Table 10. Results of two »visualizers» at the same observation points.
Taul. 10. Kahden »näkijän» tulokset samoissa havaintopisteissä.

Test No. *koe n:o*	Dowser *varpumies*	No. of point of observation — *havaintopisteen n:o*																	Total no. of plus points *yht. (+)— pist.*
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		Reaction (= +) at the following points — *reaktio (= +) seuraavissa pisteissä*																		
I	*Nupponen*	+	—	—	+	+	+	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	+	+	8
	Tapio ...	—	+	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	—	—	+	—	—	—	7
II	*Nupponen*	+	—	+	+	+	+	+	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	12
	Tapio ...	+	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—	+	—	+	—	6

On two sample plots a comparative square test was performed, in which both dowsers mapped out the dowsing zones of five squares measuring 2 × 2 sq. m. As seen from Fig. 14 and 15 their results differed very much in this case also.

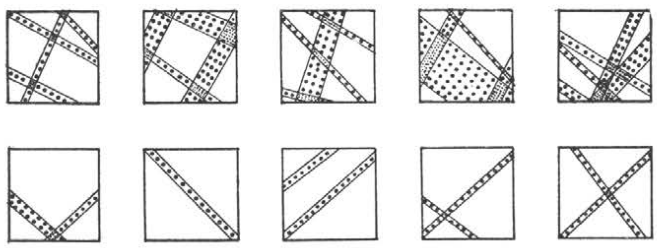


Fig. 14. Square test. Nupponen's results in upper line (5 squares), Tapio's results in the same squares in lower line. Size of squares 2 × 2 sq. m. Forest site type *VT*.

Kuva 14. Ruutukoe. Ylempi rivi (5 ruutua) esittää Nupposen, alempi rivi Tapion tulosta, samoilla ruuduilla. Ruutujen koko 2 × 2 m². Metsätyyppi VT.

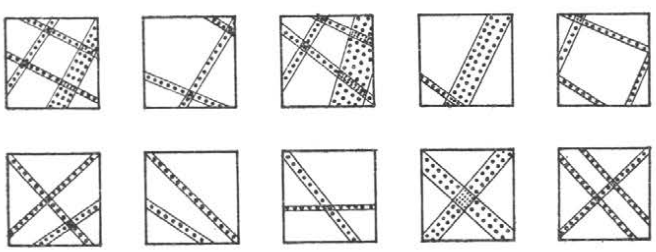


Fig. 15. Square test. Nupponen's results in upper line (5 squares), Tapio's results in the same squares in lower line. Size of squares 2 × 2 sq. m. Forest site type *CT*.

Kuva 15. Ruutukoe. Ylempi rivi (5 ruutua) esittää Nupposen, alempi rivi Tapion tulosta, samoilla ruuduilla. Ruutujen koko 2 × 2 m². Metsätyyppi CT.

As yet the visualizing faculty is just as complete a mystery as several other phenomena which an investigator encounters when studying earth radiation. The solution of this problem would require physiological and psychological researches, which are hardly to be expected, however, since the general opinion is that phenomena of this kind belong to parapsychology and thus fall outside the range of science.

Determinations of soil moisture

From the above results concerning the relationship between earth radiation and the forest site types the conclusion may be drawn that earth radiation, as previously pointed out, is somehow related to soil moisture. It would, however, be desirable to prove this with the aid of direct determinations of the soil moisture.

Comparative measurements of the soil moisture in stands belonging to different forest site types would no doubt show that the distribution of the forest site types (under the same climatic conditions) follow the variations in soil moisture, broadly speaking. Such measurements are, however, very time-consuming and involve considerable technical difficulties.

The simplest method is to make comparative determinations upon and outside a dowsing zone. In one instance such measurements were made during my previous investigations. The water contents of soil samples taken down to a depth of approximately 6 m. at the most were determined as a percentage by weight. The site of the dowsing zone was in this case determined by N u p p o n e n. No difference at all was found between the soil moisture of the samples from the dowsing zone and the soil outside it.

Experience has shown, however, that a determination made once and by one dowser only cannot be relied upon for the demonstration of earth radiation, nor is it sufficient in comparative investigations like the above. For experimental purposes places must be chosen in which many dowsers have had the same result, either positive or negative. This principle was followed in the investigations to be described, measurements being made on the sample plots at Hakkila and Malmi where squares were available for comparison in which either few or many dowsers had obtained a reaction. In what follows, the former are called minus squares and the latter plus squares.

In the moisture measurements B o u y o u c o s's method was employed, which consists in determination of the electric resistance of nylon units buried in the ground. *(Soil Science,* Vol. 67, No. 4, 1949).

Determinations were performed at two different depths: 30 cm. and 138—150 cm. These depths are referred to here as surface soil and subsoil.

The squares to be examined were selected from the tables on page 10 without knowing what they looked like in the field. The people assisting at the experiments by placing nylon resistance units into the ground and the person who performed the measurements did not know which squares were minus and which plus. It should also be noted that the tests with dowsers presented in the tables on page 10 were performed in May, 1950 and the moisture measurements were made in the autumn of 1951, *i. e.* more than one year later.

The Hakkila sample plot

As minus squares in these determinations four squares were selected in which 0—1 (= 0, 1, 1, 1) out of 10 dowsers had had a reaction, and as plus squares four in which 7 dowsers had had a reaction (compare the table on page 10).

The soil is dry and sandy, the stand a pine stand of *VT*. The results of a mechanical analysis of the soil, demonstrated in Table 11, show that the subsoil of the minus squares and both the surface and the subsoil of the plus squares are fairly similar with regard to mechanical composition, whilst the surface soil of the minus squares is somewhat coarser.

Table 11. Mechanical composition of the soil. The Hakkila sample plot.
Taul. 11. Maan raekokoomus. Hakkilan koeala.

Depth *syvyys* *cm*	Grain size *lajite* mm	Minus squares — (—)-*ruudut*					Plus squares — (+)-*ruudut*				
		2	3	4	6	M	1	5	7	8	M
		%					%				
30	<0.002	1.0	2.0	1.5	1.3	1.5	1.5	0.6	1.0	1.2	1.1
	0.002—0.02	1.0	0.9	0.5	0.8	0.8	3.3	0.9	0.9	0.8	1.5
	0.02 —0.05	1.6	0.7	1.0	2.6	1.5	17.6	1.4	0.7	2.5	5.5
	0.05 —0.2	33.9	25.9	21.8	32.6	28.5	63.6	52.3	40.8	46.5	50.8
	0.2 —0.5	59.5	65.5	62.0	53.8	60.2	12.0	41.1	51.8	41.9	36.7
	0.5 —2.0	3.0	5.0	13.2	8.9	7.5	2.0	3.7	4.8	7.1	4.4
150	<0.002	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.4	0.5	0.8	0.2	0.5
	0.002—0.02	0.6	0.7	1.6	0.3	0.8	1.7	0.2	0.7	0.4	0.8
	0.02 —0.05	3.4	1.3	5.8	1.6	3.0	6.5	0.7	3.8	0.7	2.9
	0.05 —0.2	67.5	32.6	77.2	38.7	54.0	72.6	33.1	65.3	29.3	50.0
	0.2 —0.5	27.7	56.4	13.9	50.9	37.2	18.3	60.3	28.8	64.1	42.9
	0.5 —2.0	+	8.3	0.8	7.9	4.3	0.5	5.2	0.6	5.3	2.9

The moisture measurements were begun on September 21 and continued once a week for ten weeks. Some rain had fallen shortly before the first determination, and it rained again between October 26 and November 2, and between November 16 and 23. The results of the

Table 12. Results of determinations of soil moisture on the Hakkila sample plot. Comments in the text.

Taul. 12. Maan kosteusmittausten tulokset Hakkilan koealalla. Selitys tekstissä.

Depth *syvyys* cm	Reaction *reaktio*	Date of determination — *mittausaika*									
		21/9	28/9	6/10	12/10	19/10	26/10	2/11	9/11	16/11	23/11
		Resistance: ohm/1,000 — *vastus: ohmi/1,000*									
30	(—)	0.74	0.76	1.43	1.39	1.72	2.23	1.77	1.98	2.19	1.92
	(+)	0.68	1.87	2.47	3.02	3.50	4.27	2.92	3.02	3.69	3.30
150	(—)	2.21	2.21	1.99	2.43	2.69	3.03	3.36	3.74	4.04	4.51
	(+)	2.17	1.72	1.88	2.14	2.43	2.77	3.09	3.39	3.72	4.11

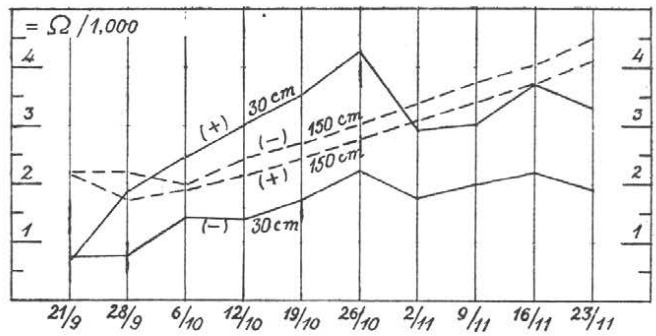


Fig. 16. Results of soil moisture determinations on the Hakkila sample plot. Comments in the text.

Kuva 16. Maan kosteusmittausten tulokset Hakkilan koealalla. Selitys tekstissä.

measurements are given in Table 12 and Fig. 16; the figures of the table multiplied by 1 000 indicate the real resistance in ohms.

It is found that during the whole of the experimental period the subsoil of the minus squares was drier than the subsoil of the plus squares. With regard to the surface soil the relation between the plus and minus squares is reversed, and the difference is much greater than in the former case. It appears, too, that the soil continuously dried up except at the surface, where differing results were occasionally obtained as a consequence of the rains.

The fact that the surface soil of the minus squares was moister than that of the plus squares is puzzling, especially in view of the relatively coarser texture of the former as compared with the latter (*i. e.* on 30 cm. depth). It is possible that detailed examinations of the structure of the soil profile yet to be performed will throw light on this problem. It is conceivable, too, that the demonstration of earth radiation is dependent on the moisture of the deeper layers only, at least on dry sandy areas.

In any case the determinations of the subsoil have shown that the soil is moister in places where the rod bends (more often). It is possible that this difference would have been still more marked if it had been possible to perform measurements at greater depths (there being a thick layer of sand in this area).

The Malmi sample plot

The ground vegetation is somewhat more varied in this place than at Hakkila, and it was analysed by squares for the sake of comparing the results obtained by the dowsers with the vegetation (a total of 100 analyses were thus made). The squares chosen for comparison were partly ones where one or two dowsers had had a response, partly ones where 6—7 men had had a positive reaction. Of the former kind, or minus squares, there are 12, and of the latter, *i. e.* plus squares, 17. The results of the vegetation analyses of these squares are given in Table 13. (The figures indicate the density of the different species: 1 = single specimens rarely, 2 = specimens here and there, 3 = fairly abundant. The density of cryptogams is indicated by two marks: + = species occurs, and + + = abundant occurrence, more or less closed cover.) The stand is a fairly dense spruce stand of *MT* (partly *OMT)*. The vegetation analyses were made by Mr. Lars Fagerström, Cand. phil., on October 6—7, 1951 (he was ignorant of the results of the dowsing tests).

A comparison of the plant lists from the minus and plus squares shows that the vegetation of the latter group represents somewhat more fertile and fresh soil than that of the former. When the mean values are calculated for the occurrence of some of the commoner species we get the following figures:

	Minus group	Plus group
Salix aurita	0.00	0.24
Vaccinium myrtillus	1.17	1.59
Equisetum silvaticum	0.33	0.53
Dryopteris spinulosa	0.42	0.53
Carex globularis	0.25	0.41
Deschampsia caespitosa	0.50	0.18
» *flexuosa*	0.33	0.00
Oxalis acetosella	0.50	0.76
Pirola secunda	0.42	0.64
Linnea borealis	0.17	0.76
Sphagnum Girgensohnii	0.42	0.82
Polytrichum commune	0.58	0.88
Dicranum scoparium	0.42	0.59

Table 13. Results of vegetation analyses performed on the Malmi

Taul. 13. Malmin koealan kasvipeiteanalyysin tulokset

	(—) squares — (—)-*ruutuja*											
	5*)	70	85	11	16	17	40	60	62	69	79	84
Pinus silvestris	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Picea excelsa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Betula pubescens	1	—	1	1	1	1	—	—	1	—	—	1
Alnus incana	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Salix aurita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S. caprea	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
Populus tremula	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
Sorbus aucuparia	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
Rhamnus frangula	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Rubus idaeus	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vaccinium myrtillus ..	1	1	1	2	—	2	1	1	2	1	1	1
V. vitis idaea	1	1	1	1	—	1	1	1	1	1	1	1
Lycopodium annotinum	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
L. clavatum	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Equisetum silvaticum ..	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1
Eupteris aquilina	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Dryopteris spinulosa ..	1	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	1
D. linnaeana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Majanthemum bifolium	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Luzula pilosa	1	—	—	1	1	1	1	—	—	—	1	1
Carex globularis	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1
Agrostis tenuis	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Calamagrostis epigejos..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. purpurea	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
C. arundinacea	2	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
Deschampsia caespitosa	3	—	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—
D. flexuosa	1	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—
Potentilla erecta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rubus saxatilis	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Chamaenerium angustifolium	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxalis acetosella	—	—	1	2	—	—	—	1	1	—	—	1
Trientalis europaea ...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pirola secunda	—	—	1	2	—	—	1	—	1	—	—	—
Veronica officinalis ...	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melampyrum pratense .	—	1	1	1	1	1	1	1	—	1	—	1
Linnea borealis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—
Solidago virgaurea	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Sphagnum Girgensohnii	—	+	+	—	—	—	—	—	+	—	+	+
Pleurozium Schreberi ..	+	+	+	+	++	++	—	+	—	+	+	+
Hylocomium splendens .	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—
Ptilium crista castrensis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Polytrichum commune..	+	—	—	++	—	+	—	—	+	—	+	+
Dicranum scoparium ..	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	1
Rhodobryum roseum ..	—	—	—	+	++	—	—	—	—	—	—	—
Bracythecium sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ceratodon purpureus ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cladonia coccifera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. pyxidata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

*) Squares 5 and 7 are on open area!

*) *Ruudut 5 ja 7 ovat aukealla alalla!*

sample plot (Mr. Lars Fagerström). — Comments in the text.
(maist. Lars Fagerström). — Selitys tekstissä.

(+) squares — (+)-*ruutuja*																
7*)	15	23	42	52	54	67	73	81	91	93	95	21	22	34	53	71
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	—	—	—	1	1	—	—	1	—	1	1	—	1	1	1	1
—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—
—	—	—	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
1	—	1	1	—	—	1	1	1	1	1	—	1	1	1	—	1
—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	3	2	1
1	2	1	1	1	1	—	1	—	1	1	1	1	1	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	1	1	—	—
1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	1	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	—	1	—	—	1	—	—	1	—	1	—	1	1	—	1
—	—	—	—	1	1	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	1
—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—
2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	2	1	—	1	—	1	1	1	1	1	—	1	—	1	1
—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	3	1	—	1	1	1	1	—	—	1	—	—	—	1
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
1	1	1	1	—	1	1	—	1	—	—	1	1	1	1	—	1
1	1	1	1	—	1	1	—	1	1	1	—	1	1	1	—	1
1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	++	++	+	—	+	+	+
+	++	++	—	—	—	+	+	+	+	+	+	++	—	—	+	+
—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	++	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	—	+	+	—	+	+	+	+	—	+	++	+	—	++	+	+
+	+	+	+	+	—	+	—	—	—	—	+	+	—	++	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Table 14. Mechanical composition of the soil. The Malmi sample plot.

Taul. 14. Maan raekokoomus. Malmin koeala.

Depth *syvyys* cm	Grain size *lajite* mm	Minus squares — (—)-*ruudut*					Plus squares — (+)-*ruudut*				
		5	6	7	8	M	1	2	3	4	M
		%					%				
30	<0.002	5.0	1.4	3.1	2.1	2.9	1.0	4.5	2.4	4.7	3.2
	0.002—0.02	23.0	1.5	4.1	1.4	7.5	0.7	12.0	2.1	2.9	4.4
	0.02 —0.05	20.5	3.5	8.4	3.8	9.1	2.6	15.9	7.4	7.6	8.4
	0.05 —0.2	49.0	47.8	80.8	88.5	66.5	74.0	63.5	78.8	78.9	73.8
	0.2 —0.5	1.7	45.5	2.8	4.0	13.5	21.5	3.5	8.9	4.5	9.6
	0.5 —2.0	0.8	0.3	0.8	0.2	0.5	0.2	0.6	0.4	1.4	0.6
138	<0.002	0.9	24.3	0.8	5.8	8.0	23.9	0.9	37.1	3.8	16.4
	0.002—0.02	2.7	17.2	1.2	29.4	12.6	18.1	1.5	23.3	30.2	18.3
	0.02 —0.05	12.5	17.9	6.0	34.2	17.6	21.2	7.1	21.6	37.6	21.8
	0.05 —0.2	81.3	37.6	72.2	30.1	55.3	31.9	83.4	17.5	27.5	40.1
	0.2 —0.5	2.6	1.8	19.6	0.3	6.1	4.8	7.1	0.4	0.8	3.3
	0.5 —2.0	+	1.2	0.2	0.2	0.4	0.1	+	0.1	0.1	0.1

The soil is stratified; the surface layer is sand, and deeper down there is silt and clay. According to the results of the soil analyses (Table 14) the mechanical composition of the minus and plus squares is the same, broadly speaking, at the depths examined; possibly the subsoil of the plus squares may be considered somewhat finer than the rest.

The intention was to place nylon units at 150 cm. depth on this area also, but in two squares, one minus and one plus, a wet layer was encountered before digging so far, and 100 and 120 cm. were therefore chosen as depths of determination in these instances. The average depth for determination of the subsoil was thus 138 cm.

On the four minus squares chosen for moisture measurements one or two (= 1, 1, 1, 2) dowsers had had reaction; on each of the four plus squares a response had been obtained by seven dowsers. As seen from the table on page 10 the plus squares are concentrated in the upper (= south) part of the sample plot map. The determinations were performed on the same days and in the same way as at the Hakkila area. The results are given in Table 15 and Fig. 17.

The results show that the soil of the minus squares was drier than that of the plus squares both at the surface and deeper. The soil is moister in this sample plot than at Hakkila, particularly at greater depths, as could be judged from the vegetation, too. The moisture of the subsoil remained approximately the same throughout the experimental period; the minus squares dried up to some small extent, however. At the surface the effect of the rains was observable.

*

Table 15. Results of determinations of soil moisture on the Malmi sample plot. Comments in the text.

Taul. 15. Maan kosteusmittausten tulokset Malmin koealalla. Selitys tekstissä.

Depth *syvyys* cm	Reaction *reaktio*	Date of determination — *mittausaika*									
		21/9	28/9	6/10	12/10	19/10	26/10	2/11	9/11	16/11	23/11
		Resistance: ohm/1,000 — *vastus: ohmi/1,000*									
30	(—)	2.30	2.16	2.16	2.44	2.67	3.12	2.26	2.54	2.97	1.73
	(+)	2.25	2.03	2.01	2.31	2.53	2.91	2.01	1.95	2.24	0.99
138	(—)	0.69	0.75	0.71	0.76	0.78	0.84	0.88	0.90	0.94	1.02
	(+)	0.24	0.25	0.26	0.23	0.25	0.25	0.28	0.29	0.21	0.27

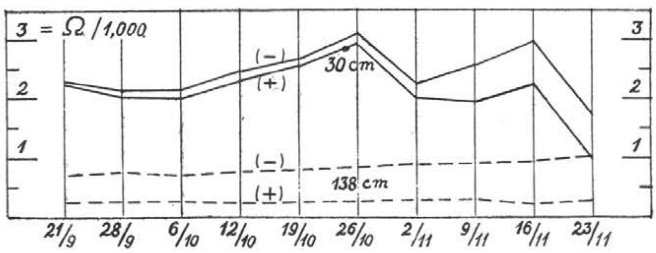


Fig. 17. Results of soil moisture determinations on the Malmi sample plot. Comments in the text.

Kuva 17. Maan kosteusmittausten tulokset Malmin koealalla. Selitys tekstissä.

These moisture measurements and in part also the analyses of the vegetation show that the soil is moister in places where dowsing zones or fields have been noted than at »neutral» areas, the surface soil of Hakkila excepted.

More data would have been desirable, for instance eight squares of each kind instead of four, but the expenses involved were an obstacle. For the same reason it was necessary to confine the investigation to two sample plots only and two different depths of measurement.

It might also be mentioned that a treeless area would have been more suitable for a determination of this kind than a stand since soil moisture is to some extent influenced by trees and their presence may therefore distort the normal appearance of the phenomenon under investigation.

As far as possible, I shall continue these determinations, but in my opinion it has already been proved by the above measurements that the soil is moister in places where the rod reacts. As a rule this result cannot, however, be anticipated unless several dowsers have had the same result, either positive or negative, in the places chosen for examination. There may be exceptions, but I believe that the results of one or two dowsers only should not be relied upon.

Earth radiation as a growth factor for forest trees

The question of the rôle of earth radiation as a growth factor for forest trees has not been especially treated in this investigation, nor has anything been encountered that would alter the conclusions drawn in my previous paper. The literature on this subject as well as my own results seemed even then to justify the view that no sensible discussion of this problem, or of its practical import to forestry, is possible until the measurement of earth radiation has been set on an objective basis.

This question does, however, attract the interest of foresters, and certain observations communicated to me in recent times deserve mention in this connection.

*

Mr. Valtonen and Mr. Klemelä, students of forestry and dowsers, both of them, have observed that the dominant trees of the stand without exception grow at points where dowsing zones intersect. The co-dominant trees may sometimes form an exception to this rule, whilst the majority of the suppressed trees grow either on one dowsing zone only or on »neutral» ground.

In order to throw light on the relationship between earth radiation and the diameter growth of trees these students determined the radial growth of the 200 biggest trees of a pine stand, of which half the number grew in a *CT* stand and the other half in one of *VT*, and compared the growth with the number of dowsing zones noted at the sites of the trees. As seen from Table 16 the results show that the greater the number of dowsing zones crossing each other at the site of the trees the more vigorous is the radial growth; in this respect every additional dowsing zone represents a diminution corresponding to 7—9 years in the rotation.

Table 16. Number of dowsing zones and radial growth of the pine. (Valtonen and Klemelä).

Taul. 16. Säteilylinjojen luku ja männyn paksuuskasvu. (Valtonen ja Klemelä).

Forest site type *metsätyyppi*	Number of dowsing zones *säteilylinjojen luku*	Number of trees puita kpl.	Mean age of trees years *puiden keski-ikä v.*	Mean diameter of trees cm. *puiden keski-läpim. cm.*
CT	2	62	119	28.0
	3	34	113	29.8
	4	4	98	31.9
VT	2	47	74	25.5
	3	24	66	25.8
	4	22	64	29.0
	5	7	57	30.7

It is also remarkable that if one dowsing zone were added at some intersection point, the biological effectivity of that spot would increase the more the greater the number of dowsing zones already present.

*

In a letter to the author Mr. Ilmari Huhtanen, a skilled dowser, writes that he has examined the growth places of the 86 largest pines, sold for poles, in an area of one hectare. He found that all these trees grew at the intersections of dowsing zones.

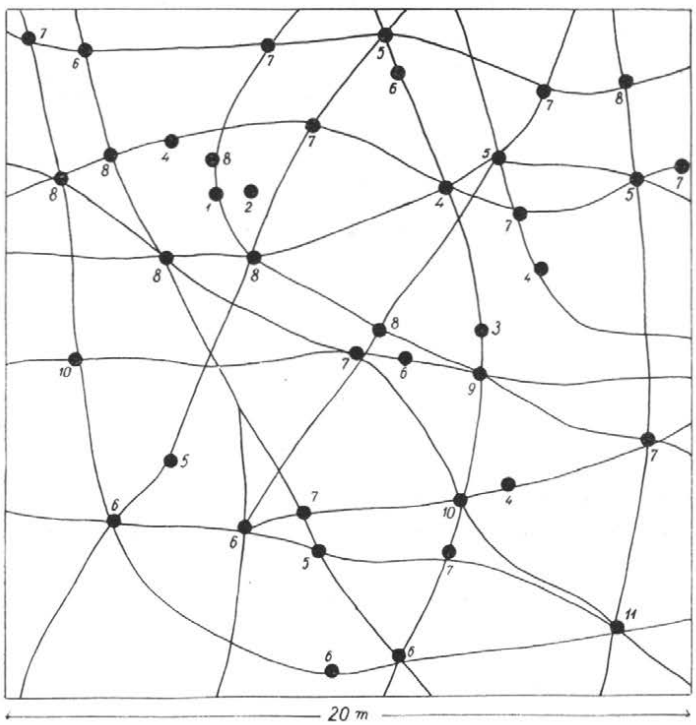


Fig. 18. Map of dowsing zones. Black circles represent trees, numbers by them indicate diameter of trees in inches at breast height. Size of sample plot 20 × 20 sq. m. Forest site type *VT*. (Dowser Ilmari Huhtanen).

Kuva 18. Säteilyvyöhykkeiden kartta. Mustat ympyrät esittävät puita, niihin liittyvät numerot puun läpimittaa tuumina rinnankorkeudella. Koealan koko 20 × 20 m². Metsätyyppi VT. (Varpumies Ilmari Huhtanen).

In a wood the same dowser has examined an area measuring 20 × 20 sq. m. and mapped out the dowsing zones and trees (chiefly pines). As is seen in Fig. 18, the trees grow on dowsing zones with one exception,

and as a rule at their intersections. The stand is a *VT* pine stand of about 60 years of age and has not been thinned. The average diameter of the stems at breast height is 6.7″.

*

In connection with the above it should be emphasized that many dowsers allege that the common forest trees (pine, spruce, and birch) are adversely affected by earth radiation and grow normally and thrive best on radiation-free ground. Statements being so conflicting it is at present impossible to say anything definite on this question. The problem is so intricate that it is very difficult to find even a clue to its solution.

At my suggestion in the spring of 1950 Nupponen tried the reaction at the site of every transplant on an area which had been planted with two-year-old pines a few days before. The area measured 15 × 15 sq.m. and 185 plants were examined. It was found that 118 of them, or 72 %, were placed within a field of radiation. These transplants were marked by an iron ring. After two growth periods it is still too early to draw any conclusions with regard to the results of this experiment.

Comments

The results of the present investigation show
that earth radiation is a natural phenomenon,
that there is a relation between earth radiation and the forest site types, and
that earth radiation is related to soil moisture.

When my results are evaluated I expect to be accused of having disregarded the demand that the experiments should be performed »*unwissentlich*», as the Germans put it. In other words, I have not ensured that nobody in one way or another interested in the outcome of the tests was near the experimental persons.

When the point, string, and car tests were employed I was present noting down the results. When the maps were drawn in the square test I was seldom there, and in the car test the dowser and I never saw each other although I was in the car. When the maps of Fig. 10—12 were drawn I was absent most of the time; the driver assisted the dowser at this task, and he cannot reasonably be supposed to have influenced the results in any way. Assuming that telepathy is a scientific fact, of which I am not at all sure, I admit that I cannot refute the possibility of a

telepathic influence in my experiments. In my opinion it is out of the question that my thoughts or my presence would have influenced the results of the subjects tested, but so far at least I cannot prove this.

In passing it may be pointed out that telepathy might on equally good grounds be alluded to when criticizing the results of many investigations other than those concerning earth radiation. On the whole it seems probable, however, that people adopting a sceptical attitude with regard to the existence of earth radiation do not consider telepathy as a scientific fact.

*

It would be desirable, in particular with a view to the practical utilization of earth radiation, to elaborate a method by which the sensitivity of a dowser could be determined and the influence of time, weather, *etc.* on his faculty could be tested. Many observations seem to indicate that there are different kinds of earth radiation and that some dowsers are more sensitive to some special »radiation» than others. Therefore dowsers ought to be classified somehow in this respect, too. As long as it is impossible to determine the strength and type of the reactive faculty of dowsers in a reliable manner, earth radiation remains a baffling phenomenon whether we think of its scientific exploration or its practical utilization.

Continuous microhydrological investigations seem to be another important task for future researches. It is probable that even soil that appears to be homogeneous is less so with regard to soil moisture than is generally believed, and determinations of soil moisture continued for some length of time in the same place might also throw light on phenomena related to earth radiation. By moisture measurements it may, for instance, be possible to establish whether straight dowsing zones exist or not.

*

Although the relationship established between soil moisture and earth radiation seems to suggest that the latter is due to the presence of water, this is only an assumption. The question of the true nature of this phenomenon seems to be one in the first place pertaining to physicists and physiologists. Personally I lack the qualifications required to attack the problem from this side, and speculations would be of no avail. In this connection I should like to point out, however, that an investigator who has seen dowsers at work must find it difficult to understand the sceptical attitude towards earth radiation common among physicists and physiologists.

The physicists contend, among other things, that any influence or force emanating from the earth would have been established long ago by the aid of physical measuring instruments. As a matter of fact earth radiation has been demonstrated on many occasions (in England, Germany, and the Netherlands) by magnetical measurements and determinations of the air potential. As regards the statement that physical instruments are more sensitive registering apparatuses than the human body this may hold good in respect of the majority of men, but it does not necessarily do so with regard to people sensitive to earth radiation (this category may possibly include 10—20 % of mankind).

Since some physiologists, too, believe that the response of the human body to an influence possibly emanating from the earth is in any case too weak to allow of the exploration of this phenomenon, I should like to draw their attention also to the fact that ordinary people may be »insensitive», but this paper is concerned with the »sensitive» kind. I believe that a physiologist who was interested in this problem and ventured an examination of acutely sensitive dowsers would be able to demonstrate a lot of remarkable facts.

There is no doubt a psychological aspect of this problem, too, which may occasionally even be its only manifestation. Unfortunately we have as yet no means of proving when the reaction is »real» and when it is »false», and therefore all scientific researches in this field are extraordinarily difficult. It should also be kept in mind that this psychological aspect easily obscures the opinion with regard to the true nature of earth radiation and has placed the whole question in an unfavourable light amongst scientific-minded critics.

The problem on the whole is so complex that the co-operation of competent investigators representing different sciences will be required if it is ever to be solved.

Maansäteily metsätutkimusten valossa

Selostus

Esillä olevassa julkaisussa selostetut tutkimukset ovat jatkoa tekijän aikaisemmille maansäteilyn merkitystä metsäpuiden kasvutekijänä koskeneille tutkimuksille (Metsätiet. tutkimuslait. julk. 37, 9, 1950). Aikaisempien tutkimusten päätulosten perustuttua melkein kokonaan yhden varpumiehen »näkemällä» suorittamiin säteilylinjojen kartoituksiin on ollut syytä toisia koemetodeja ja muita varpumiehiä käyttämällä vielä suorittaa muutamia uusia kokeita ja tutkimuksia.

Koemetodit

Tutkimuksissa on käytetty neljää koemetodia: p i s t e k o e, r u u t u k o e, n a u h a k o e ja a u t o k o e (vrt. kuva 5). Näistä ovat uusia nauhakoe ja autokoe.

Nauhakokeessa on koealan halkaisijoille vedetty nauha ja sen kohdalla aina 2 m välimatkoin koetettu varvulla reaktiota, yhteensä koealalla 72 pisteessä. Pisteiden luku, joissa on todettu »vetävän», %:na 72:sta ilmoittaa tuloksen koealalle.

Autokoe on ollut sokkokoe. Varpumies on istunut kokeessa auton takaosassa, jonka ikkunat ja etusivu on peitetty. Koe on suoritettu seuraavilla kahdella tavalla.

Kun ajettaessa tavallisella henkilövaunulla maantietä tultiin sopivaan metsikköön ajettiin siinä tavallisesti 200 m pätkä 12 km tuntinopeudella ja merkittiin muistiin varvun taipumisten luku tällä matkalla. Toista koetta suoritettaessa käytettiin »farmarinautoa», pysähdyttiin sopivassa metsikössä, ja varpumies N u p p o n e n piirsi »näkemällä» säteilylinjojen kartan vaunun permannosta.

Kokeita varpumiehillä

Jo aikaisemmin suoritetuissa pienehköissä kokeissa oli varpumiesten tulosten välillä ilmennyt huomattavia eroja. Uudet kokeet, joihin on osallistunut 20 varpumiestä, ovat johtaneet samanlaisiin tuloksiin kuin aikaisemmat.

Kokeet ovat olleet pistekokeita ja ne on suoritettu Helsingin lähellä kahdella ¼ ha kokoisella koealalla. Koealoille on käytetty nimiä Hakkilan koeala ja Malmin koeala. Taulukossa 1, s. 9, on esitetty 14 miehen tulokset. Asetelmat s:lla 10 esittävät ruuduittain, miten moni varpumies 10 miehestä sai reaktion kullakin ruudulla. Kuten huomataan, tulokset vaihtelevat melkoisesti.

Tässä yhteydessä voidaan vielä mainita koe, jossa johdettiin koehenkilön kehon kautta heikko sähkövirta käyttämällä jännitteitä 6, 10.5, 15 ja 20 V. Mittausten tulosten mukaan (taul. 3, s. 14) sähkövirran voimakkuus on suurempi niillä henkilöillä, joilla varpu taipuu (+-henkilöt). Käytettäessä esim. 20 V jännitettä voi sanoa, että henkilö on »varpumies», jos virran voimakkuus on vähintään 6—7 mA.

Kokeita eri metsätyyppien metsiköissä

Varpumiehinä ovat olleet teknikko Veli Nupponen, puutarhuri Kauko Roine ja opettaja Erkki Karttunen. Kokeita on tähän mennessä suoritettu kaikkiaan 6 (niistä 1 jo aikaisemmin).

Koe n:o 1. — Ruutukoe, joka suoritettiin Nupposen kanssa v. 1949 (selostus kokeesta sisältyy aikaisempaan julkaisuun). Kuten kuvasta 7, s. 16, joka esittää vertailua säteilylinjojen pinta-alan ja männikön tuoton välillä, selviää, linjojen pinta-ala on kiinteässä yhteydessä männikön tuottoon.

Koe n:o 2. — Yhdistetty ruutu- ja nauhakoe Nupposen kanssa v. 1950. Tulokset on esitetty taulukossa 4, s. 17. Ruutu- ja nauhakokeen tulokset vastaavat suurin piirtein toisiaan. Ruutukokeen %:luvut ovat suuremmat kuin v. 1949, mutta suhde metsätyyppien välillä on pysynyt samana.

Koe n:o 3. — Autokoe (sokkokoe) Nupposen kanssa v. 1951. »Ruudut» kartoitettiin tässä kokeessa auton permannosta. Tuloksia esittää taul. 5, s. 18. Aineisto on pieni (vain 60 ruutua) ja *CT*:lle sekä *VT*:lle saadut arvot ovat pienemmät kuin aikaisemmissa kokeissa. Tämäkin koe osoittaa kuitenkin, että säteilylinjojen pinta-ala kasvaa maan tuottokyvyn parantuessa sekä lisäksi, että Nupponen todella »näkee» säteilylinjat. — Kuva 8, s. 19, esittää muutamia kokeessa piirrettyjä ruutukarttoja.

Koe n:o 4. — Nauhakoe Roineen kanssa v. 1950. Tulosten pääsuunta on sama kuin kokeissa n:ot 1—3 (taul. 6, s. 20). Aineisto on pieni ja havaintosarjojen hajonta verraten suuri.

Kokeet n:o 5 ja n:o 6. — Molemmat autokokeita, toinen Roineen, toinen Karttusen kanssa, v. 1951. Tulokset on esitetty taulukoissa 7 ja 9, s. 20—22. Niitä valaisee myöskin kuva 9, s. 23. Kuten todetaan, maan tuottokyvyn parantuessa varpu taipuu suhteellisesti useammin. Huomataan myös, että vaikka Karttunen on saanut linjoja vähemmän kuin Roine, suhde metsätyyppien välillä on molemmilla jokseenkin sama. — Näissä kokeissa saadut luvut eivät tietenkään sano mitään linjojen todellisesta luvusta. Ajettaessa hitaammin olisi todennäköisesti saatu linjoja enemmän ja ajettaessa nopeammin niitä olisi saatu vähemmän.

Edellä selostettujen kokeiden tulosten perusteella voi pitää selvitettynä, että maansäteilyn ja metsätyypin välillä on tietty yhteys. Koska toiselta puolen metsätyyppien esiintyminen luonnossa suurin piirtein seuraa maan kosteussuhteita, voidaan päätellä, että maansäteily on tietyssä yhteydessä maan kosteuteen.

Käytetyt koemenetelmät eivät ole osoittautuneet täysin tarkoitustaan vastaaviksi. Tutkittava linja saattaa esim. sattua säteilylinjan kohdalle tai kokonaan sellaisen ulkopuolelle 1. viereen, ja saatu tulos saattaa silloin muodostua aivan harhaanjohtavaksi. Mittaukset saataisiin eksaktisemmiksi suorittamalla ne nauhakokeen tavoin, mutta esim. pitkin ympyrän kehää tai monikulmion sivuja. Kaikissa metsätyyppien pohjalla suoritetuissa vertailevissa tutkimuksissa on myöskin otettava huomioon, että saman metsätyypin puitteissa saattaa esiintyä huomattavaa vaihtelua.

*

Edellä mainittujen kokeiden lisäksi on suoritettu säteilylinjojen kartoituksia kolmella koealalla. Niiden tuloksia esittävät kuvat 10, 11 ja 12, s. 26—27. Näin saatu kuva linjaverkostoista vastaa kokeiden tuloksia sikäli, että säteilylinjojen

tiheys ja leveys kasvaa maan tuottokyvyn parantuessa. Suoria säteilylinjoja täytyy kuitenkin ainakin toistaiseksi pitää arvoituksena. Maan fysikaaliset, kemialliset tm. ominaisuudet eivät voi vaihdella vastaavalla tavalla.

Kuvan 13, s. 28, esittämä tapaus on sikäli mielenkiintoinen, että siinä kaksi metsätyyppiä, *CT* ja *MT*, rajoittuvat toisiinsa verraten jyrkästi. Nauhakokeessa, joka ulottui tyyppirajan kummallekin puolelle, varpu taipui *CT*:llä 4 pisteessä ja *MT*:llä 14 pisteessä.

*

Varpumies N u p p o s e n merkillisen näkökyvyn tultua yleisemmin tunnetuksi häntä pidettiin meillä ainoana »näkijänä» (ja »toisena maailmassa»). Kesällä 1950 tutustuin kuitenkin toiseenkin meikäläiseen näkijään, eläinlääketiet. toht. T a p i o o n. — Niissä pienissä vertailevissa kokeissa, jotka olen toistaiseksi ollut tilaisuudessa järjestämään näiden kahden näkijän kanssa, he tulivat huomattavasti erilaisiin tuloksiin (taul. 10, s. 29, sekä kuvat 14 ja 15, s. 29).

Maan kosteusmittauksia

Vaikka jo metsätyyppien suhteen saatujen tulosten nojalla voi päätellä, että maansäteily on jossakin yhteydessä maan kosteussuhteisiin, olisi suotavaa, että tämä voitaisiin osoittaa myöskin suoranaisten maan kosteusmittausten avulla. Tässä tarkoituksessa on suoritettu muutamia — toistaiseksi alustavia — kosteusmittauksia edellä mainituilla Hakkilan ja Malmin koealoilla.

Mittaukset on suoritettu vertaamalla toisiinsa toiselta puolen ruutuja, joilla varpu on taipunut vain harvoilla varpumiehillä, ja toiselta puolen ruutuja, joilla useat miehet ovat saaneet reaktion. Edellisiä ruutuja on nimitetty (—)-ruuduiksi, jälkimmäisiä (+)-ruuduiksi. — Mittauksiin on käytetty B o u y o u c o s'in kehittämää menetelmää, joka perustuu maahan upotettujen »nylon-levyjen» sähkönvastuksen määritykseen ja ne on suoritettu kahdessa syvyydessä: 30 cm ja 138—150 cm. Näille syvyyksille on käytetty myöskin nimityksiä pintamaa ja pohjamaa.

Tutkittaviksi otetut ruudut on valittu »paperilta» eli s:lla 10 esitetyistä asetelmista, eivätkä henkilöt, jotka ovat kentällä suorittaneet mittaukset, ole tietäneet, mitkä ruudut olivat (—)-, mitkä (+)-ruutuja. Mittaukset aloitettiin 21/9 ja ne on uusittu kerran viikossa, tähän mennessä 10 kertaa (kokeet jatkuvat edelleen).

H a k k i l a n k o e a l a. — Tutkituilla 4:llä (—)-ruudulla on 10 varpumiehestä 0—1 saanut reaktion ja niihin verratuilla (+)-ruuduilla 7 miestä. Suoritettujen mekaanisten maa-analyysien mukaan (—)-ruutujen pohjamaa sekä (+)-ruutujen pinta- ja pohjamaa ovat raekokoomukseltaan pääpiirtein samanlaisia, mutta (—)-ruutujen pintamaa on jonkin verran karkearakeisempaa (taul. 11, s. 31).

Kuten taulukosta 12, s. 32, ja kuvasta 16, s. 32, todetaan, (—)-ruutujen pohjamaa on koko ajan ollut kuivempaa (= vastus suurempi) kuin (+)-ruutujen, mutta pintamaan suhteen ero on päinvastainen (ja huomattavasti suurempi). Vielä suorittamatta olevat maaprofiilin rakenteen yksityiskohtaisemmat tutkimukset tulevat ehkä antamaan jonkin selityksen kysymyksessä olevaan eroon pinta- ja pohjamaan välillä. — Sellaisessa kuivassa hiekkamaassa, josta tässä on kysymys, olisi muuten nähtävästi ollut suotavaa mittausten ulottaminen syvemmälle (kuin 150 cm).

Malmin koealа. — Koealalla on maatutkimusten lisäksi tehty myöskin kasvipeiteanalyysi ruuduittain (siis 100 ruudusta). Taulukkoon 13 on ruuduista valittu (—)-ryhmään sellaiset, joilla varpu on taipunut vain 1—2 miehellä, ja (+)-ryhmään sellaiset, joilla 6—7 miestä (siis 10:stä) on saanut reaktion. Kasviluetteloiden vertailu toisiinsa osoittaa, että plus-ryhmän kasvillisuus suurin piirtein edustaa jonkin verran viljavampaa ja tuoreempaa maata kuin minus-ryhmän. — Mekaanisen maa-analyysin tulosten mukaan pintamaa on hietaa, pohjamaa hiesua ja savea (taul. 14, s. 36).

Ruuduista, joilla kosteusmittaukset on suoritettu, oli 4:llä ruudulla 10:stä varpumiehestä 1—2 saanut reaktion ja 4:llä 7 miestä. Tulokset on esitetty taulukossa 15 ja kuv. 17. Niiden mukaan maa on (—)-ruuduilla kuivempaa kuin (+)-ruuduilla.

Maansäteily metsäpuiden kasvutekijänä

Selostettavat (uudet) tutkimukset eivät ole suoranaisesti kohdistuneet kysymykseen maansäteilystä metsäpuiden kasvutekijänä. Tässä suhteessa on kuitenkin viime aikoina tehty muilla tahoilla muutamia uusia havaintoja, joihin on syytä viitata.

Metsäylioppilaat Valtonen ja Klemelä ovat tutkineet männikön 200 päävaltapuun kannon paksuuskasvua ja verranneet sitä säteilylinjojen lukuun kantojen paikalla. Tulokset osoittavat, kuten taulukosta 16, s. 38, selviää, että mitä useamman säteilylinjan risteyksessä puut ovat kasvaneet, sitä voimakkaampi on ollut niiden paksuuskasvu. Metsiköissä tehdyt havainnot osoittivat edelleen, että vallitsevan latvuskerroksen puut kasvoivat poikkeuksetta säteilylinjojen risteyskohdissa.

Saman suuntaisia havaintoja kuin mainitut ylioppilaat on tehnyt varpumies Ilmari Huhtanen. Kuva 18 (s. 39) esittää hänen laatimaansa karttaa, jolle on merkitty säteilylinjat ja puut. Metsikkö on n. 60-vuotias, harventamaton *VT*-männikkö (runkojen keskipaksuus 6.7″). Kuten todetaan, puut sijaitsevat — yhtä poikkeusta lukuunottamatta — säteilylinjoilla ja enimmäkseen niiden risteyksissä.

Loppukatsaus

Tutkimukset, joiden tuloksia on edellä selostettu, osoittavat,

että maansäteily on luonnonilmiö,

että maansäteilyn ja metsätyypin välillä on tietty yhteys, ja

että maansäteily on yhteydessä maan kosteuteen.

Saatuja tuloksia arvosteltaessa ehkä väitetään kokeissa jätetyn huomioon ottamatta vaatimuksen, että tällaisissa kokeissa ei saa koehenkilön lähellä olla kukaan, joka on tietyllä tavalla kiinnostunut koetulosten suunnasta. Saattaa olla, että telepatia yleensä on tieteellinen tosiasia, mutta pidän mahdottomana, että omat ajatukseni tai läsnäoloni kokeissa olisivat vaikuttaneet jotakin koehenkilön saamiin tuloksiin. Ainakaan toistaiseksi en kuitenkaan voi tätä todistaa.

Kysymys, miten maan kosteuden vaikutus on selitettävä (silloin kuin reaktio esiintyy aitona), on käsittääkseni ensi sijassa fysiologinen ja fysikaalinen probleema. Fysiologit voisivat tutkimalla nimenomaan maansäteilylle erityisen herkkiä henkilöidä varmaan saada esille monia uusia tosiasioita.

Ilmiöllä on tietenkin myös psykologinen puolensa ja se saattaa esiintyä yksistäänkin psykologisena, seikka, joka helposti johtaa harhakäsityksiin maansäteilyn todellisesta olemuksesta ja on ollut omiaan saattamaan tämän mielenkiintoisen ilmiön huonoon valoon kriitillisen ajattelun edessä.

*

Pitkien suorien linjojen tutkimus (ruutu-, nauha- ja autokokeessa) ei ole osoittautunut onnistuneeksi menetelmäksi. Mittauksia varten olisi koealan mieluummin oltava ympyrä tai monikulmio. Eksaktisempiin tuloksiin pääsemiseksi olisi myöskin syytä käyttää tutkimusten pohjana metsätyypin asemasta puiden kasvua.

Maansäteilyn käytännöllisiä sovellutuksia ajateltaessa on päävaikeutena varpumiesten erilainen herkkyys l. tuntokyky. Niin kauan kuin ei ole keksitty varpumiesten testaukseen — so. luokitukseen — soveltuvaa menetelmää, säteilylinjojen määritys on epävarmalla pohjalla ja sen tulokset saattavat käytännössä johtaa harhapäätelmiin. Tämä mahdollisuus on vielä suurempi siinä tapauksessa, että tulokset vaihtelevat — niinkuin näyttää — myöskin sääsuhteiden mukaan.

GRUNDLAG OG RETNINGSLINIER FOR TRÆARTS- OG PROVENIENSVALG I DANMARKS HEDE- OG KLITPLANTAGER

E. C. L. LØFTING

STATENS FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

HELSINKI 1952

Helsinki 1952. Valtioneuvoston kirjapaino

Danmark er som bekendt et skovfattigt land med en høj træproduktion i forhold til arealet; men en statistik viser dog, at skovarealet gennem de sidste 80 år er steget stærkt, fra 4.66 % af landets areal i 1871 til ca. 8.2 % i 1931. Medens skovarealet på Øerne kun er steget svagt fra 8.83 % i 1871 til 9.4 % i 1931, viser statistikken for Jyllands vedkommende:

Jylland uden Sønderjylland	Skovareal ha	Skov-%	Deraf nåletræ %
1871	62 996	2.5	—
1881	87 129	3.5	29
1896	145 291	5.8	53
1931	201 221	7.8	77
1951	ca. 230 000	ca. 9.1	—

således at næsten ⅔ af Danmarks træbevoksede areal nu findes i Jylland. Denne stærke forøgelse af Jyllands skovareal skyldes i hovedsagen statens, Hedeselskabets og enkeltpersoners energiske forsøg på at tilplante Danmarks dårligste jorder: de podsolerede heder, klitter og andre sandflugtsarealer, samt tørre sandjorder, som landbruget havde vraget eller opgivet.

Disse plantninger udgør nu sammen med de plantageanlæg, som staten for mere end 150 år siden havde påbegyndt på tilsvarende lokaliteter, Danmarks hede- og klitplantager. Formålet med disse tilplantninger har været at skabe øget træproduktion, dæmpning af sandflugt, tålelige læforhold for landbruget og øgede beskæftigelses- og indtjeningsmuligheder for den befolkning, som har tilbageerobret de tidligere næsten uproduktive og øde områder på de degenererede sandjorder. Da plantningerne begyndte, holdt skovens sidste rester endnu stand i form af lave egekrat hist og her på bakkeøerne, kuede af vinden og mishandlede af mennesker, hedebrande og hyrdernes spredte fåreflokke.

Medens skabelsen af et varigt skovbrug i vore heder og klitter er plantningssagens endelige mål, har man i vore hededistrikter betragtet frembringelsen af rødgranplantager som den vigtigste foreløbige opgave. Et forbillede herfor dannede statens gamle plantagedistrikter, hvor man i de midtjydske hedeegne for 100—150 år siden havde oprettet de første plantager; hertil havde man anvendt rødgran, skovfyr (hovedsagelig

tysk fra klængstuen i Darmstadt), europæisk lærk (alpine racer) og tildels ædelgran, og resultatet var blevet, at man på den bedste hede (tildels gammel egekratbund) og på mager, forladt agerjord havde frembragt plantager, som efter lange stampeperioder udviklede sig til næsten rene rødgranplantager af en god sundhed og kvalitet. Det blev derfor ganske naturligt, at man betragtede rødgran som det selvfølgelige hovedtræ i hedeplantagerne, og at man bedømte skovdyrkningsmulighederne ud fra dette træs udvikling i de forskellige egne.

Den store tilplantning af hederne, som Hedeselskabet, staten m. fl. har gennemført igennem de sidste 80 år, blev dog først muliggjort, efter at man havde lært at anvende bjergfyr som hjælpetræ — enten som forkultur eller som midlertidig indblandning i grankulturerne. I forbindelse med en stadig forbedret jordbearbejdningsteknik er man herved blevet istand til at skabe granplantage overalt, hvor man kan gøre sig håb om at dyrke gran på en i samfundsøkonomisk henseende forsvarlig måde.

Bjergfyrrens store andel i hedeplantningernes heldige gennemførelse er ganske uomtvistelig; men træartens selvstændige værdi er meget ringe, og dens tilbøjelighed til at få Trametes kan være farlig for plantagerne i visse egne. I de senere år er man derfor tildels i forbindelse med forbedret jordbearbejdning mange steder gået over til at anvende japansk lærk som hjælpetræ for granerne, idet man herved på de lidt bedre heder opnår at få granerne hurtigere igang, samtidig med at hjælpetræarten yder en værdifuldere og sundere produktion.

Det relativt gode resultat, der er opnået ved rødgranplantning, og dette træs store anvendelighed har bevirket, at 1. generation i de danske hedeplantager repræsenterer en stor værdi for vort land, men samtidig har netop dette resultat medført en eensidighed i vort hedeskovbrugs opbygning, som vækker forfærdelse hos mange udlændinge. Det kan ikke nægtes, at et skovbrug, der næsten udelukkende er baseret på rødgran, under ugunstige klima- og jordbundsforhold, rummer en meget stor risiko og stiller efterkommerne overfor de alvorligste problemer. Jordbundsforbedringen, som f. eks. det hollandske hedeskovbrug lægger hovedvægten på som grundlag for vedvarende hedeskovbrug, har dansk hedeskovbrug i første omgang forsømt eller rettere givet afkald på til fordel for den øjeblikkelige gevinst ved at frembringe en anselig produktion af let sælgelige rødgraneffekter. Man må dog her bemærke, at klima og jordbund i vore hedeegne er så vanskelige, at den primære opgave kun har været at skabe plantager i det håb, at fremtidige hedeskovbrugere ville magte den opgave at føre plantagerne videre frem til varige hedeskove. Dette er den vigtigste og vanskeligste opgave for vor tids hedeskovbrugere i de gamle midtjydske plantageegne. En nøjere redegørelse for udviklingen på dette område vil føre for vidt ved denne lejlighed. Kun skal det anføres, at vi forlængst har tilbagelagt en periode,



Fig. 1. Palsgaard statsskovd strikt, Langebjerg plantage. ca. 70. aarig Rødgran plantet paa gammel forladt agerjord og hede. (Midtjydsk nedbørsrigt omraade.)

hvor renafdrifter i forbindelse med stormfald ofte har givet blottelser med påfølgende ødelæggelser af jordbundstilstanden ved sols og vinds udtørring, og hvor frost- og tørkesvækkelser af kulturerne i forbindelse med voldsomme Hylobiusangreb har forvoldt katastrofale ødelæggelser. På baggrund af disse dyrekøbte erfaringer går bestræbelserne ved foryngelserne nu ud på at udnytte og fastholde de fordele, 1. generation har skabt. Hertil hører tidligt indledede foryngelser, udnyttelse af lævirkning og skyggegivning fra de gamle bevoksninger, beskyttelsesforanstaltninger mod sols og vinds ødelæggende virkning på jordbundstilstanden ved kvasdækning, jordbearbejdning som tilsigter sanddækning af humuslaget o. s. v. Herved er det mange steder lykkedes at få fortrinlige vækstbetingelser for 2. generation, at undgå angreb af *Hylobius abietis* og at skabe muligheder for anvendelse af langt flere træarter, selvom rødgran i disse egne stadig er og bør være hovedtræarten.

Medens træartsvalget i de midtjydske hedeegne således i 1. generation mange steder blev forenklet ved rødgranens ret sikre udvikling, svigtede rødgranen på tør bund i Jyllands nedbørsfattige egne og på lokaliteter, hvor jordens vandkapacitet var særlig ringe (gammelt skyllesand, groft

grus m. v.). Også i klitterne og de vestligste hedeområder vantrivedes rødgranen som følge af saltnedslag fra Vesterhavet. I klitskovbruget havde man allerede fra de tidligste plantningsforsøg eksempler på skovfyrs og ædelgrans gode udvikling i klitskoven, og store dele af de ringeste klitområder tilplantedes med bjergfyr, medens sitkagran anvendtes på de bedre lokaliteter i stedet for rødgran. Medens man således i klitskovbruget, når man ser bort fra de udstrakte bjergfyrtilplantninger, tidligt har fulgt en selvstændig linie for sit træartsvalg, opstilledes de vellykkede midtjydske hedeplantager længe som forbillede for tilplantningerne også på de tørreste lokaliteter og for de nedbørsfattige egne, hvor rødgran for at udvikle sig tilfredsstillende kræver en friskere bund. Herved er der frembragt en række utrivelige plantager, hvor tidlige tørkesvækkelser og voldsomme Trametesangreb har anrettet katastrofale ødelæggelser, medens man ensidigt har bedømt disse områders skovdyrkningsmæssige muligheder udfra rødgranens manglende evne til at udvikle sig. Først på et relativt sent tidspunkt har man fået øjnene op for, at man her må lægge sit træartsvalg helt om, at man må søge at skabe en skovtype, hvor man som hovedtræarter må søge mere tørketålende træer, selvom man måske herved på forhånd må afskrive nogle af de værdifuldeste træarter. Det vil af ovenstående kortfattede orientering ses, at både klima og jordbundsforhold ændres fra egn til egn indenfor vore hedeområder i en sådan grad, at træartsvalget må ændres i forhold hertil, medens klitplantagerne har deres specielle træartsproblemer. Hvor indbyrdes forskellige forholdene end er fra lokalitet til lokalitet for alle disse plantninger, danner de dog grundlag for skovtyper, som er beslægtede med de skandinaviske nåleskove, medens de adskiller sig skarpt fra Danmarks øvrige skove. De gamle skove drives som regel under forhold, som med lethed opfylder en lang række træarters krav, og består for en væsentlig del af træarter, som naturligt vil forekomme i disse skove og betinge en jordbundstilstand og -omsætningsforhold, som er meget gunstige. Plantagerne er i modsætning hertil frembragt på podsoleret hede, klitter, indsande og tørre forladte sandmarker og grusbanker, d. v. s. udenfor de naturlige skovgrænser eller i bedste fald på degenereret bund, som i en fjern fortid har været skovklædt. De anvendte træarter er næsten alle nåletræer, hvis naturlige udbredelsesområde ligger udenfor landets grænser, og de vanskelige, men skiftende jordbundsforhold i forbindelse med klimatiske forskelle fra egn til egn begrænser som regel hver enkelt træarts anvendelighed til større eller mindre områder indenfor det tilplantede areal. Selvom plantagerne således er rene kunstprodukter, kommer de til at svare til skovbrug i nærheden af en trægrænse.

Jordbundens tilstand og omsætningsforhold i de gamle midtjydske granplantager synes på foryngelsestidspunktet at svare ret nøje til, hvad man kan finde i mange naturlige skandinaviske nåleskove under vanske-

lige vækstforhold. Navnlig er det påfaldende at se, hvor mange af karakterplanterne for omsætningsforholdene under foryngelserne de jydske hedeplantager har fælles med de norrlandske skove, som et tegn på at en lang række problemer her- trods klimaforskelle- må være parallele.

De danske hede- og klitplantager repræsenterer som nævnt et skovbrug i nærheden af trægrænserne, men disse grænser bestemmes af forskellige faktorer for hver enkelt træart. Dette betyder, at træarts- og proveniensvalget må afpasses ganske nøje til hver enkelt lokalitet, hvis det skal lykkes os at føre alle de nuværende plantagearealer frem til at blive levedygtige, vedvarende hede- og klitskove. Vor evne til at forstå, hvilke klima- eller jordbundsfaktorer indenfor vort område, der i særlig grad begrænser de enkelte træarters og provenienser udviklingsmuligheder, vil med andre ord afgøre, om en del af vore plantager før eller senere må opgives som bekostelige kunstprodukter, eller om de kan videreføres på forskellig måde ved hjælp af særlige træarter og provenienser. Vi står her overfor vanskelige problemer, som vi endnu kun famlende og mangelfuldt magter at løse, og vi må for at nå videre søge at skaffe os et vist overblik over de anvendte træarters minimumskrav overfor de simpleste og mest alment virkende vækstfaktorer for at kunne sætte træarterne i relation til hinanden og for at kunne bedømme om-og i bekræftende fald hvor inden for vort plantageområde—disse krav kan opfyldes for de enkelte træarter og hvilke provenienser, man i så fald bør foretrække. Selvfølgelig vanskeliggøres problemerne ved, at ingen af de forskellige nåletræer, vi har anvendt eller muligvis kan anvende i vore plantager, er hjemmehørende hos os. Mange af disse træarter har længe været gennemprøvet og anvendt i en sådan målestok, at de i det daglige ikke opfattes som fremmede, f. eks. rødgran *(Picea abies)*, ædelgran *(Abies alba)*, bjergfyr *(Pinus mugo)*, skovfyr *(Pinus silvestris)*, lærk *(Larix)* m. fl., medens vi med mere fremmede træarter dels har opnået udmærkede resultater, dels har forsøgt så mange provenienser, at vi herigennen har fået et stort sammenligningsmateriale, som er meget værdifuldt, hvis vi drager de rette slutninger ud fra resultaterne. Vi har dog herhjemme, som mange andre steder, hvor fremmede træarter og provenienser er anvendt, gjort den erfaring, at disse langt mere end de hjemlige kan blive udsat for uventede, ødelæggende angreb af svampe og insekter, ofte først efter mange års god udvikling, jfr. sodskimmelangreb *(Phaeocryptopus Gäumanni)* på douglasgran *(Pseudotsuga taxifolia)*, *Hylesinus micans* på sitkagran *(Picea sitkaënsis)* o. s. v. Til tider kan sådanne angreb omfatte samtlige bevoksninger af en træart, til tider viser enkelte provenienser sig resistente, medens andre bukker under, i andre tilfælde synes angrebene mere lokalt bestemte, således at bevoksningerne på særlige lokaliteter kan være sunde, medens træarten i det samme område ødelægges på andre voksepladser. Træarts- og proveniensvalg på bag-

grund af økologiske studier vil derfor være den første betingelse for en nogenlunde sikker anvendelse af de fremmede træarter.

Gennem vore talrige dyrkningsforsøg og frimodige, ofte letsindige, arts- og proveniensvalg har vi som nævnt erhvervet et meget værdifuldt undersøgelsesmateriale. Sammenholdes dette med skovtypestudier indenfor de enkelte træarters naturlige udbredelsesområder, skulle vi have de bedste muligheder for dels at forstå de enkelte træarters krav og natur, dels at erkende de vanskeligheder, hver træart må møde, når de dyrkes i vore hede- og klitskove.

Hvis plantningsstederne og skovtyperne befinder sig indenfor et område, hvor stort set de samme plantearter af historisk-geografiske årsager har mulighed for at optræde, lettes sammenligningen selvfølgelig meget; dette kan man drage fordel af for en del europæiske træarters vedkommende. Men også for flytning af enkelte arter, f. eks. fra Amerika til Europa, har skovtypestudier den største betydning, idet man herigennem kan skønne, hvilke klima- og jordbundsforhold de forskellige træarter ønsker og hvilke faktorer af betydning for plantevækst, hver enkelt art er særlig følsom overfor. Man må dog have i erindring, at træartsfordelingen indenfor skovtyperne i vid udstrækning fremkommer som resultat af en kamp om voksepladsen (jfr. Vaupel og P. E. Müller), hvor mere skyggetålende træarter fortrænger lystræerne, således at de gunstigste voksepladser i områder, hvor skoven har haft fred for mennesker, skovbrande m. v., stort set vil blive erobret af de skyggetålende træarter, medens lystræerne vil fortrænges til mere ugunstige, isolerede lokaliteter. Skyggetræernes forekomst vil derfor blive sammenhængende omkring de gunstigste områder for arten, medens lystræerne gennem deres fortrængning til mere ugunstige lokaliteter bliver mere specialiserede og opdelt i skarpt adskilte provenienser. Vanskeligheden ved at bedømme, hvilke arter og provenienser, der bør anvendes på forskellige europæiske lokaliteter, består imidlertid ikke alene i den helt forskellige artssammensætning af skovtyperne i Amerika og Europa eller i skyggetræernes fortrængning af lystræerne, således at man ikke altid får et sandt billede af lystræernes dyrkningsmuligheder. En tredie alvorlig vanskelighed ved arts- og proveniensvalg danner mere generelle uoverensstemmelser mellem klimaet hos os og i de fremmede områder. Selvom det vil være muligt at finde god overensstemmelse for mange klimafaktorers vedkommende, vil det sjældent være muligt samtidigt at have overensstemmelse på andre punkter. Man kan derfor ikke vente at finde et sted f. eks. i Nordvestamerika, hvorfra alle træarter kan overføres til os, idet træartsgrænsernes meget indviklede forløb, forskelligt for hver træart, viser, at det er et kompleks af mange forskellige faktorer, som dels supplerer, dels modvirker hinanden og tilsammen giver vækstforhold af ulige værdi for de forskellige træarter. Derimod kan man af

skovtyperne-navnlig vedrørende skyggetræerne-lære hvilke forhold, hver enkelt træart foretrækker, og hvilke faktorer der synes at begrænse hver enkelt træarts udvikling indenfor klimaområder, som kan have sammenligningsinteresse for os.

Ved at koncentrere sin opmærksomhed om hvilke faktorer, der indenfor disse områder har minimumsvirkning for den enkelte træart i naturskoven, kan man dels undgå at anbringe den pågældende træart i plantagerne under forhold, som ligger udenfor minimumsgrænserne, dels ved sit proveniensvalg tage særligt hensyn til overensstemmelser på det farlige område og dels finde forklaring på en del tidligere mislykkede plantninger.

Som en grov indstyring vil det være værdifuldt at søge de fremmede træarter opdelt efter deres fugtigheds- og temperaturkrav sat i relation til vore forhold, idet disse fundamentale faktorer for al plantevækst synes at være skelsættende for mange træarters og proveniensers anvendelighed indenfor vore hede- og klitområder. Da træernes særlige krav til omgivelserne stort set indskrænker sig til vækstperioden, synes det rimeligt at koncentrere sin opmærksomhed om forholdene i dette tidsrum, uden at man derved skal frakende klimaforholdene (specielt ekstreme forhold) uden for denne periode enhver betydning.

Som en let overskuelig men meget summarisk klimatisk inddeling af landet, er der i forbindelse med undersøgelser vedrørende skovfyrrens vækstproblemer i Danmark fremstillet oversigtskort for perioden 1. maj —30. september over henholdsvis pentatherm, pentanedbør (månedlig gennemsnit) samt kortet (fig. 2) over den reducerede regnfaktor for samme tidsrum. Ved regnfaktor forstås her forholdet mellem en periodes gennemsnitlige månedlige nedbør og samme periodes gennemsnitstemperatur. Kortet er fremstillet på grundlag af de meteorologiske data, der for tidsrummet 1886—1925 findes samlet i »Danmarks Klima». Idet n_5 betegner den gennemsnitlige månedlige nedbør i mm i perioden 1. maj—30. september og t_5 er gennemsnitstemperaturen for samme tidsrum, angiver den reducerede regnfaktor for denne periode brøken $\frac{n_5 \div 30}{t_5 \div 7}$ svarende til, at man som udgangspunkt for temperaturen har valgt 7°, medens udgangspunktet for nedbørsvirkningen er sat till 150 mm for hele perioden (30 mm gennemsnitlig pr. måned). Man tilsigter ved denne kombination at få disse faktorer bragt i rimeligt sammenhæng, således at man heraf kan få et udtryk for klimaets fugtighedsgrad, som i hvert fald indenfor et begrænset område kan være vejledende for vor bedømmelse af de lokale klimatiske vækstforhold.

Der indgår som nævnt kun nedbør og gennemsnitstemperatur i disse tal, og tilmed forudsætter man en ligefrem proportional virkning af

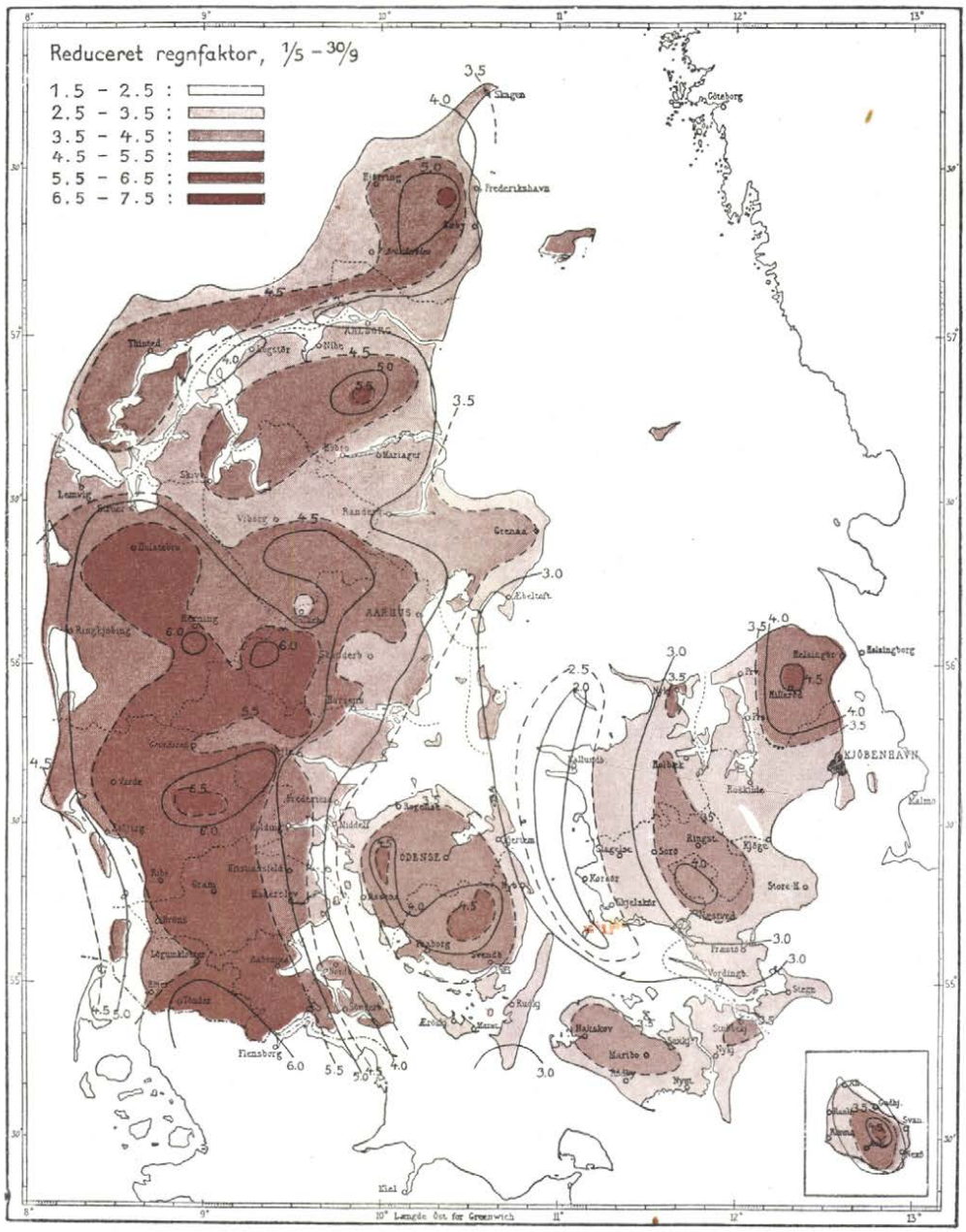


Fig. 2. Kort over den reducerede regnfaktor i Danmark.

temperatur og nedbør indenfor det klimainterval, vi råder over, ligesom man tillægger tallene fra alle 5 måneder samme vægt; dette må være ukorrekt, ligesom man ved ganske at se bort fra forskelligheder i luftfugtighed, regnhyppihed, solskinstimer, vindforhold o. s. v. afskriver disse faktorers betydning. Alle disse grove forenklinger og udeladelser ved beregningerne indskrænker regnfaktorernes sammenligningsværdi til at være ret lokal; men blot man holder sig indenfor et så begrænset område som Danmark, giver regnfaktorerne ganske gode oplysninger om de klimatiske ændringer fra egn til egn og synes i hvert fald at være anvendelige som et grundlag, hvortil andre faktorer af betydning for trævæksten kan knyttes.

På de tørre, sandede hedejorder vil variationer i den årlige mængde af tilgængeligt vand i vækstperioden for en række planters vedkommende være af overordentlig betydning — rent umidelbart genspejles dette i de årlige landbrugsudbytter; men også for en række træarter er den tilgængelige vandmængde i vækstperioden på sådanne jorder bestemmende for tilvæksten med en minimumsfaktors virkning, således at deres anvendelighed her synes ret afhængig af regnfaktorens størrelse; hertil kan føjes, at andre minimumsfaktorer stedvis kan gøre sig gældende (jfr. rødgranens saltgrænse i Vestjylland). Til tider, f. eks. efter tørkesommeren 1947, ser man endda, at katastrofal vandmangel i et enkelt år kan bringe rødgran i en svækkelsestilstand, som bl. a. kan bevirke endnu ringere vækst i det (eller de) nærmest følgende år, medens samtidig barkbilleangreb og navnlig angreb af *Fomes annosus* antager en faretruende karakter.

Man må imidlertid gøre sig klart, at direkte sammenligninger på basis af regnfaktorerne kun kan drages mellem lokaliteter på ensartet bund; idet det vand, der er tilgængeligt for træerne, afhænger af rodrummets dybde, jordens vandreserve ved vækstperiodens begyndelse, samt den del af nedbøren i vækstperioden, som kan optages og tilbageholdes indenfor rodrummet til gavn for træerne. Med andre ord spiller jordens vandkapacitet, kornstørrelse, lejringsforhold, terrainets form og hældningsretning samt eventuelt grundvand en afgørende rolle ved siden af regnfaktoren. Dette markeres tydeligt ved, at rødgran også i områder med lav regnfaktor kan vise god vækst, hvis den har mulighed for at nå grundvand eller plantes på bedre jord, specielt på nordskrænter; til gengæld svigter rødgran på groft, udvasket sand uden tilgængeligt grundvand samt på sydhælder og bakketoppe i tørre grus- og sandbanker, selv indenfor områder med høj regnfaktor.

Ligesom rødgran, viser sitkagran, ædelgran og en række andre træarter, at de i vore hede- og klitplantager befinder sig i nærheden af en tørkegrænse, således at deres udvikling, når alt andet er lige, er bedst og sikrest i områder med høj regnfaktor. Sitkagranens store fugtigheds-

krav fremgår umiddelbart af træartens placering i forhold til de andre træarter i Nordvestamerikas euoceaniske klimaområde. Medens træarten er istand til at udskille provenienser, som er indstillet på forskellige vækstperioder og temperaturforhold, danner artens vandkrav på tværs af alle provenienser en uoverstigelig hindring for træartens optræden inde i landet, selv om den i fugtige dalsænkninger endnu kan påvises lidt inde i landet. Dette fugtighedskrav bør begrænse træartens anvendelse i Europa til de fugtige dele af de britiske øer, Vestnorge, friske lokaliteter i Danmark, Nordvestholland o. s. v. Meget instruktive i denne henseende er de voldsomme angreb af barkbillen *Hylesinus micans*, som hos os i forbindelse med *Fomes annosus* helt synes at kunne udrydde træarten, hvor fugtighedsforholdene i jordbunden ikke er gunstige. Disse angreb viser sig i 1. generation på et relativt sent tidspunkt, efter at træarten oftest har haft en efter vore forhold stærk tilvækst; denne produktionsevne i forbindelse men usædvanlig vindfasthed har gjort træet til et af vort klitskovbrugs hovedtræer. Under gunstige jordbundsforhold (ca. 50 cm flyvesand over fugtig lerblandet sand) har træarten i udhugningsforsøg (i Nystrup klitplantage) i alderen 30—45 år haft en gennemsnitstilvækst på ca. 35 m^3 årlig pr. ha, i de urørte parceller står der i 40—42 års alderen ca. 890 m^3/ha; men selv under disse forhold findes der nu begyndende *Hylesinus micans* angreb, som tegn på at man under alle omstændigheder kun bør holde denne træart i en meget lav omdriftsalder i Danmark. Også for ædelgrans vedkommende er det naturligt, at den bedste udvikling opnås i egne med høj regnfaktor, idet træarten har sin bedste naturlige udvikling i fugtige, lave bjergområder, hvor den årlige nedbør overstiger 800 mm. Træartens anvendelighed begrænses hos os stærkt ved ødelæggende angreb af *Chermes picea* i omraader med lav regnfaktor; disse angreb afbødes kun tildels gennem gode fugtighedsforhold i jordbunden, således at træartens anvendelsesmuligheder synes nært knyttet til regnfaktorernes værdi. Ædelgranen tåler saltnedslaget i Vestjylland (modsat rødgranen), opnår i vore hede- og klitplantager en høj alder i forbindelse med en anselig produktion efter en oftest meget langsom ungdomsvækst, den er betydelig mere vindstærk end rødgranen og besidder først og fremmest stor modstandsevne overfor *Fomes annosus;* træarten er derfor et af vore værdifuldeste træer, ikke mindst til sikring af skovtilstandens opretholdelse i klitplantagerne og i hedeplantager, hvor regnfaktoren ikke er usædvanlig lav. I egne med sen nattefrost er ædelgranen dog meget vanskelig at få med i 1. generation som følge af frostskade og træartens svage begyndelsesvækst. På en helt anden måde forholder en række andre træarters dyrkningsforhold sig indenfor hede- og klitplantagerne, idet vanskelighederne for disse stort set synes at vokse med stigende regnfaktor. Som en repræsentant for denne gruppe af træarter er skovfyrrens dyrkningsforhold og



Fig. 3. Tversted klitplantage. Gamle Ædelgraner *(Abies alba)* plantet paa klitter, ca. 300 m fra havet. (Nordvestjylland.)

proveniensproblemer blevet nøjere undersøgt. Når netop skovfyr, som af mange herhjemme betragtes som en træart af sekundær og måske nærmest historisk interesse, er gjort til genstand for en mere indgående undersøgelse, skyldes det dels, at de rette skovfyrracer anvendt på rette måde kan blive af stor værdi for vore hede- og klitskove såvel som for enkelte andre »tørre» områder; men dels skyldes det også, at de utallige skovfyrkulturer, som lige siden plantningernes begyndelse stædigt er anlagt i vore heder og klitter — efterhånden med fyr af højst forskellig proveniens — giver vort skovbrug en enestående chance for af de som oftes sørgelige, men meget uensartede resultater at høste erfaringer, som også berører en række andre træarters dyrkningsforhold.

For skovfyrrens vedkommende synes dens dyrkningsforhold at være således, at man kunne fristes til at tro, at denne træart som helhed er vandskyende; skovfyrrens nøjsomhed og ringe vandkrav er dog ikke ensbetydende med, at træarten skades af vand (jfr. vestnorsk- og skotsk skovfyr, myrtall m. v.), hvorimod den rigelige nedbør p. gr. af ringe vandkrav er unødvendig også for de skovfyrracer, som hører hjemme i regnrige områder.

Den mærkelige svigten af de fleste skovfyr i de midtjydske hedeegne, hvor regnfaktoren er høj, og de fugtige somres udtalte svækkelse af mange skovfyr i disse egne, gælder først og fremmest de varmeprægede

og kontinentale skovfyr, medens ægte skotsk og vestnorsk skovfyr klarer sig langt bedre. Disse forhold har ledet til den gængse opfattelse herhjemme, at det blæsende, fugtige klima i disse egne umuliggør skovfyrdyrkning; denne forklaring savner ikke ethvert grundlag, idet blæst, høj luftfugtighed og forholdsvis lav pentatherm vil kunne begrunde, at nogle skovfyrracer, som kan trives i andre dele af landet, vil svigte i vore heder. Men dels skulle blæst og luftfugtighed næppe være mindre ved vore kyster, dels ser man »tilfældige» sunde gamle skovfyr, som findes spredt eller i småbevoksninger indenfor hedeområder med høj regnfaktor, medens de samme skovfyr ikke kan trives på omliggende lokaliteter, hvorfor man kan formode, at høj nedbør i den størrelsesorden, vi kender herhjemme, kun indirekte kan blive farlig for dyrkning af skovfyr.

I flere henseender kan det virke overraskende, at kun de mest atlantisk prægede af de hidtil anvendte skovfyrprovenienser kan udvikles nogenlunde overalt i vore midtjydske heder, medens mere kontinentalt prægede skovfyr af passende provenienser kan klare sig i mange kystegne, hvor de ofte vil være mere værdifulde end kystfyrrene. Betragter man årets maksimums- og minimumstemperaturer, finder man de største ekstremer inde i landet, her finder man også det største antal frostdage, den korteste frostfrie periode o. s. v., kort sagt mere kontinentale forhold, som det var at vente.

Skal man finde en rimelig forklaring på, at forholdene på vore mitdjydske heder falder ud til fordel for stærkt atlantisk prægede skovfyr eller rettere sagt afskrækker mere kontinentalt prægede skovfyr, må man søge at forstå regnfaktorens indirekte virkning på jordbundsforholdene.

Fastholder man den utvivlsomt rigtige hypotese, at skovfyrracerne er meget følsomme overfor flytninger, som medfører ændrede temperaturforhold i vækstperiodem, er der grund til at antage, at denne følsomhed kan findes under jorden såvel som over jorden — med andre ord er der grund til at vente, at jordbundsklimaet bør tilpasses skovfyrrens hjemlige jordbundsklima, ligesåvel som temperaturforholdene i luften bør minde om de hjemlige forhold.

Jordbundstemperaturen vil selvfølgelig i nogen grad være afhængig af lufttemperaturen, således at jordbundens årlige gennemsnitstemperatur nogenlunde vil svare til luftens årstemperatur i vort klima, hvor langvarig isolering på grund af sne er sjælden. Temperaturgangen i jorden vil derimod afvige betydeligt fra lufttemperaturens og afhænge ikke alene af afstanden fra overfladen, men også af tilstanden, jordens vandkapacitet, nedbørsforholdene, terrainets hældning, bevoksningsforhold o. s. v.

Medens temperaturen i større dybde vil være nogenlunde konstant, vil temperatursvingningerne i de øvre jordlag, hvor rodvirksomheden er stærkest, være meget forskellig fra lokalitet til lokalitet.

Den daglige temperaturgang året rundt på en given sandjordslokalitet viser, hvorledes lavere jordbundstemperatur i sommerhalvåret følger nedbøren, medens nedbøren i vinterhalvåret virker omvendt; når man husker, at tørstproblemer for skovfyr ikke forekommer i nævneværdig grad i vort klima, vil man se, at nedbørens virkning på jordbundstemperaturen i en fugtig periode meget let kan virke til ugunst for kontinentalt prægede skovfyr, som er indstillet på at arbejde i en varm og tør jordbund. Tænker man sig det samme sand anbragt i forskellige egne af Jylland, vil jordbundstemperaturforholdene blive »atlantisk prægede» på steder med hyppig og høj nedbør (stor regnfaktor); men hertil kommer et helt nyt forhold. Jordbundstilstanden vil i høj grad rette sig efter nedbøren, således at en høj regnfaktor i vort klima vil medføre mordannelse og stærk podsolering i forbindelse med calluna-heder, medens den samme jordbund i mere tørre egne vil være mindre tilbøjelig til podsolering og mere eller mindre antage steppepræg. Indenfor det stærkt podsolerede område med høj regnfaktor vil man finde indsande og skytteheder opstået ved sandflugt; her kan man finde resterne af de store tilkultiveringer med tysk skovfyr, som har fundet sted i gammel tid, medens sporene af disse fyr stort set er forsvundet i de egentlig podsolerede områder. Tilsvarende fyr trives stedvis i klitterne, ved Silkeborg, samt på sandbanker i egne med lav regnfaktor; som regel synes de at være af ret tarvelig proveniens, omend der er store forskelle i så henseende. Ganske tilsvarende iagttagelser kan iøvrigt gøres for østrigsk fyrs vedkommende, idet dennes reaktioner og krav i vort klima synes at falde ret nøje sammen med de varmekrævende, kontinentalt prægede skovfyrs, bortset fra denne fyrs særlig vindbrydende evne; karakteristisk for østrigsk fyr er også dens relativt gode udvikling ved skovdiger i vanskelige områder (med høj regnfaktor).

Den nøje overensstemmelse, der består imellem vegetationssamfundene, jordbundens tilstand, struktur og klima i de danske hedeområder, fremgår bl. a. af vegetationsstudier på Randbøl hede (T y g e W. B ö c k e r); dette i forbindelse med iagttagelser over vegetationstyperne, hvor skovfyrren selvsår sig, tyder på artens stærke tilknytning til et sommervarmt jordklima.

I de sidste to år er der i sommerhalvåret foretaget daglige jordbundsklimatiske undersøgelser (i lo og 20 cm dybde) i henholdsvis podsoleret midtjydsk hede, *Culluna-Erica*-hede (Gludsted plantage), i vestjydsk klithede, *Empetrum-Cladina-soc.* (Vejers klitplantage) og i tørre sandbakker (*Hieracium pilosella* m. fl.) i Østdjursland (område med lav regnfaktor). De udjævnede kurver over jordtemperaturen i 10 cm dybde midt på dagen i sommerhalvåret 1951 fremgår af fig. 4. Selvom jordbundstemperaturerne i sommeren 1951 var usædvanlig lave, er kurvernes indbyrdes beliggenhed karakteristisk, idet det skal bemærkes, at navnlig

de daglige aflæsninger, som danner grundlag for de to øverste kurver, er stærkt svingende.

Den podsolerede jords langsomme temperaturændringer kan til en vis grad forklare det mærkelige udtørringsfænomen om foråret, som ødelægger mange skovfyrplantninger i hedeområderne. Udtørringen, som tydeligvis følger med klart, blæsende forårsvejr, kan til tider erkendes

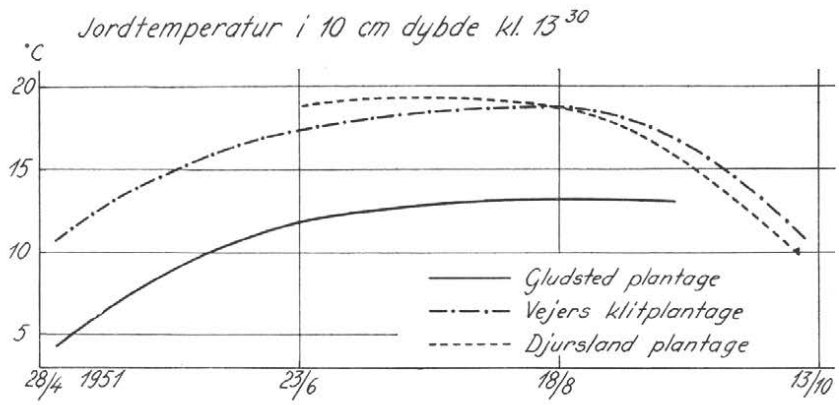


Fig. 4. Jordtemperatur i 10 cm dybde kl. 13^{30}.

som en udtørring af alle nåle på den halvdel af planten, som vender mod vinden, medens udtørringen med følgende nålefald til andre tider kan blive total under alle omstændigheder svækker træerne i meget høj grad. Denne forårsudtørring rammer i første række de kontinentale fyr og er gennemgående alvorligst, hvor fugtigheden i jorden synes størst; på tørre sandbakker i områder med lav regnfaktor (navnlig ved kysterne) viser fænomenet sig sjældent, og i de vestjydske klitter er udtørringen ligeledes svagere og navnlig knyttet til områder på overgang til hede. Det er her sandsynligt, at man står overfor et misforhold imellem luft- og jordklima, som navlig skader kontinentale fyr på »atlantisk reagerende» jord, hvor jordbundstemperaturen kun i ringe grad følger med lufttemperatursvingningerne og på podsolerede — navnlig fugtige — hedeområder kun sent når en højde, som tillader nævneværdig rodvirksomhed (jfr. fig. 4). Også vedrørende Lophodermiumspørgsmålet giver jordbundsklimaet en ganske god forklaring. Som bekendt synes skovfyrprovenienser ved at blive flyttet til et koldere klima udsat for frostskade og sygdomme (*Lophodermium* m. v.). Tager man jordbundsklimaet med i betragtning, forstår man umiddelbart heraf, at mange kontinentalt prægede fyr, der kan klare sig i vort klima på jord, som får en relativt høj temperatur i vækstperioden, må bukke under for sygdomme i vore midtjydske heder bortset fra indsande og friske kytter, navnlig fordi jordbundsklimaet ikke er tilstrækkelig varmt i vækstperioden. I den for-

bindelse er det rimeligt, at f. eks. skotsk og vestnorsk fyr dels tåler en lav pentatherm, dels har den fordel, når de kommer ud på vore heder, at de på grund af høj nedbør i deres hjemland er vant til en kold jordbund i vækstperioden; disse fyr vil ved flytning kunne klare sig over ret store områder uden at skades af *Lophodermium* m. v. Dette kan dels sættes i forbindelse med, at de gennem deres tilvænning til lav jordbundstemperatur i vækstperioden er mere kuldeprægede, end man på forhånd kunne vente, dels må det også ses på baggrund af, at disse fyrs kår er fjernet langt fra artens optimumsbetingelser, således at de ved flytninger som regel vil blive ført tilbage mod artens optimum. Ved flytning til et udpræget kontinentalt klima vil disse fyr dog blive ødelagt, ikke alene ved snetryk, men også ved nedfrysning og Lophodermiumangreb, idet de mangler de kontinentale fyrs evne til at tåle de stærke temperaturekstremer (jfr. de kontinentale fyrs omdannelser i nålene ved deres naturlige vinteraffarvning).

Betragter man jordklimakurvens forløb i den podsolerede hede, forstår man også, at en våd og kølig periode i august—september skader skovfyrrene ved at forringe iltspændingen og at sænke jordbundstemperaturen, som først sent er nået op i en tålelig højde for træerne. Det kan i denne forbindelse nævnes, at rodrespirationen specielt forår og efterår synes at reagere voldsomt for ret små temperaturændringer (Fr. Eidmann).

Indenfor danske proveniensforsøg i de midtjydske heder viser baltisk fyr og smålandsk fyr en påfaldende individuel variation, således at man her trods stort mandefald blandt planterne finder et beskedent antal meget smukke og stærke træer i bevoksningerne. Langt mindre fremtrædende er dette på de gunstige skovfyrlokaliteter, idet navnlig baltisk fyr ved Silkeborg viser en meget smuk bevoksning, hvor hovedparten af træerne har en kraftig udvikling, trods frafald af nogle planter. Meget tyder på, at skovfyr i det baltiske område og tildels efter en nord-syd-gående linie i Sverige har optimale betingelser i halvkontinentalt klima. Danmark vil som helhed ligge på den maritime (atlantiske) side af denne halvkontinentale linie. Medens forholdet mellem luft- og jordbundsklima afviger mindst fra skovfyrrens optimale forhold i egne med lav regnfaktor eller på lokaliteter, som af anden grund har varm jordbund i vækstperioden, bliver der ved overgang til den podsolerede hede en voldsom forskydning som følge af atlantisk prægede jordbundsforhold. I overensstemmelse hermed vil hovedparten af skovfyr fra optimumområderne svigte ved denne grænse, medens et beskedent antal af planterne (fra området hvor alle anlæg er teoretisk mulige) vil være istand til at klare sig og muligvis ved fremavl kunne give en langt bedre 2. generation. I egne med lav pentatherm vil det formentlig være lettere for smålandsk fyr at tilpasse sig end for Riga-fyrren, som også hvad pentatherm angår

ligger relativt højt (14°) — d. v. s. 1—2° over de midtjydske heders pentatherm. Af de anvendte skovfyr stammer såvel vestnorsk som skotsk fyr fra områder med lave pentathermer og i hvert fald for det norske kystområdes og Vestskotlands vedkommende med et udpræget atlantisk klima. Disse fyr bør således kunne dyrkes i vore heder og tillige i de mere tørre egne af landet, da de her møder forhold, som ligger nærmere ved artens optimum; dog synes i hvert fald vestnorsk kystfyr ikke at kunne udnytte den højere pentatherm og lavere regnfaktor (højere jordbundstemperatur) tilstrækkeligt i de gode skovfyregne, medens den skotske fyr i disse egne overgås af mere kontinentalt prægede, velformede fyr (baltisk fyr ved Silkeborg, finske fyr fra Tammerfors på Djursland).

Som et teoretisk grundlag for det rette skovfyrproveniensvalg til vanskelige lokaliteter inden for hede- og klitområderne, kan man derfor forlange overensstemmelse med hensyn til temperaturforhold i vækstperioden omfattende pentatherm, vækstperiodens længde og jordbundsklima. Overensstemmelse i nedbørsforhold synes derimod ganske upåkrævet, idet træartens vandkrav vil blive opfyldt hos os, således at nedbørens grænsevirkning bliver af jordbundsklimatisk natur. Indenfor disse rammer må vi søge det værdifuldeste materiale med hensyn til form, tilvækst o. s. v. Til gunstigere skovfyrlokaliteter kan vi derimod nøjes med den sædvanlige indstyring efter lufttemperatur og finde det værdifuldeste materiale på baggrund heraf. Ved udnyttelsen af disse muligheder i forbindelse med det bedst egnede materiale, vi i forvejen råder over, kan vi gøre os håb om bedre dyrkningsresultater i fremtiden. En detailleret redegørelse for lokale forhold vil her føre for vidt, kun kan det nævnes, at vi til vanskelige (stærkt atlantisk prægede) heder må indskrænke os til at anvende frø fra nogle skotske områder og norsk kystfyr fra Agderkysten og Nordhordland. Forsøgsvis kan man endvidere prøve »myrtall» (f. eks. fra Bohuslän og Småland i Sverige), idet man her finder en skovfyrtype, som har gennemgået en stærk selektion; muligvis vil disse skovfyr være særlig velegnede til vore heder, idet de har måttet tilpasse sig en meget lav jordbundstemperatur i vækstperioden. Dette forhold belyses gennem temperaturmålinger foretaget ved middagstid på varme sommerdage i 1949 i svenske moser, som var bevokset med myrtall, i Småland og Bohuslän. Temperaturen lå 20 cm under overfladen stedse omkring 12.5°—13.0°, medens det omliggende terrain, som var bevokset med meget smukke skovfyr, viste ca. 17°. Mosefyrren bærer tydeligt præg af at være sat på en hård prøve, som ganske øjensynlig kun de bedst udrustede kan bestå. Man får umiddelbart det indtryk, at erobringen af disse lokaliteter har været vanskelig og krævet mange ofre blandt de planter, som er kommet derud fra de omkringstående gode bevoksninger. Den lave temperatur har i moserne været istand til at forhale blomstringstidpunktet for de træer, som har til-

kæmpet sig en plads derude, således at krydsning med de omkringstående almindelige fyr næppe vil foregå; man må derfor tænke sig disse mosefyr som en specialiseret race under vansklige kår, men med gode arvelige egenskaber, som vil vise sig under gunstigere jordbundsklimatiske forhold. Formentlig kan man fra egne med passende lufttemperatur med godt resultat anvende myrtall i vore heder, idet det er sandsynligt, at de noget bedre temperaturforhold i vor hedejord vil bevirke, at vi herved kan få en stærk bestand af smuktformede skandinaviske fyr, navnlig hvis man sikrer dem ved indblanding af bjergfyr. I klitområderne kan foruden skotsk og norsk kystfyr prøves fyr fra Bohuskysten i Sverige; på gode, varme indlandslokaliteter baltisk fyr, fyr fra Boxholmområdet i Sverige og i gode, tørre, men køligere skovfyregne: svensk og norsk (f. eks. Boxholm og Sognefjord) samt sydlig finsk fyr (Tammerfors m. v.) o. s. v.

Som nævnt synes en hel række træarter, når de dyrkes i de danske hede- og klitområder, at møde vanskeligheder, som i mange henseender er beslægtet med skovfyrrens. Disse træarter vil, når de dyrkes i Nordvesteuropa, have paralleltløbende proveniensproblemer som følge af, at deres vandkrav i dette område let tilfredsstilles, medens de optimale områder for disse træarters udvikling i deres hjemland kendetegnes ved en relativ høj jordvarme i vækstperioden (deres optimale jordklima har et kontinentalt anstrøg) sammenlignet med den atlantisk påvirkede del af Nordvesteuropa. Disse træarter, som i hvert fald i forhold til deres konkurrenter må betragtes som lystræer, har endvidere haft evne til at udskille provenienser, som også tåler mere maritime klimaforhold, såvel som provenienser, der kan klare sig under mere kontinentale forhold. For disse relativt tørketålende træarter bliver temperaturforholdene i vækstperioden, specielt i jordbunden, en afgrænsende klimafaktor, når de overføres til Nordvesteuropa.

Som følge af de sammensatte populationer, man vil finde i arternes optimale områder, vil frø hentet fra sådanne steder have ret vid anvendelsesmulighed under nye forhold — afhængig af hvor meget den afgrænsende klimafaktor forringes ved flytningen. Hvis denne faktor nærmer sig minimumsgrænsen for den pågældende art, vil frø fra optimale områder dog blive praktisk uanvendeligt, idet kun ganske enkelte individer fra disse områder vil kunne klare sig i artens grænseområder. I sådanne tilfælde bør man søge sit frø i grænseområder, hvor den samme afgrænsende faktor for arten gør sig gældende, men man må være forberedt på, at provenienser fra disse steder har mistet nogle af artens værdifuldeste tekniske egenskaber. Dette forhold kommer tydeligt frem, hvis man flytter træer fra grænseområderne tilbage mod mere optimale forhold, de vil i så fald trives uden dog at kunne udnytte de gunstigere forhold i samme grad som træerne fra de mere optimale områder.

Da træernes udvikling selvsagt ikke udelukkende er baseret på den afgrænsende faktors indvirkning, men son nævnt står i forbindelse med et kompleks af forskelligartede faktorer, bør man ved flytning af en træart så vidt muligt anvende stærkt sammensatte populationer. Hvor det som følge af klimatiske uoverensstemmelser ikke synes muligt at anvende frø fra de mest optimale områder for arten, synes det derfor klogest at vælge sit frø på steder, hvor vækstperioden har en passende længde og temperatur, medens den afgrænsende klimafaktor gennem en stærk variation når ned til artens minimumsgrænse.

På grund af de vanskelige og specielle proveniensproblemer, som knytter sig til hele denne træartsgruppe, har de enkelte arter inden for denne endnu ikke fået den popularitet, de fortjener i områder, hvor rødgran — vort hedeskovbrugs hovedtræart — møder sin tørkegrænse, og dog er det netop disse træarter, som på disse lokaliteter må og skal redde vore plantager og danne fremtidens hedeskove. På baggrund af de nævnte retningslinier for vort proveniensvalg, skal jeg derfor kort redegøre for vore forsøg på at løse proveniensproblemerne for douglasgran, *Pinus contorta (Murrayana)*, *Pinus nigra* og enstammet bjergfyr *(Pinus mugo)*, som alle hos os slutter sig til de tørketålende, temperaturfølsomme træarter.

Som art har douglasgranen i sit hjemland en meget stor klimatisk spændvidde navnlig i øst-vest-gående retning (fra subkontinentalt klima i blanding med *Pinus ponderosa* til euoceanisk klima i douglas-tsuga-thuja-sitkagran-skovtypen), d. v. s. fra områder med meget tør vækstperiode og ringe luftfugtighed til områder med meget høj nedbør og luftfugtighed. Selvom træarten til en vis grad synes at kunne udnytte en ret anselig nedbør, må den set med danske øjne betragtes som en tørketålende træart, som indenfor sit område danner talrige lokalracer, der ved flytning viser sig at være ret temperaturfølsomme både med hensyn til vækstperiodens længde og til luft- og jordbundstemperatur i vækstperioden; da træarten tilmed overalt, hvor den indgår i skovtyper sammen med tsuga, abiesarter og sitkagran, må betragtes som et lystræ, synes dens proveniensproblemer i hvert fald i de kystprægede nordvesteuropæiske områder at kunne paralleliseres med skovfyrrens proveniensproblemer. Forholdet mellem douglasgran og *Tsuga heterophylla* i Nordvestamerikas skove leder uvilkårligt en skandinavs tanker hen på forholdet mellem skovfyr og rødgran i Nordvesteuropa. Skyggetræernes fortrængning af lystræerne, hvor naturskoven overlades til sig selv, foregår de to steder analogt, idet skyggetræerne dels beslaglægger den næringsrige, fugtige jord og endvidere trænger frem under skærmen af lystæerne, medens lystræerne fortrænges til eller foretrækker den mere tørre, varme jordbund og bl. a. holder stand ved at generobre jorden efter skovbrand og rydninger, hvor ringe humuslag, overfladens farve eller exposition

gør jordklimaet mere sommervarmt og kontinentalt præget. Som en fuldkommen parallel til *Pinus silvestris* forhold i Europa har douglasgranen i Nordvestamerika udskilt specialtyper, som er istand til at vokse i euoceanisk klima; disse provenienser vil dog stadig i disse områder søge lokaliteter med forholdsvis varm jordbund (sydhælder, afbrændte renafdrifter m. v.) og iøvrigt være stærkt udsatte for at blive fortrængt af *Tsuga heterophylla*, sitkagran m. fl. Disse specialiserede douglasgranprovenienser vil ikke kunne erstattes med douglasgran fra et mindre kystpræget klima, uden at man udsættes for angreb af nålesvamp m. v. Provenienserne fra disse kystområder vil derimod også være istand til at klare sig under noget mere kontinentale forhold uden at blive syge, men de vil med hensyn til vækstenergi og kvalitet overgås af douglasgran fra mere optimale områder for arten, alt forudsat at man anvender provenienser, hvis vækstperiodes længde og gennemsnitstemperatur svarer til plantningsstedet. (Jfr. erfaringerne med dyrkning af skotsk og vestnorsk skovfyr i danske proveniensforsøg).

I Amerika har man iagttaget, at frø fra visse områder har bredere anvendelsesmuligheder end sædvanligt. Dette er bl. a. konstateret for frø fra Darrington og Granitfalls, Wash., jfr. dr. Leo Isaac: »Better Douglas-fir forest from better seed». Man kan tænke sig, at nogle af disse områder som følge af optimale forhold for træarten repræsenterer expansionscentre, hvor næsten alle arveanlæg er repræsenteret; men i andre tilfælde, som f. eks. ved Darrington, kan den sammensatte population, som betinger en bredere anvendelsesmulighed, muligvis skyldes den pludselige skiften fra floddalens tørre, varme bund af sand og vulkansk aske (the prairis) til bjergsidernes kolde, friske bund, hvor douglasgranen 100 m oppe helt fortrænges af *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata* og *Abies amabilis*. Jordklimaet skifter herved indenfor et ganske snævert område fra den ene yderlighed til den anden og når på bjergskråningerne hurtigt ned under douglasgranens minimumskrav; man får herved lokalt ved krydsbestøvning m. v. en stærkt sammensat population. Karakteristisk for proveniensen fra Darrington ved anvendelse i amerikanske proveniensforsøg er dens jævnt gode placering i forhold til andre provenienser, idet den i hvert forsøg overgås af særlig velegnede provenienser til det pågældende areal, men i kraft af sin elasticitet altid giver en hæderlig bevoksning. I Danmark har man fået ensartede og gode resultater ved anvendelse af frø fra Louella (Olympic, Wash.), hvor vækstforholdene ganske kan paralleliseres med forholdene ved Darrington, idet man ved Louella står ved en brat overgang fra det tørre område ved Sequem til Olympicbjergenes usædvanlig høje nedbørsområde, hvor douglasgranen op ad skråningerne, navnlig på nord- og vestsiderne hastigt fortrænges af *Abies amabilis*, *Tsuga heterophylla* etc.

De ældste douglasgraner i Danmark synes at stamme fra kystområder

og har således været velegnede til anvendelse i Vesteuropa, selvom de tydeligt bærer præg af at være indstillet på en efter danske forhold lang og varm vækstperiode; de har derfor været meget frostfølsomme, men har på beskyttede lokaliteter (i de gamle skovegne) givet meget værdifulde og hurtigvoksende bevoksninger. For at skaffe mere hårdført materiale og for at opnå bedre overensstemmelse med vor årsnedbør søgte man senere provenienser af mere kontinental oprindelse; man mente bl. a. herved at finde racer, som egnede sig for vore heder. På baggrund af hvad vi nu mener at vide om træartens natur, forstår man, at disse bestræbelser var ganske forfejlede og måtte resultere i, at vi indførte en lang række provenienser, som viste sig ganske uegnede for vore forhold, bl. a. ødelagde nålesvampene *Rhabdocline pseudotsuga* og *Phaeocryptopus Gäumanni* bevoksningerne i en sådan grad, at man fra plantepatologisk side så sent som i 1939 frarådede enhver plantning af douglasgran. Ganske tilsvarende svampeangreb har man imidlertid fået i Amerika ved at anvende douglasgran fra indlandet i kystegne (indenfor træartens naturlige voksområde). Det sørgelige resultat viser med al tydelighed, hvor farligt det er under fremmedartede klimaforhold at indstyre sit proveniensvalg efter en faktor (i dette tilfælde nedbøren), som i sig selv ikke har begrænsende virkning for den pågældende træarts anvendelse på den nye vokseplads, idet man herigennem let skaber uoverensstemmelser mellem andre faktorer af afgørende betydning for proveniensernes udvikling på den nye vokseplads. På grundlag af proveniensforsøg og de omtalte almindelige dyrkningsresultater søger man nu atter tilbage til kystprægede typer, idet man dels anvender de bedste af vore gamle bevoksninger som modertræer, dels søger nyt materiale fra områder med gode bevoksninger (Darrington, Louella o. s. v.), hvor de mest afgørende klimafaktorer synes at vise overensstemmelse med vore forhold. Til denne mere grundlæggende tilpasning kommer for os problemer vedrørende vindtålingsevne, vindfasthed o. s. v., som navnlig, hvis vi skal håbe at kunne anvende træarten i klitområdene, vil få stor betydning; trods de mange uligheder mellem de to arter ser man dog, at de skelsættende linier for proveniensvalgene hos os løber ganske parallelt for douglasgrans og skovfyrs vedkommende.

Medens vi for skovfyrs vedkommende har måttet gennemgå alle faser, siden de ældste sydlig-kontinentale fyr blev plantet i vore heder, er vi for douglasgranens vedkommende begyndt langt rigtigere med de først plantede kysttyper, som ganske vist også var lidt for varmeprægede, medens vi senere har forvildet os ind i fastlandet for nu atter at søge kysttyperne på et sikrere grundlag.

Medens vi både med hensyn til skovfyr og douglasgran har gennemprøvet en lang række provenienser og herigennem mener at være nået frem til en bedre forståelse af disse træarters proveniensproblemer under



Fig. 5. Rugaard strandplantage. Gamle Korsikanske fyr *(Pinus nigra)* plantet i sand paa rullestenslag ved Kattegatkysten. (Tørt østjydsk omraade.)

vore forhold, stiller sagen sig anderledes for *Pinus nigras* vedkommende. Vi har her igennem mange år ladet os nøje med frøhandlernes tilfældige import såvel af østrigsk fyr som af korsikansk fyr. Herved har vi fået et materiale, som er stærkt varmekrævende og i vore heder og klitter reagerer som sydlig-kontinentale skovfyr; disse træer har dog desuden vist en enestående vindtålingsevne, stor modstandskraft overfor *Fomes annosus* og en usædvanlig tørketålingsevne og ville derfor med større dyrkningssikkerhed være af overordentlig værdi både i vore klitplantager og i de tørre områder af vore hedeplantager. Træarten har tidligt været stærkt anvendt, men blev de fleste steder angrebet af nålesvamp *(Crumenula pinea)* i en sådan grad, at man for 60—70 år siden anså det for nødvendigt at udrydde træarten i statens skove. En del bevoksninger som regel af østrigsk fyr overlevede dog sygdom og forfølgelse og danner nu navnlig i områder med lav regnfaktor, specielt ved kysterne, stærke og sunde bevoksninger på vindudsatte bakker, sydhælder m. v. Vor import af østrigsk fyr stammer så vidt det kan oplyses fra meget tørre og sommervarme områder, Grosser Föhrenwald m. v. Hvis man imidlertid undersøger den østrigske fyrs udbredelsesområde og søger at styre ind efter vor vækstperiodes temperaturforhold i luft og jordbund, viser det sig, at man bl. a. i egnen ved Gutenstein i 6—800 m's højde finder udmærkede bevoksninger under temperaturforhold, som svarer ret nøje til

vore og med en nedbør, der (også i vækstperioden) er højere end vor; fra disse bevoksninger (nordvestskråninger) er det lykkedes at skaffe import af frø i 1950, hvorved mulighederne for et heldigt fremstød for dyrkning af østrigsk fyr synes at foreligge.

De meget få steder det er lykkedes at frembringe bevoksninger af korsikansk fyr, har denne både med hensyn til vækst og form vist sig at være den østrigske fyr overlegen. Selvom den korsikanske fyr næsten overalt i hederne har svigtet, er det muligvis netop denne træart, som vil vise sig at være mest værdifuld til vore tørre sandjorder, hvor regnfaktoren er lav. Erfaringerne fra England, hvor korsikansk fyr er blevet en hovedtræart i tørre områder: Norfolk, Warehamhederne m. v. er meget lovende; men den proveniens, som vi skal anvende, bør hentes fra områder med lavere pentatherm og højere regnfaktor (d. v. s. større højder over havet), hvorved man sandsynligvis må betale for sikkerheden ved at få træer med ringere form og vækstenergi. I 1950 er det lykkedes at fremskaffe frø af korsikansk fyr i stor bjerghøjde, 1400—1500 m, fra forêt de Valdoniello, hvor arten alene eller i blanding med bøg danner skovgrænsen.

Pinus contorta (Myrrayana) viser overført til vore hede- og klitplantager ganske interessante reaktioner overfor de nye forhold. Denne udprægede pionertræart synes at være af mindre værdi i vore egentlige skovegne, hvor andre langt værdifuldere træarter finder gode vækstbetingelser; såvel kysttypen som indlandsformen er imidlertid, navnlig i plantagerne anvendt under mange forskellige forhold. Kysttypen anses i Amerika for at være den usleste type af *Pinus contorta* både med hensyn til form og dimensioner, alligevel har den trods et meget letsindigt proveniensvalg omfattende Oregons milde, nedbørsrige kyst givet forbløffende hurtigtvoksende bevoksninger på de tarveligste og vanskeligste lokaliteter i vore plantager. Denne type har derfor, trods dens ret ringe, men uensartede form og trods træernes ret korte levealder og ofte usikre sundhedstilstand fundet berettiget anvendelse. Indlandstyperne har derimod oftest givet meget tarvelige eller totalt mislykkede dyrkningsresultater. I produktion har de overalt ydet langt mindre end kysttypen, hvilket deres bedre form langtfra har kunnet opveje, langt de fleste plantninger har på et ret tidligt tidspunkt vist sygdomstegn og er bukket under for svampe- og insektangreb.

Betragter man kysttypens og indlandstypens vækstmuligheder hos os, er det let forståeligt, at kysttypen, som kommer fra den nordsydgående kystlinie ved Amerikas vestkyst, ret let kan tilpasse sig forholdene i vesteuropas atlantisk påvirkede områder, blot man vælger sit frø fra steder, hvis temperatur i vækstperioden ligger nogenlunde fornuftigt i forhold til den nye vokseplads.

For inlandstypens vedkommende bliver de klimatiske forandringer ved en overførsel til Europas vestlige områder gennemgående langt større; denne kontinentalt prægede type må nødvendigvis ved sin store, men spredte udbredelse i øst-vestlig retning være opdelt i en række klimaracer, under forhold som er vidt forskellige fra vore. Selvom der i Danmark findes enkelte gode bevoksninger af indlandstypen, er det ganske naturligt, at ret tilfældigt valgte provenienser har meget ringe chance for at passe til vore forhold; på tørre sandbakker med lav regnfaktor har vi dog bl. a. en ret vellykket bevoksning fra Montana, d. v. s. fra et køligt og tørt fastlandspræget klima. Tilpasningsvanskelighederne og proveniensproblemerne for denne træarts vedkommende synes at være af ganske samme natur som for skovfyrs vedkommende; for indlandsformens vedkommende synes det derfor rimeligt at søge provenienser i det vestlige Washington, ved Fraserflodens nedre løb eller andre områder i Britisk Columbia, hvor temperaturforholdene i vækstperioden er passende, medens luftfugtighed og nedbør er forholdvis høj, således at de stærke (kontinentale) udsving i jordklimaet undgås. Det er sandsynligt, at man herved vil kunne finde indlandsprovenienser, som passer bedre for vore forhold; men selv i så fald vil man til podsoleret hede i Midtjylland gøre klogt i at foretrække kysttypen, medens man i tørre områder, på klitter og sandkytter muligvis med fordel vil kunne anvende indlandstypen.

Af greve von der Schulenburgs meddelelser om *Pinus contorta* (indlandstypen) og dens præstationer i Finland fremgår det, at man til Finland har fundet provenienser, som egner sig godt for finske forhold, hvilket sikkert også er langt lettere end at finde velegnede indlandsprovenienser til Danmark; det virker dog overraskende, at denne træart kan tillægges stor værdi på den bedre jord i Finland.

Klarhed over, hvad der bør dyrkes på de enkelte lokaliteter indenfor plantagerne, kan man ikke vente på grundlag af en undersøgelse over nogle få faktorer, som synes at kunne have grænsevirkning for de enkelte arters og proveniensers anvendelighed. Økonomiske overvejelser og skovdyrkningsmæssige forhold vil altid være afgørende for træartsvalget indenfor de biologisk mulige rammer. Undersøgelserne kan derved kun ved at påvise nogle almindelige minimumsgrænser for træarterne forhindre nogle grove fejl og indirekte virke vejledende for træarts- og proveniensvalget. For Forsøgsvæsenet giver undersøgelserne anledning til, at der i plantagerne anlægges forsøg med provenienser udtaget efter de nævnte retningslinier. Disse provenienser afprøves gennem parallele forsøgsrækker anlagt dels under gunstige forhold, dels under forhold hvor den eller de faktorer, som hos os har afgrænsende virkning for træartens anvendelighed, nærmer sig et kritisk punkt.

SVENSKA GÖDSLINGSFÖRSÖK FÖR BELYSANDE AV DE NÄRINGSEKOLOGISKA VILLKOREN FÖR SKOGSVÄXT PÅ TORVMARK

CARL MALMSTRÖM

STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT
I SVERIGE

HELSINKI 1952

Helsingfors 1952. Statsrådets tryckeri

Kring mitten av 1800-talet, då man först började med skogsdikning i Sverige, och sedan ända till ett gott stycke in på 1900-talet härskade inom vida kretsar den åsikten, att nästan alla slags torvmarker skulle kunna omföras till produktiv skogsmark bara de bleve effektivt torrlagda.

De praktiska resultaten av många skogsdikningar lämnade emellertid icke stöd för en sådan optimistisk uppfattning. Trots god torrläggning och lång väntetid ligga sålunda ett mycket stort antal skogsdikade torvmarker, särskilt i Norrland, trädlösa eller nästan trädlösa.

Det var därför som en del skogsmän och forskare omkring sekelskiftet och strax därefter kommo att uttala tvivel om att torrläggning vore det enda villkoret, för att torvmarker skulle kunna bli skogbärande. Vilka dessa ytterligare villkor voro, förmådde de emellertid icke att närmare (eller på ett övertygande sätt) precisera, utan det hela stannade som regel i rekommendationer, att man vid skogsdikning borde hålla sig till torvmarker av vissa bestämda botaniska slag.

Det som i Sverige gav dödsstöten åt åsikten om torrläggningens allenarådande betydelse var resultaten av några enkla gödslingsförsök på dikad torvmark, som hade utförts av jägmästare Vilhelm Ålund åren 1910, 1918 och 1926. Av dessa framgick tydligt, att torvens fattigdom på mineraliska näringsämnen kan vara ett avgörande hinder för möjligheterna att få skog på torrlagd myr.

Alltsedan 1930-talet, då resultaten av de ålundska försöken blivit kända inom vidare kretsar, ha i vårt land de näringsekologiska förhållandena kommit att tillmätas stor betydelse vid val av skogsdikningsobjekt. Jämsides härmed ha i Sverige, liksom i Finland och Norge, många nya gödslingsförsök kommit till för att söka vidga kunskapen om de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark.

Då jag tror att en inblick i de svenska skogliga gödslingsförsöken på dikad torvmark kan påräkna intresse också bland Finlands skogsmän, vill jag i det följande redogöra för några av de viktigaste av dem och de resultat de lämnat samt vidare diskutera försöksresultatens tillämpning inom praktisk skogsdikning.

I. Försöken och de resultat de lämnat

Följande redogörelse upptar 5 serier av gödslingsförsök, som ha haft särskild betydelse för klarläggandet av de näringsekologiska villkoren för skogsväxt på torvmark.

Södra och Norra Hällmyrarna vid Robertsfors (Västerbotten).

Försöken på dessa myrar äro jägmästare Vilhelm Ålunds ursprungliga, numera som klassiska räknade, försök.

Försöket på Södra Hällmyren kom till år 1918 och det på Norra Hällmyren år 1926. Bägge försöken utgöra i viss mån en fortsättning på ett försök av år 1910 på den närbelägna Smedsmyren, vilket försök dock snart lades ned (se vidare härom Malmström 1935, sid. 572).

Hällmyrarna ligga på Robertsfors bruks marker, och genom vänligt tillmötesgående av brukets dåvarande chef, fil. dr. Erik Kempe, ställdes år 1933 de båda försöksområdena till skogsforskningsinstitutets förfogande för vidare studier.

Då en utförlig beskrivning av Hällmyrarna och försöken där t. o. m. år 1935 redan offentliggjorts (se Malmström 1935), kommer den efterföljande redogörelsen att mest ägnas försökens utveckling efter 1935 och fram till år 1949, då försöken blevo föremål för en ny ingående revision.

Södra och Norra Hällmyrarna äro helt små, av endast några få hektars storlek. De ligga nära krönet av en låg bergås och motta därför endast obetydliga vattentillskott från omgivande marker. Södra Hällmyren har tämligen grunda (1—2 m djupa) torvbildningar. Norra Hällmyren är däremot en djup torvmark. Vanligaste djupet är 3—4 m, men djup på över 5 m finnas.

I sitt naturliga tillstånd intogos såväl Södra som Norra Hällmyrarna företrädesvis av trädlösa tuvsäv- *(Scirpus caespitosus)* samhällen med ymnigt förekommande vitmossor (mest *Sphagnum compactum* och *Sph. papillosum)*. Längs fastmarksstränderna förekommo i bredare eller smalare bälten ljungmosse- *(Calluna-Sphagnum fuscum)* samhällen med något tall. Sådana samhällen träffades också här och var inom tuvsävmosse-partierna i form av tuvor.

Bägge myrarna dikades för skogsbörd år 1910, varvid nästan alla diken som nu finnas upptogos. Denna dikning, som var ganska kraftig, medförde emellertid ingen eller endast obetydlig förbättring av skogsväxtförhållandena. Däremot förändrades markvegetationen starkt, särskilt inom partier med tuvsävmosse-samhällen. Där gingo tuvsäven och vitmossorna starkt tillbaka, och i stället ökade det låga riset rosling *(Andromeda polifolia)*, som tidigare endast hade spelat en ganska under-

ordnad roll i tuvsävmosse-samhällena. På flera ställen ägde ock en omfattande kolonisation rum av björnmossor *(Polytrichum gracile* och *P. strictum)* och av bägarlaven *Cladonia deformis.* — Ljungmosse-samhällena ha förhållit sig jämförelsevis oförändrade efter dikningen.

Försöksytan på Södra Hällmyren omfattar en areal av ca 0.3 hektar, och den gödslades med 1 ton träaska, d. v. s. 3.3 ton/hektar. Försöksytan placerades inom myrens mitt, där vegetationen ursprungligen varit av tuvsävmosse-typ med ljungmosse-tuvor här och var. Samma vegetation intog myrpartierna utanför försöksytan, varför goda möjligheter erbjödos till jämförande studier av utvecklingen inom askgödslade och icke askgödslade ursprungligen likartade partier.

Försöksytan på Norra Hällmyren är blott 0.16 hektar stor, men den gödslades med icke mindre än 2 ton träaska, d. v. s. ca 12.5 ton/hektar. Försöksytan vilar på 2—4 m djupa torvbildningar, och vegetationen på och utanför försöksytan var vid gödslingstillfället densamma som på och kring Södra Hällmyrens försöksyta, när denna gödslades.

På försöksytorna inträdde redan första året efter askgödslingen stora vegetationsförändringar. Däremot ha förändringarna varit obetydliga eller nästan inga inom omgivande ogödslade jämförelsepartier. Detta gäller särskilt på Norra Hällmyren. På Södra Hällmyren ha de ogödslade jämförelsepartierna här och var fått glesa uppslag av björksly.

Vegetationsförändringarna eller utslagen på askytorna visade sig under de första åren på följande sätt:

År efter träaske-gödslingen	Utslag
1	Mossorna *Marchantia polymorpha, Ceratodon purpureus, Funaria hygrometrica* och *Leptobryum pyriforme* infunno sig rikligt. Dessutom inkom ett flertal örter och gräs, såsom *Chamaenerium angustifolium, Agrostis tenuis* och *Poa pratensis.*
3—4	*Chamaenerium* tilltog kraftigt i mängd. Samtidigt slogo plantor av viden *(Salices)* och av flera skogsträd, särskilt björk, talrikt till.
8 el. flera	*Chamaenerium* och de nämnda mossorna började gå tillbaka, däremot blev trädplantornas växt bättre.

Det omedelbara utslaget på de askgödslade ytorna var sålunda en vegetationsutveckling liknande den, som man plägar träffa på nyligen brända eller kalhuggna skogsmarker och som är en följd av god tillgång på för växterna tillgängligt kväve och andra näringsämnen.

De båda askytorna bära nu täta bestånd av björk *(Betula verrucosa* och *B. pubescens)* med någon inblandning av tall och gran (se fig. 1). Bestånden blevo delvis gallrade: på Södra Hällmyren åren 1938 och 1949 och på Norra Hällmyren åren 1946 och 1949. Om höjdförhållandena kunna följande uppgifter för åren 1933 och 1949 lämnas:

	Södra Hällmyren 1933 m	Södra Hällmyren 1949 m	Norra Hällmyren 1933 m	Norra Hällmyren 1949 m
på försöksytorna — högsta björk	6.0	11.3	3.2	11.2
på d:o — medelhöjd å härskande björkar	4.1	7.7	1.4	7.7
inom ogödslade jämförelsepartier — medelhöjd å härskande björkar	2.0	3.7	mindre än 1	

På Norra Hällmyren träffades endast mycket få björkar inom de ogödslade jämförelsepartierna såväl år 1933 som 1949.

Björkbeståndet på Södra Hällmyrens försöksyta ger sedan år 1945 klart intryck av att växa sämre än förut. Lavar, särskilt *Parmelia physodes*, ha rikligt kommit in på många björkstammar. På Norra Hällmyrens försöksyta visar däremot björkbeståndet ännu inga tecken på att sacka efter i växten. Björkstammarna äro föga lavbeklädda, och näverns ytliga delar flagar lätt av.

Åren 1933 och 1949 gjordes ingående undersökningar såväl på som utanför försöksytorna av de övre markskikten ned till 20 cm:s djup i avsikt att utröna på vad sätt och i vilken grad de askgödslade partierna skilja sig från de ogödslade beträffande viktigare egenskaper hos marken. Genom att jämföra resultaten från de båda åren kunde också gödslingsverkningarnas varaktighet bedömas. Dessa undersökningar ha kommit att gälla: torvens struktur, förmultnings- och surhetsgrad samt halt av kväve och vissa mineralämnen. — I anslutning till 1933 och 1949 års observationer studerades även trädrötternas längd och läge i marken samt mykorrhiza-förhållandena. Mykorrhiza-studier ha också bedrivits på Hällmyrarna av professor Erik Björkman vid flera andra tillfällen (se Björkman 1941 och 1949).

För att på ett i möjligaste mån skarpt och samtidigt bekvämt sätt studera markförhållandena på och utanför försöksytorna insamlades ett stort antal torvstycken. Dessa torvstycken, vilkas grundyta var 15 × 15 cm, utsågades eller utskuros ur marken ned till 20 à 25 cm:s djup under markytan. Insvepta i ett skyddshölje av cellofan, sändes torvstyckena till skogsforskningsinstitutets laboratorium, där de i färskt tillstånd undersöktes och sågades i lämpliga skivor i händelse kemiska analyser från olika nivåer under markytan skulle göras.

De kemiska analyserna ha utförts på skogsforskningsinstitutet, enligt där gängse metoder, se Knutson 1949. Som uppslutningsmedel har för alla prov fr. o. m. 1949 använts överklorsyra.

Mark- och rotundersökningarna ha givit följande resultat:

Förmultnings- och strukturförhållanden. Inom de båda myrarnas ogödslade delar växlar förmultningsgraden hos torven i skiktet 0—20 cm under markytan (enl. Sveriges geologiska undersöknings förmultningsskala) mellan H 2—H 6, och strukturen är den hos myrtorv vanliga. Genomsnittligt är dock torven något svagare förmultnad inom

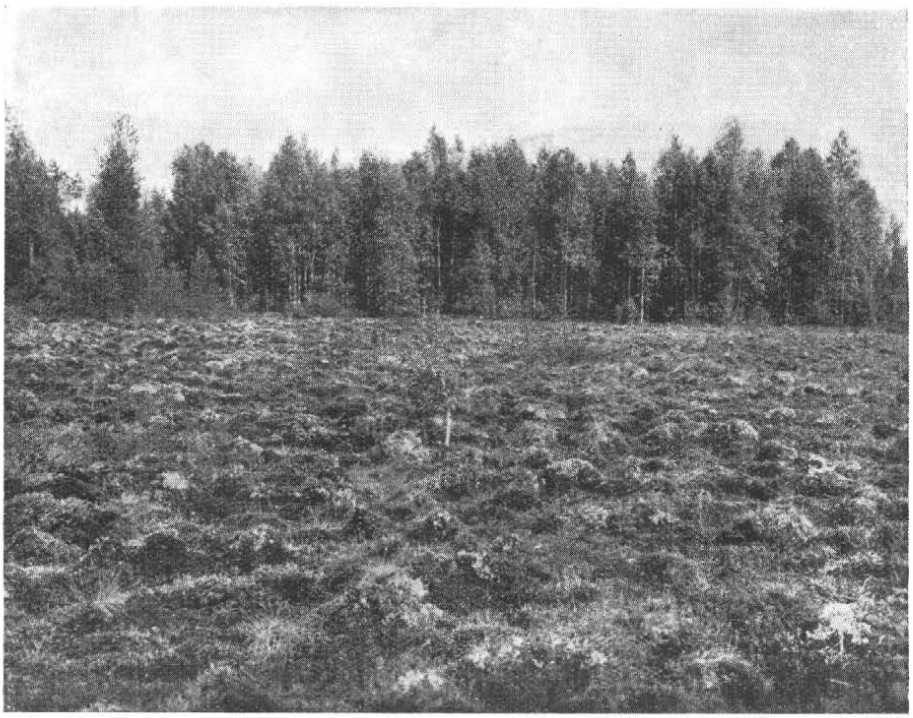


Fig. 1. Utsikt över Norra Hällmyren vid Robertsfors i Västerbotten. I bakgrunden den träaskegödslade försöksytan med växtligt björkbestånd. I förgrunden ogödslat parti med vegetation av typen »*Andromeda*-samhälle». Foto taget av Carl Olof Tamm år 1949 eller 23 år efter sedan försöksytan askgödslades.

Norra Hällmyren än inom Södra Hällmyren. — Inom de träaskegödslade delarna är torven, särskilt på nivåerna 0—5 cm eller 0—10 cm under markytan, i stor utsträckning råhumusartad. Den är sålunda tämligen lucker (icke sällan filtig) och tätt genomdragen av svampmycel.

På Norra Hällmyrens askyta ha de råhumusartade förhållandena visat sig först under 1940-talet. Under 1930-talet voro torvbildningarna närmast markytan och ned till 5 à 10 cm:s djup i stor omfattning *mullartade*, d. v. s. de hade kornig struktur och voro ganska rika på metmask (se Malmström 1935, sid. 613).

Torvens surhetsgrad samt halt av N, CaO, P_2O_5 och K_2O. Dessa förhållanden, sådana de tedde sig år 1949 inom såväl gödslade som ogödslade (ursprungligen med tuvsävmosse-samhällen bevuxna) delar av de bägge myrarna, redovisas i nedanstående tabell:

Tab. 1. Surhetsgrad och halterna av N, CaO, P_2O_5 och K_2O, år 1949, inom områden ursprungligen bevuxna med tuvsävmosse-samhällen.

Halterna angivas i procent av torrvikten. De med fetstil angivna värdena äro medeltal. Lägsta och högsta värdena meddelas inom parentes.

Djup under m.y. cm		Södra Hällmyren		Norra Hällmyren	
		Gödslade ytan	Utanför ytan	Gödslade ytan	Utanför ytan
pH	0—5	**3.9** (3.7 —4.3)	**3.8** (3.6 —4.1)	**5.1** (4.0 —7.1)	**3.8** (3.6 —4.1)
	5—10	**3.9** (3.6 —4.1)	**3.9** (3.7 —4.0)	**4.7** (3.9 —6.5)	**3.9** (3.7 —4.2)
	10—15	**3.9** (3.7 —4.2)	**3.9** (3.7 —4.3)	**4.5** (3.9 —6.5)	**3.9** (3.7 —4.2)
	15—20	**3.9** (3.7 —4.2)	**4.0** (3.7 —4.2)	**4.3** (3.8 —5.7)	**4.0** (3.8 —4.2)
N	0—5	**1.81** (1.18 —2.37)	**1.98** (1.17 —2.85)	**1.59** (1.15 —2.17)	**1.84** (1.10 —2.38)
	5—10	**1.83** (1.23 —2.37)	**2.08** (1.32 —2.82)	**1.71** (1.23 —2.06)	**1.87** (1.06 —2.45)
	10—15	**1.72** (1.14 —2.40)	**2.04** (1.19 —2.88)	**1.77** (0.88 —2.12)	**1.85** (1.21 —2.39)
	15—20	**1.80** (0.97 —2.71)	**2.02** (1.06 —3.08)	**1.55** (0.69 —2.24)	**1.86** (0.79 —2.58)
CaO	0—5	**0.49** (0.07 —0.95)	**0.23** (0.09 —0.39)	**3.72** (1.02 —8.42)	**0.32** (0.20 —0.52)
	5—10	**0.31** (0.17 —0.53)	**0.20** (0.08 —0.35)	**1.46** (0.64 —3.70)	**0.28** (0.12 —0.47)
	10—15	**0.26** (0.13 —0.41)	**0.19** (0.08 —0.35)	**0.84** (0.32 —2.50)	**0.26** (0.10 —0.44)
	15—20	**0.23** (0.09 —0.40)	**0.20** (0.06 —0.39)	**0.60** (0.25 —1.75)	**0.26** (0.17 —0.49)
P_2O_5	0—5	**0.18** (0.06 —0.29)	**0.18** (0.10 —0.25)	**0.31** (0.17 —0.54)	**0.14** (0.09 —0.21)
	5—10	**0.13** (0.08 —0.20)	**0.16** (0.06 —0.27)	**0.12** (0.09 —0.17)	**0.11** (0.06 —0.20)
	10—15	**0.11** (0.04 —0.16)	**0.13** (0.05 —0.26)	**0.09** (0.06 —0.11)	**0.10** (0.05 —0.16)
	15—20	**0.12** (0.06 —0.17)	**0.12** (0.04 —0.23)	**0.08** (0.06 —0.10)	**0.09** (0.04 —0.15)
K_2O	0—5	**0.044**(0.004—0.082)	**0.037**(0.007—0.089)	**0.134**(0.037—0.410)	**0.033**(0.009—0.085)
	5—10	**0.017**(0.004—0.033)	**0.016**(0.008—0.031)	**0.029**(0.013—0.061)	**0.016**(0.006—0.055)
	10—15	**0.011**(0.006—0.018)	**0.012**(0.006—0.052)	**0.014**(0.009—0.036)	**0.012**(0.005—0.033)
	15—20	**0.010**(0.006—0.021)	**0.009**(0.003—0.015)	**0.012**(0.006—0.023)	**0.011**(0.006—0.025)
Antalet analyserade torvstycken		22	29	24	23

Tabellen visar att inom Södra Hällmyren (alltså myren med den tidigare och svagare gödslade försöksytan) det numera icke föreligger någon större skillnad i surhetsgrad och i halten av de fysiologiskt viktiga mineralämnena kalk, fosfor och kali mellan gödslade och ogödslade delar. Kvävehalten tyckes vara något lägre på askytan än inom omgivande ogödslade partier, sannolikt beroende på den stora konsumtion av kväve ur torven, som varit en följd av den livliga trädväxten efter askgödslingen. På Norra Hällmyren råder däremot alltjämt stora skillnader i surhetsgrad och mineralämneshalt mellan ogödslade och askgödslade delar. Vad beträffar kvävehalten tycks även på Norra Hällmyrens askgödslade yta en viss nedgång ha inträtt.

För att pröva i vad mån en förnyad träaskegödsling skulle kunna sätta nytt liv i det nu ganska oväxtliga björkbeståndet på Södra Hällmyrens försöksyta, tillfördes hösten 1949 inom ett område om 400 m^2 i försöksytans östra del en träaskegiva om 160 kg eller 4 ton/hektar. Verkningarna av denna nya gödsling visade sig sommaren 1951 i något längre toppskott hos träden och mörkare färg på blad och barr.

Rotsystem och mykorrhiza-förhållanden. Trädens rötter gå i allmänhet mycket ytligt, och detta gäller träd såväl inom gödslade som ogödslade områden. Den zon, inom vilken björkrötterna huvudsakligen gå fram, ligger 2—10 cm under markytan. Enstaka björkrötter kunna dock sänka sig djupare ned i marken, men sällan längre ned än till 20 à 30 cm:s djup. Tallar, växande inom ljungmosse-samhällen, ha sina rötter till största delen koncentrerade till zonen 15—25 cm under markytan, men vissa rötter gå djupare.

Mykorrhiza-undersökningarna ha visat att mykorrhiza har förekommit rikligt och i vackra utbildningsformer på trädrötter inom Södra Hällmyrens askyta alltsedan 1930-talet, då undersökningarna började. På Norra Hällmyrens askyta förekom mykorrhiza sparsamt på trädrötterna så länge yttorven var mullartad, men jämsides med att yttorven blev mera råhumusartad ökade mykorrhiza-bildningen starkt.

Degermyren nära Vindeln (Västerbotten)

Denna vidsträckta myr (se M a l m s t r ö m 1932) dikades redan åren 1861—63. Avsikten med dikningen var att skaffa odlingsmark, och fördenskull gjordes dikningen redan från början kraftig. På grund av dikningsföretagets storlek kommo emellertid endast jämförelsevis små delar av myren att läggas under plogen. Övriga dikade partier lämnades åt sig själva.

Trots att dessa icke uppodlade delar legat avdikade mycket länge, äro de fortfarande till största delen trädlösa eller mycket trädfattiga och göra ett synnerligen torftigt intryck. Tack vare detta förhållande har Degermyren väckt stor uppmärksamhet inom skogsdikningsintresserade kretsar, och man har mycket diskuterat orsakerna till den uteblivna skogsväxten.

Som en följd av dessa diskussioner, där även näringsfaktorns eventuella betydelse fördes fram, anlades sommaren 1939 ett gödslingsförsök på Degermyren. En yta om 747 m^2 (nära myrens mitt) gödslades med träaska i en mängd av 747 kg, eller 10 ton/hektar.

Vegetationen på ytan var före askgödslingen nära nog densamma som på Hällmyrarnas försöksytor, alltså trädlösa tuvdun- *(Eriophorum vaginatum)* tuvsäv- *(Scirpus caespitosus)* mossesamhällen (eller deras följdsamhälle efter torrläggningen: *Andromeda*-samhälle) med långsträckta tuvor («strängar») av glest tallbevuxen ljung-*(Calluna)* mosse här och var.

Torvlagren, som här äro flera meter mäktiga, bestå av *Sphagnum*-torv. Surhetsgraden samt halten av N, CaO, P_2O_5 och K_2O i yttorvlager (0—20 cm under markytan) från tuvdun-tuvsävmossepartier och ljungmosse-strängar (i ogödslat skick) belysas av tabell 2.

Tab. 2. Surhetsgrad och halterna av N, CaO, P_2O_5 och K_2O i yttorvlager från tuvdun-tuvsävmosse-partier och ljungmosse-strängar.

Halterna angivas i procent av torrvikten och i ton/hektar till 20 cm:s djup under markytan. De med fetstil angivna värdena äro medeltal. Högsta och lägsta värdena meddelas inom parentes.

	Tuvdun-tuvsävmosse				Rismosse			
	%		ton/hektar		%		ton/hektar	
N	**0.87**	(1.09— 0.72)	**1.68**	(2.57— 1.16)	**0.88**	(0.98— 0.73)	**1.27**	(1.58— 1.07)
CaO	**0.26**	(0.29— 0.24)	**0.49**	(0.57— 0.43)	**0.26**	(0.37— 0.20)	**0.37**	(0.43— 0.29)
P_2O_5	**0.06**	(0.06— 0.05)	**0.11**	(0.14— 0.08)	**0.08**	(0.09— 0.07)	**0.12**	(0.15— 0.10)
K_2O	**0.01**	(0.02— 0.01)	**0.02**	(0.03— 0.016)	**0.05**	(0.07— 0.03)	**0.07**	(0.10— 0.05)
Org. ämnen	**98.4**	(98.5 —98.3)	**187.4**	(235.9 —161.9)	**98.4**	(98.7 —97.9)	**145.2**	(171.6 —117.4)
pH	**3.9**	(4.0 — 3.8)			**3.6**	(3.6 — 3.5)		

(Analyserna äro utförda vid Svenska Vall- och Mosskulturföreningens Kemiska laboratorium.)

På försöksytan såg man redan första året efter askgödslingen betydande vegetationsförändringar. Av i tuvdun-tuvsävmosse-samhället ingående växter hade samtliga vitmossor dött. Tuvdunet och tuvsäven visade däremot en bättre växt och friskare färg. Tuvdunet blommade även rikligare än förut. Ett flertal nya växter hade dessutom slagit till. Bland sådana märktes främst brandfältsmossorna *Marchantia polymorpha*, *Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica* och *Leptobryum pyriforme*, vilka förekommo så talrikt att de nästan täckte markytan. Men man fann även, ehuru sparsamt, vissa örter och gräs (såsom *Chamaenerium*, *Rumex acetosa*, *Agrostis tenuis* och *Deschampsia caespitosa)* samt groddplantor av tall, björk och viden *(Salices)*. På ljungmossesträngarna blevo vegetationsförändringarna betydligt svagare. De inskränkte sig till att vitmossorna även här dogo och att risen, vilka överlag levde kvar, blevo något växtligare.

Vegetationsförändringarna efter askgödslingen tilltogo under de följande 3 à 4 åren genom att inom tuvdun-tuvsävmosse-partierna ännu flera växtarter kommo in och de redan efter första året inkomna ökade i individantal och yppighet. Detta gällde särskilt på fläckar, som voro väl torrlagda. Inom fuktigare fläckar blevo förändringarna svagare. På ljungmosse-strängarna inkommo under samma tidrymd vissa brandfältsmossor, och förbättringen av de i den ursprungliga vegetationen ingående växterna blev ännu tydligare.

Åtta till nio år efter träaskegödslingen började brandfältsmossorna, *Chamaenerium* och andra nyinkomna örter att tydligt mattas av, men de finnas ännu kvar. Trädplantorna ha däremot fortsatt att utvecklas gynnsamt. Försöksytan bär därför nu inom de bättre torrlagda f. d. tuvdun-tuvsävmosse-partierna ganska täta och växtliga bestånd av tall

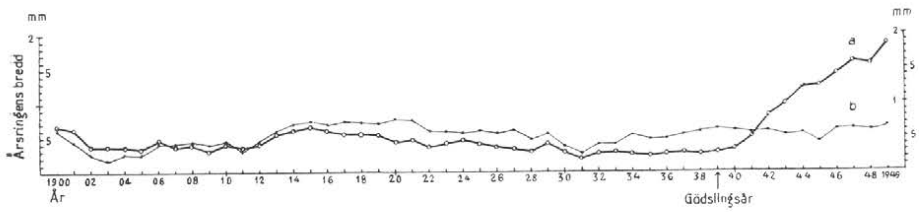


Fig. 2. Medeltal för åren 1900—49 av årsringens bredd vid brösthöjd hos (år 1949) mer än 50-årig tall växande på ljungmosse-strängar. Degermyren nära Vindeln (Västerbotten).
a. från 1939 års träaskegödslade yta (9 tallar undersökta),
b. » ogödslade jämförelseområden (7 tallar undersökta).

och björk. De mera ofullständigt torrlagda partierna ligga ännu praktiskt taget trädlösa, men hysa rikligt med viden. På ljungmosse-strängarna dröjde det ett par — tre år, innan där sedan gammalt befintliga tallar reagerade för askgödslingen. Men reaktion kom, och tallarna på strängarna se nu ganska växtliga ut. Tallar, som hade avslutat sin höjdtillväxt och lagt sig till med »bulliga» kronor, skjuta nu tämligen långa årsskott och ha fått spetsiga kronor. Diametertillväxten har också blivit märkbart större, som framgår av fig. 2.

Genom de inträdda vegetationsförändringarna och den bättre växten på de gamla tallarna skiljer sig försöksytan nu skarpt från omgivande, ogödslade delar av Degermyren, där inga förändringar ha kunnat iakttagas under hela den tid försöket har pågått.

Flakatjälsmyren på Kulbäckslidens försökspark (Västerbotten)

Flakatjälsmyren, som utgör en del av det vidsträckta myrkomplexet Degerö stormyr, dikades för skogsbörd åren 1915 och 1926, men mycket obetydliga eller inga skogsväxtresultat vunnos genom dessa dikningar.

Samma år som Degermyr-försöket tillkom (eller år 1939) anlades även här ett askgödslingsförsök. Detta försök avsåg närmast att belysa hur möjligheterna att genom gödsling framkalla skogsväxt influeras av torvmarkens torrläggningsgrad.

Askgödslingsförsöket omfattar fyra ytor om vardera 40 × 25 m, som ligga parvis tillsammans, en gödslad och en ogödslad. Ett sådant par av ytor lades inom ett väl torrlagt parti av myren och det andra inom ett parti, där torrläggningen var ganska svag eller ingen.

Alla ytor hade ursprungligen samma vegetation: företrädesvis trädlösa tuvdun-*(Eriophorum vaginatum)* tuvsäv-*(Scirpus caespitosus)* samhällen med ymniga vitmossor (mest *Sphagnum balticum* och *Sph. papillosum)*.

Yttorvens surhetsgrad och halt av viktigare ämnen inom denna växtsamhällstyp på Flakatjälsmyren belysas av tabell 3.

Tab. 3. Surhetsgrad och halterna av N, CaO, P_2O_5, K_2O och MgO i yttorvlager från tuvdun-tuvsävmosse-partier.

Halterna angivas i procent av torrvikten och i ton/hektar till 20 cm:s djup under markytan. De med fetstil angivna värdena äro medeltal (av 6 analyser). Högsta och lägsta värdena meddelas inom parentes.

	%		ton/hektar	
N	**1.23**	(1.63— 0.87)	**2.03**	(3.36—1.15)
CaO	**0.44**	(0.57— 0.36)	**0.69**	(0.84—0.49)
P_2O_5	**0.04**	(0.07— 0.02)	**0.06**	(0.10—0.04)
K_2O	**0.02**	(0.04— 0.01)	**0.03**	(0.06—0.015)
MgO	**0.09**	(0.14— 0.05)	**0.13**	(0.19—0.08)
Org. ämnen	**97.1**	(98.2 —95.0)		
pH	**3.8**	(3.8 — 3.6)		

(Analyserna äro utförda vid Svenska Vall- och Mosskulturföreningens Kemiska laboratorium.)

En torr och en våt försöksyta gödslades med träaska. Givan var i bägge fallen 13.7 ton/hektar.

Träaskegödslingen framkallade identiskt samma vegetationsförändringar, som förut beskrivits från Degermyren. Somliga av de i den ursprungliga vegetationen ingående växterna dogo, t. ex. vitmossorna, andra gynnades, t. ex. tuvsäven och halvgräsen, men också vissa mossor, såsom *Drepanocladi*, *Aulacomnium* och *Polytricha*. Vidare ägde en omfattande nykolonisation rum av brandfältsmossorna *Marchantia*, *Funaria*, *Ceratodon* etc. och av flera örter och gräs (t. ex. *Chamaenerium*, *Rumex acetosa*, *Deschampsia caespitosa* och *Festuca rubra)* samt av plantor av björk, tall och viden.

Kolonisationen av nya örter och gräs samt skogsträdsplantor blev särskilt stark på den torra askgödslade försöksytan. Men även på den våta askgödslade ytan ha sådana växter slagit till, ehuru företrädesvis inom ytans mindre blöta partier.

Den fortsatta utvecklingen på de askgödslade ytorna på Flakatjälsmyren överensstämmer också med utvecklingen på Degermyrens askyta. En avmattning av de efter gödslingen nyinkomna mossorna, örterna och gräsen har inträtt. Trädväxten har däremot fortsatt att utvecklas väl, särskilt på den torra försöksytan och inom den våta försöksytans torrare delar, ehuru påtagliga variationer föreligga i detta hänseende. En undersökning av dessa variationer utförd på 150 punkter synes ge vid handen, att variationerna intimt sammanhänga med yttorvens kvävehalt. Där yttorven är kväverik, har träaskans skogsväxtbefrämjande verkningar varit störst.

Inom de ogödslade såväl torra som våta jämförelseytorna ha inga vegetationsförändringar förmärkts under hela den tid försöket pågått.

Sommaren 1941 utlades ytterligare ett försök på Flakatjälsmyren, och detta av professor Lars-Gunnar Romell. Här gåvos olika askbeståndsdelar i form av kemikalier i givor ungefär motsvarande 3.3 ton/hektar träaska. Några »spårelement» gåvos i brukliga mängder. Försöket avser att utröna vilka ämnen i träaskan, som ha den största gödslingseffekten. (Se Romell 1950, med litteraturförteckning.)

Huvudförsöket har 8 försöksled, vart och ett representerat på 4 ytor om 1 ars storlek; 2 liggande på dikad och 2 på ännu våt myr. Försöksleden äro:

1. Ingen gödsling eller annan åtgärd.
2. Grundgödsling: bestående av kalk, magnesia, kali och svavelsyra.
3. Grundgödsling + fosforsyra (benmjöl).
4. » + koppar (kopparvitriol).
5. » + borsyra (borax).
6. » + mangan (brunsten).
7. » + zink och molybden (zinkvitt, MoO_2).
8. » + fosforsyra och alla 5 spårelementen (= koppar, mangan, zink, molybden och borsyra).

Fr. o. m. år 1943 ha sex av de åtta försöksleden (alla utom 3 och 8) delats i två genom att fosforsyra har givits (som H_3PO_4) på halva ytorna.

I fyra extra försöksled om vardera 1 ar gavs, utan annan gödsling, endera av följande:

Natronlut	3 ton/hektar
(= samma basmängd som i 3.3 ton/hektar träaska)	
Natriumklorat	500 kg/hektar
Kväve (som ammoniumnitrat)	100 kg/hektar
Kopparvitriol	50 kg/hektar

Detta försök har givit många intressanta resultat. Det har givit utslag på både torra och våta ytor, men de skogliga reaktionerna äro avsevärt starkare på de torra än på de våta.

Vackert utslag har visat sig för mineralisk fullgödsling (led 8) och för grundgödsling plus fosforsyra och borsyra. Reaktionen är mycket lik den, som kommer efter träaskegödsling, alltså med rikliga till ymniga

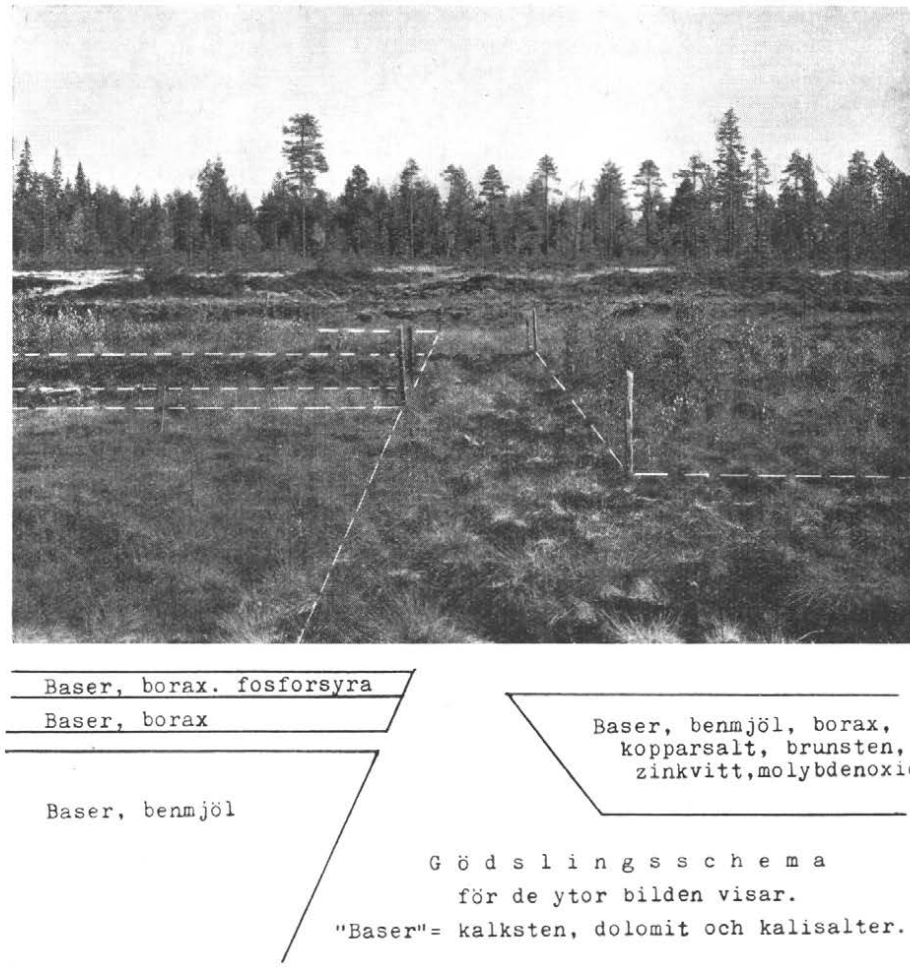


Fig. 3. Parti av 1941—1943 års gödslingsförsök på Flakatjälsmyren, Kulbäckslidens försökspark, Västerbotten. Foto taget i september 1947 av L.-G. Romell.

förekomster av brandfältsmossor och plantor av björk och viden jämte inslag av *Chamaenerium* (se fig. 3).

Grundgödsling plus fosforsyra eller benmjöl har givit mycket svagare reaktion med obetydligt uppslag av skogsträdsplantor.

Grundgödslingen enbart eller plus spårelement gav endast svag reaktion, och varken kvävegödslingen eller gödslingen med kopparvitriol visade någon verkan. Natronlut och klorat dödade vitmossorna, utan att orsaka nämnvärda andra ändringar synliga för ögat.

Till komplettering utlades år 1943 ett nytt, mindre försök, anordnat som ett s. k. minusförsök, med 9 försöksled (tre gånger upprepade)

Varje yta fick mineralisk fullgödsling utom ett av de prövade ämnena (Ca, Mg, K, S, Cu, P, B, Mn och Zn). Av minusförsöket har man funnit, att där fosforsyra fattas, ingen som helst gödslingseffekt liknande träaskans åstadkommes. Utan kalk blir gödslingseffekten svag. Om någon ekologisk betydelsefull brist föreligger på något av de övriga prövade ämnena har icke tillfredsställande kunnat fastställas, troligen främst på grund av störande inverkan från en närliggande askgödslad yta.

Myrar inom norra delen av Anundsjö socken (Ångermanland)

Åren 1918—19 anlade jägmästare Edvard Wibeck, som då var föreståndare för skogsforskningsinstitutets avdelning för föryngringsförsök i Norrland, 11 stycken försök på Mo & Domsjö AB:s marker i norra delen av Anundsjö socken. Avsikten med dessa försök var att pröva hur man genom lämpliga skogliga föryngringsåtgärder skulle kunna underlätta dikade torvmarkers försättande i skogsproduktivt skick.

Vid försökens planläggning och utläggande medverkade bl. a. dåvarande docenten, numera professorn Elias Melin. Försökens anordnande kom också att i mycket hög grad bestämmas av de åsikter om villkoren för skogsväxt på torvmark och av de förslag till att gynna skogsväxten, som Melin hade framfört i sitt stora arbete »Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation» av år 1917. Melin gör i detta arbete troligt, att skog kan växa på all slags torvmark bara torrläggningen blir tillräckligt effektiv. Hinder härför på grund av näringsbrist i torven ansåg Melin ej föreligga. Dock skulle under vissa förhållanden ogynnsamma temperaturförhållanden kunna leda till uppkomst av hedsamhällen (lav-, *Polytrichum*- och *Calluna*-hedar) med svag skogsväxt. — För att påskynda dikade torvmarkers försättande i skogbärande skick rekommenderar Melin kulturer. Han framhåller också vikten av att mykorrhiza-bildande svampar, vilka normalt saknas i många odränerade torvmarker, snabbt komma in. Mykorrhiza vore nämligen av vital betydelse för plantors och träds utveckling på dikad torvmark. Slutligen framkastar Melin ett förslag om, att såsom medel att motverka uppkomsten av hedsamhällen på dikad torvmark (eller om hedsamhällen redan uppstått att förvandla dem till växtlig skog) pröva införandet av mera köldhärdiga skogsträdsraser än de på lokalen spontana, och vidare att genom tillförsel av näringssalter söka höja skogsträdsplantornas motståndskraft gentemot ogynnsamma klimatinflytanden.

Dessa av Wibeck utlagda mycket omfattande försök kommo sålunda (se Wibeck 1920, sid. 360—362) att gälla ett prövande av:

»1. I vad mån är tall eller gran lämplig?

2. I vad mån är sådd eller plantering lämplig?

3. Kräva såddplantorna för att bilda mykorrhiza att »skogsjord» påföres torven?

4. I vad mån gagnar tillförsel av konstgödsel?

5. Kan myrens eventuella frostländighet eller tjäle bättre fördragas av utsäde eller plantor av nordligare proveniens än försöksplatsens?»

Huru försöken tekniskt anordnades framgår av nedanstående schema (fig. 4). I regel uppdelades varje försöksyta i 24 parceller.

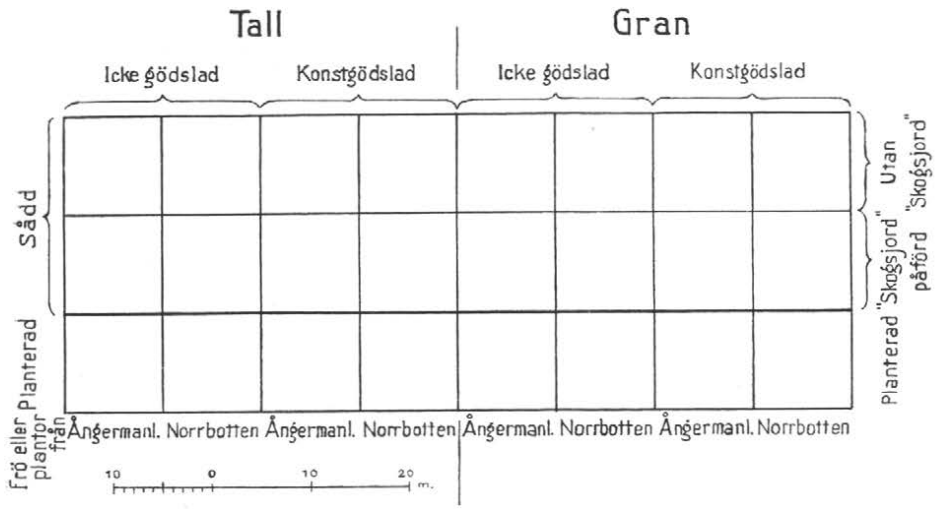


Fig. 4. Schema över Anundsjö-försökens utförande (efter Wibeck 1920).

Odlingsmaterialet av såväl tall som gran hämtades huvudsakligen från Ångermanland och Norrbotten.

Sådderna utfördes som rutsådd i 1 × 1 m:s förband utan upphackning av såddrutorna. I varje ruta såddes 40 frön.

Planteringarna gjordes med $\frac{2}{0}$-åriga plantor i 1 × 1 m:s förband.

Vid tillförsel av »skogsjord» gjordes skillnader mellan torvmarker, där enligt Melins undersökningar mykorrhiza normalt förekommer, och sådana där mykorrhiza icke plägar finnas. På parceller å torvmarker av det förra slaget tillfördes som »skogsjord» fint grus eller sand; på parceller å torvmarker av det senare slaget råhumus från frisk skogsmark. Varje parcell, som skulle skogsjord-påföras, fick 2 nävar »skogsjord».

På parceller, vilka konstgödslades, erhöll varje såddruta eller planterad planta som konstgödsel 10 gr thomasfosfat + 10 gr 20 %-igt kalisalt.

För att utröna om plantor av nordligare proveniens än försöksplatsens äro köldhärdigare än dessa senare gjordes kulturer parallelt med ångermanländskt och norrbottniskt tall- och granmaterial.

I samband med försöksytornas utläggande (hösten 1918 och våren 1919) gjordes kraftiga kompletteringsdikningar inom de torvmarkspartier där försöksytorna placerades. Kulturer och andra åtgärder, såsom gödslingar, utfördes år 1919 med några mindre kompletteringar år 1925. På flertalet försöksytor gjordes även under en följd av år serieobservationer i fasta brunnar över vattenståndet i marken.

Försöksytorna, vilka hade något växlande storlek, utlades på torvmarker av olika botanisk typ, se nedan. — Typbestämningarna äro gjorda år 1918 av E. Melin, och de meddelas enligt hans terminologi.

försöksyta 451, om 0.35 hektar, på glest tallbevuxen rismosse (*Sphagnum fuscum*-mosse),
» 452, » 0.24 » på småtuvig *Polytrichum*-hed,
» 453, » 0.26 » på *Vaginatum*-mosse,
» 454, » 0.24 » på *Vaginatum*-mosse med ristuvor,
» 455, » 0.24 » på delvis starrmosse, delvis *Vaginatum*-mosse,
» 456, » 0.12 » på *Sphagnum cuspidatum*-höljemosse med revlar av *Sphagnum fuscum*,
» 457, » 0.24 » på *Sphagnum fuscum*-mosse med smärre höljor,
» 458, » 0.26 » på flarkmyr med tuvor av *Sphagnum papillosum*,
» 459, » 0.12 » på *Sphagnum papillosum*-mosse med *Eriophorum vaginatum*,
» 460, » 0.24 » på *Polytrichum*-bevuxen *Sphagnum papillosum*-mosse med *Eriophorum vaginatum*,
» 461, » 0.24 » på f. d. dykärr, bevuxet med en matta av *Polytrichum gracile*.

Så länge verksamheten vid avdelningen för föryngringsförsök i Norrland pågick (eller till sommaren 1933), reviderades de 11 försöksytorna nästan årligen. Härefter gjordes inga revisioner förrän år 1945, då förf. efter beslut av skogsforskningsinstitutets chef fick överta försöksytorna.

De skogsväxtresultat, som vunnits efter de av Wibeck vidtagna åtgärderna, måste genomgående betecknas såsom obetydliga. Både sådderna och planteringarna ha i stor utsträckning gått ut, och de plantor och småträd från kulturerna, som ännu fortleva, förete en ytterst svag och dålig växt (och detta oberoende av proveniensen). Markvegetationen på försöksytorna har också blivit torftigare och mera hedartad än då ytorna lades ut, bl. a. genom att

Polytrichum strictum och *Cladonia deformis* flerstädes kraftigt ökat i mängd (se fig. 5). — En närmare redogörelse för utvecklingen på försöksytorna kommer att inflyta i en kommande publikation.

Tillförseln av »skogsjord» medförde inga synliga effekter. Däremot fingo plantorna på de parceller, som hade konstgödslats (låt vara i helt obetydliga mängder) liksom plantorna på några parceller, vilka år 1925 fått något litet träaska antingen efter bränning på parcellen av hopsläpat ris eller genom direkt påförsel, friskare färg och en aning bättre växt än plantor på ogödslade parceller. Men den gynnsamma effekten blev endast kortvarig (1—3 år).

Då jag år 1945 hade fått överta försöken och sett de mycket klena resultat tidigare åtgärder hade lämnat, blev det en lockande uppgift att pröva nya medel för att få skog att växa på ytorna. Det närmast liggande blev då g ö d s l i n g med större givor av träaska.

På alla försöksytor utom tre gödslades år 1945 1—4 parceller med träaska i en mängd av vanligen 6 ton/hektar.

Det blev tydliga till kraftiga utslag 1 à 2 år efter gödslingen på alla askgödslade parceller utom de inom *Sphagnum fuscum*-rismossar (d. v. s. inom försöksytorna 451 och 457) belägna. Vitmossor och renlavar dogo, men övriga i den ursprungliga vegetationen ingående växter fingo friskare färg och bättre växt. Detta gällde särskilt trädplantor och småträd, speciellt av gran och björk. Det blev också en kolonisation av samma slags växter (brandfälts-, hygges- och ängsväxter), som förut angivits från askytorna på Hällmyrarna, Degermyren etc. De gynnsamma reaktionerna ha fortsatt alla år. Parcellerna skilja sig därför nu, särskilt vad beträffar trädväxten, starkt från omgivande ogödslade parceller.

På de askgödslade parcellerna inom *Sphagnum fuscum*-rismossar blev däremot reaktionen svag eller knappast någon alls.

Skillnaden torde efter vad talrika kemiska analyser av torven ha givit vid handen kunna ställas i samband med den mycket olika halt av kväve, som träffas i yttorven hos torvmarker där reaktionen blivit god och hos sådana där reaktion uteblivit; i detta fall *Fuscum*-rismossetorven. Inom yttorv av det första slaget ligger kvävehalten vid $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ % i vattenfritt prov. Inom yttorv av det senare slaget är den blott $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ %. (I min kommande publikation över dessa försök komma detaljerade uppgifter att inflyta om näringsförhållandena på de olika försöksytorna.)

Frågan studeras experimentellt i ett gödslingsförsök anlagt hösten 1950 på två parceller, som träaskegödslades 1945 och där verkningarna av träaskan hade varit mycket små. Dessa parceller, som ligga på försöksytan 451, gödslades om med ammoniumnitrat. Hösten 1951, då jag besökte försöksytan, fann jag att vissa reaktioner hade inträtt efter ammoniumnitrat-tillförseln i form av mörkare färg och ett friskare utseende

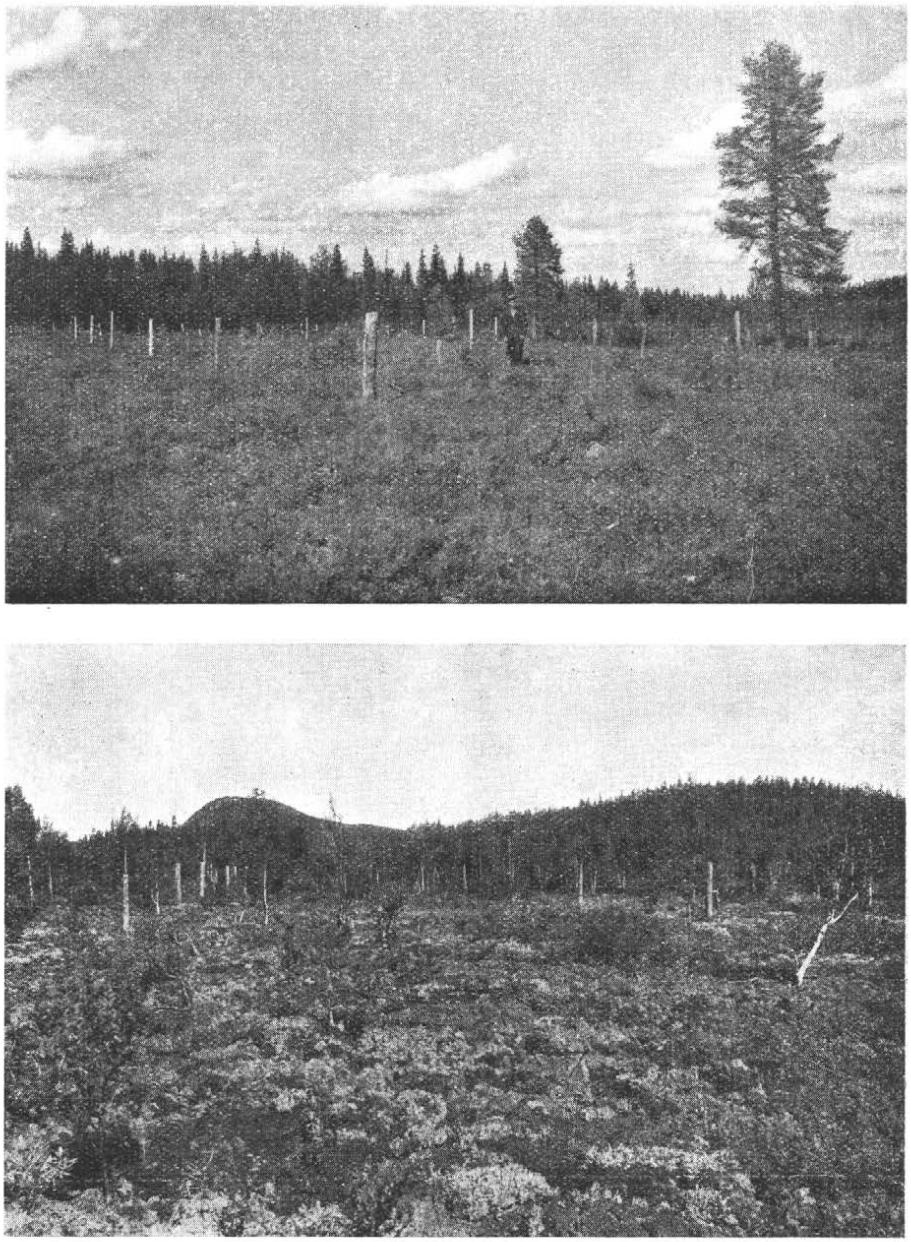


Fig. 5. Försöksytorna 457 (på Rödmyren vid Rödvattnet) (den övre bilden) och 458 (på Dröppeltjärnmyren vid Innertällmo) (den nedre bilden) ingående i Anundsjö-försöket. Fotografier tagna i juli 1945 av C. Malmström. De skogsväxtresultat, som vunnits på försöksytorna efter 1919 års åtgärder, äro som synes mycket små eller inga. Markvegetationen har även sedan 1919 blivit torftigare och mera hedartad.
(Inom vissa delar av försöksytan 458 ha efter träaskegödsling av år 1945 vackra och lovande ungträdsuppslag uppkommit.)

på trädväxten. Det är dock helt naturligt ännu för tidigt att draga några mera bestämda slutsatser av ammoniumnitrat-gödslingen.

Så mycket är redan klart som att gödsling också i de gamla Anundsjöförsöken har framkallat verklig skogsväxt. Därmed har det blivit bevisat, att näringsbrist i torven var den viktigaste anledningen till att före år 1945 inga skogsproduktiva resultat hade vunnits på försöksytorna.

Myrar på Kynnefjäll (Bohuslän)

Dessa försök ligga på den vidsträckta bergsträckningen Kynnefjäll (i nordöstra Bohuslän) inom den del, som bildar Göteborgs och Bohus läns allmänning med samma namn.

Kynnefjälls-försöken äro de mest omfattande skogliga gödslingsförsök, som hittills utförts i södra Sverige. De kommo till åren 1944 och 1945 på förf:s initiativ genom Skogssällskapet i Göteborg, vilket sällskap omhänderhar skötseln av länsallmänningen.

Kynnefjäll-länsallmänning har länge varit ett utpräglat ljunghedsområde, mycket rikt på torvmarker. Torvmarkerna äro till den botaniska typen mest ljungmossar med laggar rika på *Molinia*. På vissa ställen, framför allt där bäckar rinna fram eller översilning äger rum, är vegetationen mera kärrartad.

Dikningarna på Kynnefjäll kommo till åren 1920—22, då alla djupare diken upptogos. Mellan åren 1928—30 kompletterades dikessystemen genom utläggandet av talrika helt grunda diken (s. k. ytdiken).

I samband med dikningarna (eller åren 1921—22) gjordes bredsådder av blandfrö. Dessa efterföljdes på många ställen år 1927 av björkkulturer och åren 1929—30 av klimpplantering av gran.

Trots att dikningarna varit effektivt torrläggande, ha de endast till en mycket ringa grad förmått förbättra skogsväxtförhållandena. Kulturerna ha sålunda i regel gått mycket dåligt till, och detta gäller även om den mycket sparsamt förekommande självsådden. De granar, som kommit upp efter sådd eller plantering, hade år 1944 i allmänhet icke större höjd än ½ m och höjde sig fördenskull föga över ljungtäcket. — Endast inom vissa torrlagda laggpartier, bäckland, översilningsstråk och på vallar av uppkastad dikesjord (särskilt där mineraljord från torvmarksunderlaget medföljt) voro kulturerna bättre. 1944 hade granarna på sådana platser en höjd varierande mellan 4—7 m.

Då man lätt kunde misstänka att näringsbrist i torven vore den egentliga orsaken till nämnda svårigheter, utlades för att pröva riktigheten av detta 2 stycken gödslingsförsöksytor om vardera ca ½ hektar på Abborrmossen. Denna torvmark är en vidsträckt ljungmosse, och dess båda försöksytor gödslades med träaska i givor motsvarande 3 ton/hektar.

År 1945 utlades ytterligare 3 stycken försöksytor för träaskegödsling: två på Fågelmossen och en på Torkelns liar. Den ena av Fågelmosseytorna ligger på rismosse, den andra inom ett björkbevuxet *Molinia-Eriophorum vaginatum*-mossesamhälle. Den första fick träaska i en mängd av 6 ton/hektar, den senare dubbelt så mycket. Ytan på Torkelns liar ligger på grund torv. Här och var går t. o. m. berghällen i dagen. Vegetationen utgöres av en mosaik av ljungmosse och *Molinia*-samhälle, och givan var 6 ton/hektar.

Efter gödslingarna ha i allmänhet mycket vackra reaktioner vunnits. Den ursprungliga markvegetationen har överallt blivit frodigare (med undantag för vitmossorna, som även här dött), och träden visa vanligen en mycket bättre växt. Många förut oväxtliga och barrfattiga granar sätta nu mycket långa årsskott och ha fått rikare barrskrud och mörkare färg. Saken illustreras väl av fig. 6. Egendomligt nog har invandringen av nya växter varit liten.

De kemiska analyser, som gjorts av torv från Kynnefjälls-torvmarkerna, ha visat att torven som regel är mycket mineralämnesfattig, men påfallande kväverik (2—2 $^1/_2$ % av torrvikten). Detta senare gäller t. o. m. rismossetorven.

II. Om försöksresultatens tillämpning inom praktisk skogsdikning

Av resultaten från de nu beskrivna gödslingsförsöken ha klara vittnesbörd vunnits om den genomgripande roll näringsförhållandena i torven spela som villkor för den skogliga produktionen på torvmark. Men försöken ha också visat att möjligheterna att genom gödsling framkalla skogsväxt i hög grad influeras av torvmarkens blöthets- eller fuktighetsgrad, vilket utan tvivel sammanhänger med att ett högt vattenstånd försvårar eller omöjliggör den genomluftning av ytlagret, som är en nödvändig förutsättning för att skogsträdsrötterna skola kunna andas. Dikning blir därför, även vid gödsling, som regel en nödvändig åtgärd för att torvmarker skola kunna bli skogbärande.

Som villkor för en g o d o c h u t h å l l i g s k o g s p r o d u k t i o n på en avdikad torvmark kräves både tillgång på alla för skogsträdens liv viktiga näringsämnen i lämpliga proportioner och förutsättning för att denna tillgång icke allvarligt minskas under beståndets utveckling.

Torvmarkerna variera oerhört mycket till sin kemiska sammansättning. Somliga ha en god tillgång på såväl kväve som en hel mängd olika mineralämnen (t. ex. kalk, kali, fosfor och magnesium). Hos andra förekommer ett visst mineralämne i överskott, t. ex. kalk i s. k. kalkmyrar, eller också föreligger stor brist på visst eller vissa viktiga mineralämnen (såsom fosfor). Slutligen finnas många torvmarker, där mineralämnestillgången överhuvudtaget är dålig. Dessa mineralämnesfattiga



Fig. 6. Den år 1944 träaskegödslade södra ytan på Abborrmossen på Göteborgs och Bohus läns allmänning Kynnefjäll. Foto taget av C. Malmström år 1947.
Ytan ligger inom ett *Eriophorum vaginatum-Calluna vulgaris*-samhälle. Granarna härröra från bredsådd av åren 1921—22 och från klimpplantering (med 8-åriga plantor) av åren 1929—30.
Alla granar (utom sådana som växa på vallar av uppkastad dikesjord) voro t.o.m. 1944 låga och mycket oväxtliga. Efter träaskegödslingen samma år fingo granarna nytt liv. De började, som synes å bilden, skjuta långa årsskott och barrskruden blev rikare och mörkare.

torvmarker kunna vara antingen kväverika eller kvävefattiga, vilket allt framgått av redogörelserna för de olika gödslingsförsöken.

På grund av dessa stora variationer i näringsförhållandena framstår torvmarkernas näringsekologi som en mycket invecklad fråga, och den kompliceras ytterligare därav att torvmarkernas näringsförsörjning ofta radikalt försämras i samband med avdikningen.

De i sitt naturliga tillstånd mest näringsrika torvmarkerna äro sådana, som översvämmas av bäckvatten rikt på slam eller också översilas av vatten, som passerat mineraljordslager, bestående av mera lättvittrade bergarter, såsom kalkstenar, grönstenar och skiffrar. De på mineralisk näring fattigaste torvmarkerna äro sådana, som icke mottagit nämnvärda tillflöden från omgivande fastmarker utan fått sitt vatten till allra största delen ur nederbörden.

Icke obetydliga variationer kunna förekomma inom en och samma torvmark beträffande halten av växtnäring, särskilt kväve. Dessa variationer torde till en icke ringa del sammanhänga med olikheter i torvens förmultningsgrad (se fig. 7) och botaniska ursprung.

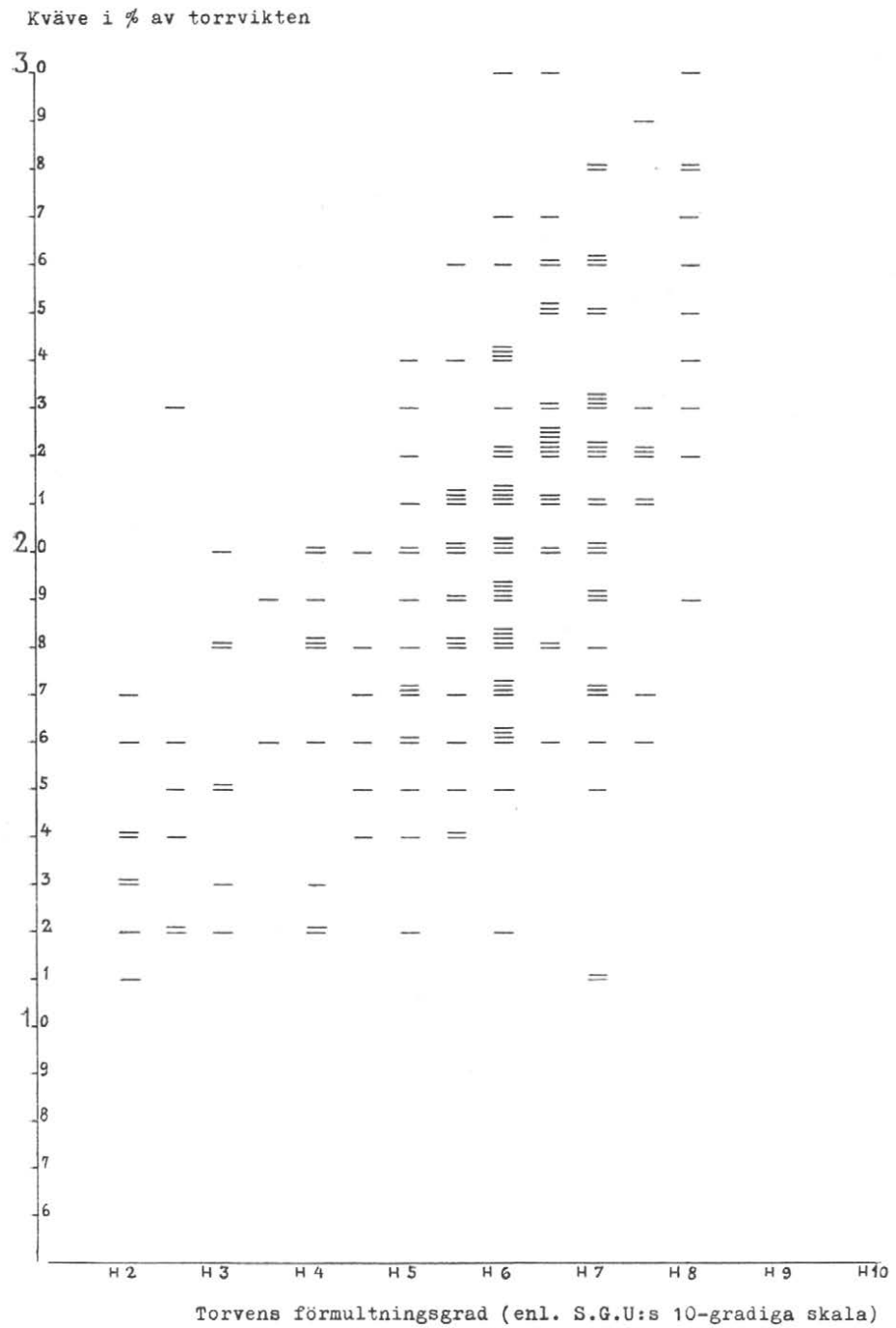


Fig. 7. Kvävehalten i olika starkt förmultnad *Sphagnum papillosum-Sph. compactum*-torv. Torvproven härröra från ogödslade partier med tuvdun-tuvsävmosse (eller dess följdsamhällen efter torrläggning: *Andromeda-* och *Cladonia deformis*-samhällen) på Södra och Norra Hällmyrarna vid Robertsfors.

H1—H5 nästan oförmultnad till tydligt förmultnad torv,
H6—H7 ganska väl förmultnad torv,
H8—H10 starkt till mycket starkt förmultnad torv.

Som synes är kvävehalten som regel högre i väl förmultnad än i svagt förmultnad torv.

Torvmarker med ett mångsidigt och rikligt näringsförråd bli som den praktiska erfarenheten har visat som regel lätt skogsproduktiva enbart genom dikning; torvmarker med ett obetydligt eller till sammansättningen ensidigt näringsförråd bli det däremot icke. Det kräves tillförsel av växtnäring (gödsling) för att få dem skogsproduktiva.

Mineralämnesfattiga men kväverika torvmarker, alltså torvmarker av den typ, som gödslingsförsöken på Hällmyrarna utlagts på, kunna såsom försöken också ha visat lätt göras skogsproduktiva genom gödsling med träaska, ty träaska innehåller alla mineralämnen träden behöva och av allt att döma i lämpliga proportioner.

Mineralämnesfattiga och samtidigt kvävefattiga torvmarker (d. v. s. torvmarker av den typ som ytorna 451 och 457 inom Anundsjö-försöken ligga på) kunna icke göras skogsproduktiva enbart genom träaskegödsling, då träaska saknar kväve. Det behövs också kvävegödsling.

I sådana både på kväve och mineralämnen rika torvmarker, där ett visst mineralämne förekommer i överskott, kan förekomsten av detta ämne inverka menligt på upptagandet av andra växtnäringsämnen. På kalkmyrar kan det bli stark brist på fosfor, som därför måste tillföras för att full reaktion skall kunna vinnas.

Hur uthålliga och kraftiga de gynnsamma produktionsbetingelserna komma att bli efter gödsling tyckes stå i nära relation till storleken av ytlagrens totala näringsförråd, d. v. s. det ursprungliga näringsförrådet tillsammans med gödselgivan. Detta synes framgå särskilt tydligt av reaktionen på Hällmyrarnas askgödslade ytor. På Södra Hällmyrens askyta, gödslad med 3.3 ton/hektar träaska, anades efter 25 år en viss nedgång i den skogliga produktionen, en nedgång som efter ytterligare ett par år blev tydlig. På Norra Hällmyrens askyta, som fick en nära fyra gånger så stor giva (12.5 ton/hektar), såg man efter 25 år inga som helst tecken till nedgång i den skogliga produktionen. Tvärtom var beståndet på ytan växtligare än någonsin. Det hade dessutom vid denna ålder hunnit bli högre än det 8 år äldre beståndet på Södra Hällmyrens askyta. Hur länge de gynnsamma produktionsbetingelserna komma att bestå på Norra Hällmyrens askyta är för närvarande omöjligt att förutsäga. Även om en väsentlig del av den näring, som beståndet upptar ur marken, återbördas genom förnafallet, minskas likväl så småningom näringsförrådet i marken, efterhand som näring bindes i trädens stammar, rötter och grenar och föres bort med snösmältnings- och annat nederbördsvatten.

På torvmarker, gödslade med enbart träaska, såsom Hällmyrarnas askytor, är det risk för att produktionen kommer att gå ned också till följd av att kvävenivån så småningom sjunker i yttorven. En stor del av det kväve, som ursprungligen fanns i ytlagret, har under beståndets tillväxt bundits i dess växtmassa. På liknande sätt kan tillväxten tänkas bromsas genom knapp tillgång på något annat nödvändigt näringsämne.

Av vad som nu meddelats om möjligheterna att genom gödsling förbättra produktionsvillkoren framgår tydligt, att gödsling sällan kan vara en åtgärd som en gång utförd lämnar bestående verkningar. Tvärtom måste åtgärden upprepas för att en inträdd gynnsam skoglig utveckling skall kunna bibehållas.

Även efter dikning av torvmarker, som vid dikningstillfället hade ett för skogsproduktion till synes lämpligt näringstillstånd, inträffa ofta liknande svårigheter som efter gödsling att vidmakthålla detta tillstånd. Dessutom tillkommer som en viktig produktionssänkande faktor det nyss berörda förhållandet, att näringstillförseln till torvmarken vanligen starkt minskas i samband med avdikningen. Genom avdikningen, och särskilt efter upptagandet av laggdiken, berövas torvmarken större delen av tillflödena från omgivande fastmarker, alltså de tillflöden ur vilka torvmarken före dikningen fick sin mesta näring. Den skog, som eventuellt kommer att växa på den avdikade torvmarken, blir därför efter dikningsingreppet — och särskilt om torvmarken är djup — för sin näringsförsörjning huvudsakligen hänvisad till det begränsade, i torvmarken magasinerade näringsförrådet. På grunda torvmarker (d. v. s. sådana där torvlagret efter markens torrläggning får en tjocklek av ca 40 cm eller mindre) kan man däremot vänta sig, att efter torrläggningen skogsträdens rötter så småningom nå ned i mineraljorden under torven och där hämta näring. På sådana torvmarker blir det därför föga eller ingen risk att skogen skall behöva lida brist på mineralnäring, och med den mineralogiska sammansättning, som torvmarksunderlagen ha i vårt land, bör produktionen vara praktiskt taget tryggad, så länge dikningen underhålles.

Ett förhållande, som icke blivit belyst genom föreliggande undersökningar men som i detta sammanhang förtjänar att vidröras, är den roll torvmarkens klimatiska belägenhet kan spela för näringstillståndet eller i detta fall den i torven bundna näringens tillgängliggörande. Inom kalla och fuktiga delar av landet försiggå de processer av biologiskt och annat slag, som åstadkomma torvens nedbrytning, långsammare än inom varma och torra delar. Genom dessa olikheter i tillgängliggörandet av näringen i torvmarkens ytlager inträder reaktionen som regel snabbare och blir kraftigare inom varma än inom kalla delar av landet.

Av den nu förda diskussionen framgår sålunda, att man ur näringsekologisk synpunkt lämpligen kan uppdela torvmarkerna i två huvudtyper:

1) djupa torvmarker, d. v. s. sådana där torvlagret efter markens torrläggning har en mäktighet av över 40 cm,

2) grunda torvmarker, d. v. s. sådana där torvlagret efter torrläggningen är under 40 cm tjockt.

Inom djupa torvmarker blir efter avdikningen den framtida skogliga produktionen till huvudsaklig del grundad på det i torven befintliga näringsförrådet. Detta näringsförråd kan i vissa fall vara fullt tillräckligt för en långvarig skogsproduktion. Men ofta är så icke fallet. Näringsförrådet räcker endast till för en kortare tids gynnsam skoglig produktion eller stundom icke till någon alls.

Inom grunda torvmarker blir efter avdikningen den framtida skogliga produktionen icke ensamt beroende av torvens näringsförråd utan också av det minerogena torvmarksunderlagets. På sådana torvmarker kan den skogliga produktionen bli uthållig, om trädens rötter verkligen kunna växa igenom torvlagret och underlaget är gynnsamt ur näringssynpunkt. Ibland kan torvens näringsfattigdom förorsaka, att det blir svårt att få produktionen i gång.

Vid val av skogsdikningsobjekt bli de grunda torvmarkerna som regel de lämpligaste. Något behov av extra näringstillskott genom gödsling föreligger icke, annat än ibland som en startåtgärd.

Djupa torvmarker kunna i vissa fall väl lämpa sig för skogsdikning och bli skogsproduktiva utan annan åtgärd än torrläggning. Men ett stort antal av dem kräva gödsling för att få produktionen i gång eller för att vidmakthålla en redan inträdd produktion.

I Sverige söker man numera vid skogsdikning undvika djupa torvmarker, utom sådana som av vegetations- och tillrinningsförhållandena att döma måste vara mycket näringsrika.

Någon uppgödsling av svaga torvmarker har ännu knappast utförts i vårt land annat än i försöksmässig skala. Mera omfattande gödslingar äro dock planerade på sina hall, med thomasfosfat som viktigaste gödselmedel.

Anförd litteratur

Björkman, Erik 1941. Mykorrhizans utbildning och frekvens hos skogsträd på askgödslade och ogödslade delar av dikad myr. — Medd. Stat. skogsförsöksanst. 32 : 255—296. Stockholm.

—»— 1949. The Ecological Significance of the Ectotrophic Mycorrhizal Association in Forest Trees. — Svensk Botanisk Tidskrift 43 : 223—262. Uppsala.

Knutson, Karin 1949. Jordprovens kemiska och mekaniska analys. — Bilaga 2 till Carl Malmström, Studier över skogstyper och trädslagsfördelning inom Västerbottens län. Medd. Stat. skogsforskningsinst. 37 : 11 : 182—185. Stockholm.

Malmström, Carl 1932. Om resultaten av en 70-årig myrdikning i Västerbotten. — Medd. Stat. skogsförsöksanst. 27 : 123—144. Stockholm.

—»— 1935. Om näringsförhållandenas betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. — Medd. Stat. skogsförsöksanst. 28 : 571—650. Stockholm.

Melin, Elias 1917. Studier över de norrländska myrmarkernas vegetation med särskild hänsyn till deras skogsvegetation efter torrläggning. — Norrländskt Handbibliotek VII. Uppsala.

Romell, L. G. 1950. Excursion to Upper Norrland, July 21—22, 1950. — 7th Int. Bot. Congress Stockholm 1950, Excursion Guides, Sect. EXE. Uppsala.

Wibeck, Edvard 1920. Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1919. IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland. — Medd. Stat. skogsförsöksanst. 17 : 357—363. Stockholm.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.20
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.20

FAO:N SUOSITUS METSÄPOLITIIKAN PERIAATTEIKSI

EINO SAARI

PRINCIPLES OF FOREST POLICY AS RECOMMENDED BY FAO

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Marras-joulukuussa 1951 Roomassa pidetyssä FAO:n[1] eli Yhdistyneiden Kansakuntain Elintarvike- ja Maatalousjärjestön konferenssissa hyväksyttiin kaikkien jäsenmaiden hallituksille lähetettäväksi suositus, jonka nimeksi merkittiin: Principles of Forest Policy. Olen sen suomentanut sanoilla metsäpolitiikan periaatteet.

Tämän huomattavan toimenpiteen aloite tehtiin III Maailman Metsäkongressissa Helsingissä kesällä 1949. Yksi sen yleisluontoisista suosituksista kuuluu näet suomennettuna seuraavasti:[2]

III Maailman Metsäkongressi toteaa käsityksenään

a) että jokaisen maan pitäisi alueellaan harjoittaa metsäpolitiikkaa, joka pyrkii ylläpitämään kohtuullista metsäalaa sekä säilyttämään ja käyttämään metsiä jatkuvaan ja paranevaan tuottoon,

b) että metsälait, tutkimus, metsän omistajien ja metsätyöväen opetus sekä ammattitaitoisten metsänhoitajien ja metsäteknikkojen riittävä koulutus — kaikki tämä asianomaisen maan perustuslain ja rakenteen mukaisesti — ovat sellaisen politiikan olennaisia osia.

III Maailman Metsäkongressi

antaen tunnustuksen Yhdistyneiden Kansakuntain Elintarvike- ja Maatalousjärjestön (FAO:n) työlle suosittelee,

a) että FAO valmistaa metsäpolitiikan periaatteiden esityksen jäsenmaittensa harkittavaksi,

b) että FAO avustaa niitä maita, jotka nyt muovaavat metsäpolitiikkaansa,

c) että FAO:n konferenssi selvittelee, mitä muita toimenpiteitä sen jäsenmaat pitävät tarkoituksen mukaisina edellä mainittujen periaatteiden soveltamiseksi.

Se komitea, joka amerikkalaisen Henry Gravesin puheenjohdolla vv. 1944—45 selvitteli silloin suunnitteluvaiheessa olleen FAO:n tehtäviä metsäasioissa, esitti v. 1945 antamassaan mietinnössä maailman metsä-

---

[1] FAO = Food and Agriculture Organization of the United Nations.

[2] Proceedings of the III World Forestry Congress, No 4, Final Report, s. 60.

politiikan tärkeimmät päämäärät.[1] Sen yhteydessä tämä komitea mainitsi (suomennettuna):

»Aikanaan hallitukset halunnevat harkita sellaisen julistuksen hyväksymistä, joka tunnustaa näiden peruspäämäärien saavuttamisen kansojensa velvollisuudeksi itseään, toisiaan ja koko maailmaa kohtaan.»

Mainitut peruspäämäärät tämä komitea esitti seuraavasti:

»1) Riittävä metsän tuotteiden käyttö asumisen, vaatetuksen ja yleisen elintason parantamiseksi kaikissa osissa maailmaa.
2) Maailman kaikkien metsien ja metsämaiden suunnitelman mukainen käyttö raaka-aineiden jatkuvaan tuottoon.
3) Kaikkien niiden metsien säilyttäminen, joilla on tärkeitä sosiaalisia ja suojaavia tehtäviä.»

III Maailman Metsäkongressin suositus esiteltiin FAO:n yleiskonferenssille syksyllä 1949. Se päätti, että puheena oleva esitys metsäpolitiikan periaatteista laaditaan ja esitetään v. 1950 alueellisten metsäkomissioiden tarkastettavaksi sekä sen jälkeen seuraavalle FAO:n yleiskonferenssille.

FAO:n metsäjaosto oli näin saanut erittäin vaikean tehtävän. Oli laadittava sellainen suunnitelma, joka oli sovellettavissa mitä erilaisimpiin oloihin kaikkialla maapallolla. Luontosuhteiden sekä taloudellisten, sosiaalisten ja poliittisten olojen ynnä metsätaloudellisen kehitystason tavaton erilaisuus edellytti, että oli löydettävä olennaisimmat kaikille yhteiset periaatteet ja jätettävä sivuun yksityiskohdat, jotka sopivat vain tiettyihin olosuhteisiin.

Tehtävän vaikeutta pelkäämättä FAO:n metsäjaosto ryhtyi päätoimistonsa voimilla valmistelemaan esitystä. Sen laatima ehdotus olikin tarkastettavana syyskuussa 1950 Genevessä Euroopan metsäkomissiossa, lokakuussa 1950 Bangkokissa Aasian ja Tyynenmeren alueen metsäkomissiossa ja joulukuussa 1950 Santiagossa Etelä-Amerikan metsäkomissiossa.

Tätä ensimmäistä julkisuuteen tullutta luonnosta arvosteltaessa on tietenkin muistettava tehtävän vaikeus. Siitä huolimatta sanoisin, että se oli sekä asiallisesti että muodollisesti heikko. Se olisi edellyttänyt laatijaltaan laajaa eri maiden metsäolojen yleistuntemusta ja sen lisäksi pätevää tieteellistä metsäekonomista koulutusta. Sellaista henkilöä ei FAO:n päätoimistossa ollut.

Pahin heikkous oli siinä, että luonnoksen yleishenki viittasi liian yksipuolisesti valtiojohtoiseen talouselämään, jossa metsähallinnon keskusvirasto tutkimuksesta alkaen keskitetysti johtaa maan koko metsätaloutta. Demokraattisissa maissa tavanomainen metsätalouden eri piirien oma järjestäytynyt metsäpoliittinen toiminta sekä sen yhteistyö valtion virastojen kanssa oli kokonaan unohdettu.

[1] Forestry and forest products. Report of the Technical Committee on forestry and primary forest products, submitted to the United Nations Interim Commission on Food and Agriculture, April 14, 1945, s. 2.

Heikkoutena pitäisin myös, että luonnos puuston ja tuoton suuntauksen tavoitteena tyytyi pelkästään kestävään metsätalouteen, siis staattiseen tilaan, vaikka monissa maissa tämä vaihe on jo sivuutettu ja siirrytty aktiivisemman progressiivisen metsätalouden vaiheeseen. Palaan tähän kysymykseen uudelleen jäljempänä.

Puheena olevaan metsäpolitiikan periaatteiden ensimmäiseen julkiseen luonnokseen tehtiin FAO:n alueellisten komissioiden istunnoissa runsaasti parannusehdotuksia. Etenkin Euroopan Pohjoismaiden taholta pyrittiin esitystä parantamaan sellaiseksi, että se soveltuisi myös nykyaikaiselle demokraattiselle yhteiskunnalle, jossa metsätalous ei enää ole aivan alkuvaiheissaan.

FAO:n päätoimistossa laadittiin v:n 1951 alkupuolella metsäpolitiikan periaatteista uusi parannettu luonnos, jossa osaksi oli otettu huomioon ne korjausehdotukset ja arvostelut, joita eri tahoilta oli tullut. Tämä uusi luonnos lähetettiin v. 1950 FAO:n jäsenhallituksille tutustumista varten, se oli tarkoitettu käsiteltäväksi FAO:n yleiskonferenssissa syksyllä 1951.

Ollakseen sellaisen kansainvälisen suosituksen luonnos, joka oli tarkoitettu lähetettäväksi maailman nykyään tärkeimmästä kansainvälisestä metsäjärjestöstä kaikkien jäsenmaiden hallituksille ohjeeksi niiden metsäpolitiikalle, sanoisin tätä toistakin luonnosta heikoksi. Se oli tosin jo huomattavasti parempi kuin ensimmäinen luonnos, mutta nytkään sen taso ei ollut sitä laatuluokkaa, jota FAO:n kaltaiselta järjestöltä pitäisi vaatia. Tämä arvostelu koskee sekä muodollista että asiallista puolta. Syynä lienee pääasiallisesti se seikka, että FAO:n päätoimistossa ei ole henkilöä, joka olisi saanut metsänhoitajan koulutusta pitemmälle vievän nykyaikaisen tieteellisen metsäekonomisen koulutuksen.

FAO:n konferenssissa puheena oleva luonnos joutui pienen erikoisvaliokunnan valmistavaan käsittelyyn ja sen jälkeen konferenssin metsäjaostoon, josta se vihdoin asianomaisten vaiheiden läpi tuli yleisistuntoon. Mainitussa erikoisvaliokunnassa yritettiin, etenkin Euroopan Pohjoismaiden taholta, taaskin parantaa sekä kielellistä asua että asiallisia heikkouksia. Tämä tehtävä oli kuitenkin perin vaikea sen kiivaan vastustuksen takia, jonka jokainen parannusehdotus sai FAO:n metsäjaoston johdon ja mainitun erikoisvaliokunnan johdon taholta. Pitkien keskustelujen tuloksena saatiin kuitenkin joukko korjauksia aikaan. Ja vihdoin konferenssin yleisistunto hyväksyi tämän monivaiheisen asiapaperin päätöslauselmana n:o 25.

Konferenssin virallisessa kertomuksessa tämän päätöslauselman johdanto kuuluu suomennettuna seuraavasti:

»Konferenssi oli yksimielisesti sillä kannalla, että metsäpolitiikan periaatteiden esitystä, joka sisältyy seuraavaan päätöslauselmaan, on suositeltava kaikkien jäsenhallitusten huomioon. Tämä päätöslauselma käsittelee ainoastaan pääperiaatteita, joita on välttämättä tulkittava jokaisessa maassa vallitsevien sosiaalisten ja taloudellisten olojen valossa. Se sisältää

vain puitteet, joiden mukaisesti jokainen maa voi muovata oman metsäpolitiikkansa. Konferenssi hyväksyessään tämän päätöslauselman tekee historiallisesti merkittävän teon varmentaessaan koko maailmassa paremman metsien käytön.»

Sanoja historiallinen hetki, historiallinen teko yms. toistettiin käsittelyn loppuvaiheissa useita kertoja, mikä osoittaa, että FAO:n piirissä tälle asiakirjalle annettiin suuri merkitys. Ja tärkeä asiapaperihan tämä suositus todella onkin. Ensimmäistä kertaa metsätalouden historiassa yritetään saada eräät metsätalouden tärkeimmät periaatteet suurimmassa osassa maapalloa omaksutuiksi hallitusten yleisiksi ohjeiksi. Jos tämä ajatus todella toteutuu, on metsätalouden kansainvälinen yhteistyö saanut aikaan kauniin tuloksen. Niissä maissa, joissa metsätalous on pitkälle kehitetty, ei puheena oleva suositus ilmeisestikään tiedä mainittavaa edistystä. Sen sijaan niissä maissa, joissa suunnitelmallinen metsätalous on vasta alkuasteissaan tai ei edes vielä alussakaan, se saattaa jouduttaa kehitystä tuntuvasti.

Suositus on kokonaisuudessaan suomennettuna esityksen lopussa olevana liitteenä.

On syytä viitata eräisiin tämän asiakirjan yleispiirteisiin. Voidaan panna merkille, että suosituksessa on voimakkaasti painotettu puun tuoton ohella metsän muita vaikutuksia: ennen kaikkea sen suhdetta maan suojeluun (soil conservation), vesitalouteen ja ilmastoon. Voidaanpa sanoa, että eräissä osissa suositusta nämä näkökohdat on asetettu miltei etualalle. Näitä asioita on erittäin voimakkaasti tuotu esille vallankin Yhdysvaltojen ja eräiden trooppisten maiden edustajien taholta. Yhdysvalloissahan on viime aikoina m.m. metsätutkimuksessa ja metsäpolitiikassa kiinnitetty asian tähän puoleen aivan erityistä huomiota. Viitattakoon tämän yhteydessä, että myös FAO:n piiriin kuulumattomissa maissa, etenkin Neuvostoliitossa on todettavissa samanlainen kiinteä harrastus metsän suojaavia vaikutuksia kohtaan. Tunnetuimpana esimerkkinä ovat suurimittaiset suunnitelmat eteläisen Neuvostoliiton aroalueiden maataloudellisten edellytysten parantamiseksi istuttamalla metsävöitä tuulen suojaksi, maan sitomiseksi ja vesiolojen tasoittamiseksi.

Näihin seikkoihin liittyy läheisesti suosituksesta esille käypä ajatus, että maan käytön kaikki eri lajit muodostavat suuren kokonaisongelman, jonka yhtenä osana metsä on. Tällaisilla maininnoilla tarkoitetaan, että mitään maan käytön lajia ei nykyaikaisessa talouspolitiikassa pitäisi käsitellä erillisenä muista riippumattomana kysymyksenä, vaan kokonaisuus ja näiden asiain keskinäinen yhteenkuuluvaisuus olisi otettava riittävästi huomioon. Tässä havaitaan ilmeisesti jälkiä viime vuosikymmeninä monissa maissa laajan harrastuksen saaneesta ns. alueellisesta suunnittelusta (regional planning, land use planning, Raumforschung jne.). Meilläkin ollaan pääsemässä valtakunnansuunnittelun nimellä tällä alalla alkuun. Toistaiseksi

metsätalous on näissä asioissa meillä jäänyt kovin sivuasiaksi. Puheena oleva suositus ei kuitenkaan suorastaan käytä valtakunnansuunnitteluun liittyvää terminologiaa.

Metsätalouden läheistä yhteyttä muihin maan käytön muotoihin, etenkin maanviljelyyn ja laiduntamiseen, käsiteltiin III Maailman Metsäkongressissa Helsingissä v. 1949.[1]

FAO:n ansioksi on luettava, että se on pyrkinyt maan käytön ongelmissa saattamaan metsämiehet, maatalousmiehet ja maan suojelun harrastajat kosketuksiin keskenään yhteisten ongelmien pohdinnassa. Erityisesti sellaiset kysymykset kuin erosion lieventäminen, laiduntaminen, luonnon suojelu ja vesistöjen järjestely ovat olleet omiaan yhdistämään eri alojen erikoistuntijoita mm. yhteisissä konferensseissa. Asian tätä puolta FAO:n piirissä on erityisesti Yhdysvalloista käsin painotettu. Niinpä sikäläisen metsähallituksen edustaja olisi halunnut nyt puheena olevaan suositukseenkin selvempää mainintaa metsähallinnon ja eräiden muiden maan käyttöön liittyvien hallinnon haarojen yhteistoiminnan tarpeesta, mutta lopullisessa sanamuodossa se jäi lyhyeen viittaukseen, joka on 6. kohdan ensimmäisen alion lopussa.

Tärkeänä piirteenä suosituksessa on syytä viitata myös siinä esiintyvään näkemykseen metsä- ja puutalouden sekä metsäteollisuuden kokonaisuudesta. Tämä ajatus on FAO:n piirissä ollut aina voimakkaasti näkyvissä jo siinäkin, että sen asianomaisen jaoston nimeksi alun perin otettiin metsätalouden ja metsän tuotteiden jaosto eikä vain metsätalousjaosto. Tätä kantaa on FAO:n piirissä voimakkaasti ajanut etenkin toht. Glesinger. Tämä näkemys on käytännöllisessä talouselämässä ja tutkimuksessa tullut selvimmin näkyviin Euroopan Pohjoismaissa, joissa metsätaloutta ja metsäteollisuutta on jo kauan totuttu katsomaan kokonaisuutena ja joissa näiden alojen tutkijat jo kauan ovat toimineet läheisessä yhteistyössä ja yhteisymmärryksessä. Tosin meillä eräät metsän omistajien etupoliittiset pyrkimykset ovat toisinaan olleet tässä kohden toiseen suuntaan vetämässä.

Oman mainintansa ansaitsee 2. kohdan alio (b), jonka ensimmäisellä lauseella on pieni oma esihistoriansa. Tämä lause joutui FAO:n konferenssissa useita tunteja kestävän keskustelun kohteeksi. III Maailman Metsäkongressissa Helsingissä v. 1949 hyväksyttiin eräiden metsätalouden peruskäsitteiden selventämiseksi tämän kirjoittajan ehdotuksesta se tulkinta, että kestävä metsätalous ja kestävä tuotto (uthållig avkastning, nachhaltiger Ertrag, sustained yield, rendement suotenu), säilytetään alkuperäisessä merkityksessään ja rajoitetaan tarkoittamaan staattista metsätaloutta, jossa puusto tai hakkuu tai molemmat jatkuvasti pysytetään muuttumattomina. Nykyaikainen aktiivisempi ote metsätalouteen ei kuitenkaan tyydy enää tähän, vaan vaatii toimenpiteitä metsän tuoton suurentamiseksi, mikä

[1] Proceedings of the III World Forestry Congress, No 4, Final Report, s. 88.

useimmiten vaatii myös puuston suurentamista ja sen takia joksikin ajaksi kasvua pienempää poistumaa. Siinä on selvästi havaittavissa dynaaminen pyrkimys. Jotta tälle ajatukselle ja siihen perustuvalle metsätaloudelle saataisiin oma edellisestä selvästi erottuva nimensä, hyväksyttiin siitä käytettettäväksi edistyvä metsätalous ja edistyvä tuotto (progressive yield, rendement progressif).[1]

FAO:n metsäjaoston päällikkö Leloup ei kuitenkaan ollut oikein tyytyväinen tähän kongressin päätökseen, ja hän esittikin keskustelussa jonkin verran eriäviä mielipiteitä. Seurauksena tästä oli, että FAO:n päätoimiston laatiman, nyt puheena olevan suosituksen sekä ensimmäinen että toinen julkinen luonnos huolellisesti karttoivat mainitsemasta edistyvää metsätaloutta ja puhuivat vain kestävästä metsätaloudesta.

FAO:n konferenssissa Roomassa, kun asiaa joulukuussa 1951 käsiteltiin, tuotiin etenkin Euroopan Pohjoismaiden taholta esille se ajatus, ettei tällainen yleinen suositus, joka esitetään kaikkien maiden hallituksille, mielellään saisi tällä kohtaa enää sulkea pois metsätaloudellisesti edistyneiden maiden metsäpolitiikassa selvästi havaittavaa pyrkimystä metsätalouden tuoton kohottamiseen. Suositushan ei saisi olla sellainen, että se kehoittaisi joitakin maita palaamaan kehityksessä takaisin asteeseen, jonka ne ovat jo sivuuttaneet. Sen takia ehdotettiin 6. kohdan aliossa (b) sanottavaksi: »järjestettäessä tuoton määrää ja laatua olisi pidettävä silmällä kestävää tai edistyvää metsätaloutta.» Tämä sanonta olisi soveltunut sekä metsätaloudellisesti heikosti kehittyneille että edistyneille maille.

FAO:n metsäjaoston johto teki tästä varsin selvästä ja yksinkertaisesta asiasta ambitiokysymyksen, ja teki kaikkensa vastustaakseen tällaisen ilmeisen selvennyksen ja parannuksen hyväksymistä. Jotta asiasta ei syntyisi ilmi riitaa, päädyttiin englantilaisessa tekstissä lopulta muodollisesti ja asiallisesti kehnoon kompromissiin, jonka sanonta kuuluu:

»production should be organized, in quantity and quality, with a view to obtaining at least a sustained yield as soon as practicable.»

Kun näin pitkälle oli päästy, esitti FAO:n metsäjaoston johtaja Leloup vaatimuksen, että ranskalaiseen tekstiin on jätettävä pelkästään sanat »rendement suotenu», vaikka englantilainen teksti oli korjattu. Tällainen yleisistä demokraattisista kongressitavoista poikkeava vaatimus kuitenkin hyväksyttiin riidan välttämiseksi, ja niin sai vastaava ranskalainen teksti sanamuodon:

»d'organiser la production des forêts, en quantité et qualité, en vue d'atteindre aussi rapidement que possible un rendement soutenu» . . . . .

Kun sekä ranskalainen että englantilainen teksti molemmat selitettiin yhtä päteviksi, oli kongressi ilmeisesti hyväksynyt samasta asiasta kaksi eri päätöslauselmaa, jotka asiallisesti poikkeavat toisistaan.

---

[1] Proceedings of the III World Forestry Congress, No 4, Final Report, ss. 70 ja 88.

Englantilaisen tekstin kompromissimuoto saattaa johtaa väärinkäsitykseenkin. Se voidaan tulkita pahimmassa tapauksessa suoranaiseksi kehoitukseksi liikahakkuuseen. Tämä virheellinen tulkinta välttyy ainoastaan, jos puheena olevaa kohtaa luettaessa otetaan huomioon 2. kohdan johtavassa lauseessa maininta »jatkuvasti». Jotta voitaisiin *jatkuvasti* päästä kestävää tuottoa suurempaan tuottoon, johon viittaavat sanat »vähintään kestävän tuoton saavuttamiseksi», on välttämätöntä pitkän aikaa harjoittaa kestävää tuottoa pienempää hakkuuta, ts. harjoittaa progressiivisen metsätalouden alkuvaiheen vaatimaa pidättyvyyttä. Tämä ajatus on kuitenkin liian vaikeasti löydettävissä sellaiselle lukijalle, joka ei ole tullut syventyneeksi tällaisiin asioihin. Pidänkin suosituksen tätä kohtaa epäonnistuneena.

Niiden keskustelujen kuluessa, joita FAO:n konferenssissa käytiin metsäpolitiikan periaatteista, ehdotettiin mm. suositukseen muuan maininta metsänomistuspolitiikasta. Yhdysvaltojen edustajat ehdottivat sellaista lisäystä, että erinäisillä metsäalueilla olisi turvattava riittävä valtion omistus. Tällä tarkoitettiin etenkin sellaisia seutuja, joiden metsillä on tärkeä suojaava merkitys. Tämä ehdotus ei kuitenkaan saanut kannatusta, sillä konferenssi halusi tyystin karttaa kaikkia metsänomistuspolitiikkaa koskevia suosituksia. Valtion metsän omistushan liittyy sellaiseen yleispoliittiseen kysymykseen kuin metsien sosialisoiminen. Ymmärrettävistä syistä konferenssi koetti välttää siihen vivahtavia ajatuksia.

Tästä johtui, että suositukseen ei saatu liioin Pohjoismaiden toivomaa ja Yhdysvaltain kannattamaa mainintaa yksityismetsätalouden kehittämisestä. Senkin tulkittiin olevan yhteydessä metsänomistuspolitiikkaan. Tämä selitys oli aivan epäloogillinen, sillä eihän yksityisomistuksen toteaminen ja siitä johtuvien toimenpiteiden tarpeen esittäminen vielä suosittele sellaisenaan sitä tai tätä metsänomistusmuotoa ja metsänomistuksen muuttamista siihen tai tähän suuntaan. Joka tapauksessa suositus jäi ilman sellaisia tärkeitä lisäyksiä, jotka olisivat viitanneet yksityismetsätalouden kehittämisen erikoisongelmiin.

Jos Suomen olojen kannalta tarkastetaan tätä metsäpolitiikan perusteet sisältävää FAO:n suositusta, voidaan todeta, että sen esittämä vähimmäisohjelma meillä on jo pääasiallisesti toteutettu. Kuitenkaan meillä ei vielä ole talouspolitiikassa sellaista hakkuumäärän yleistä suunnitelmaa, jota edellyttää 2. kohdan alio (b), josta edellä viimeksi on puhuttu. Meillä on vain siihen liittyviä yksityisten tutkijain laskelmia ja päätelmiä, mutta muutoin liikkuu hakkuumäärämme sotavuosien säännöstelyn päätyttyä, niin kuin ennenkin, täysin vapaasti hintasuhdanteiden, hakkuutyövoiman ja kuljetusmahdollisuuksien milloin sitä suurentaessa, milloin pienentäessä. Ei ole edes takeita siitä, että pysytään kestävän tuoton, saatikka progressiivisen hakkuusuunnitelman alkuvaiheiden rajoissa.

PRINCIPLES OF FOREST POLICY AS RECOMMENDED BY FAO

Summary.

The article reports on the recommendation, entitled Principles of Forest Policy, approved by the FAO Conference in Rome in November—December 1951 and intended for the governments of all member countries.

The article discusses the preliminary stages and origination of this document. Reference is made e.g. to the resolution adopted by the Third World Forestry Congress requesting FAO to work out some such paper on the principles of forest policy.

The article reports on the different phases of the recommendation and its criticism, as well as on the amendments proposed to draft recommendations. The author's opinion is that the first and second drafts of this document did not correspond in quality to the standard required of an organization like FAO.

The recommendation is an important event in the history of forestry and must be included among the outstanding achievements of international co-operation in forestry. It is to be hoped, in particular, that this minimum programme of forest policy will have an accelerating effect on development in countries where forestry is only now being introduced.

As far as Finland is concerned, the recommendations of the programme have all been realised already, apart from the shortcoming that Finnish forest policy does not include a generally accepted logging plan.

An appendix to the article gives the full text of the recommendation translated into Finnish.

Liite

Metsäpolitiikan periaatteet

Hyväksytty FAO:n konferenssissa marras-joulukuussa 1951

Konferenssi lausuu julki vakaumuksenaan, että metsä on maailman taloudellisessa, sosiaalisessa ja fysikaalisessa tasapainossa ensiarvoisen tärkeä tekijä. Järkevän suojelun ja käytön alaisena se muodostaa ihmiselle välttämättömien hyödykkeiden loputtomasti uusiutuvan lähteen. Elintason kehittyminen ja maailman väestön lisääntyminen luo yhä suurempia näiden hyödykkeiden tarpeita, ja monet maat, joiden metsävarat ovat riittämättömät, ovat sen takia muiden maiden tarjonnan varassa. Koska metsä myös antaa tai voi antaa työtä suurelle määrälle metsätyöläisiä ja koska se on laajan teollisuusryhmän raaka-aineen lähteenä, se on tärkeänä tekijänä maailman sosiaalisessa vakavuudessa ja edistyksessä. Metsällä on myös maan, veden ja ilmaston suojelussa elintärkeitä tehtäviä, ja sen takia se vaikuttaa maatalouteen, vesivoimaisen sähköteollisuuden kehitykseen maaseudun ja kaupungin väestön yleiseen hyvinvointiin sekä asianomaisessa maassa että naapurimaissa.

Metsän sekä suojaavat että tuottavat toiminnat voidaan vaarantaa hävittämällä ja huolimattomalla käytöllä. Jotta voitaisiin saada täysi hyöty kaikista niistä eduista, joita metsä voi tarjota sekä metsän omistavalle maalle että koko maailmalle, on välttämätöntä, että jokainen maa muodostaa itselleen terveen metsäpolitiikan.

Konferenssi myöntää, että metsäolosuhteet vaihtelevat maasta maahan suuresti. Suuria eroja on metsän omistuksessa. Tuotteiden otto taloudellisesti metsästä ja niiden tehokas käyttö tekevät välttämättömäksi erilaisen tekniikan ja hallinnolliset menetelmät kunkin maan erilaisten olosuhteiden mukaisesti.

Mutta koska kuitenkin on tiettyjä keskeisiä periaatteita, jotka jokaisessa maassa on otettava huomioon riittävän metsäpolitiikan sekä luomisessa että soveltamisessa,

Konferenssi suosittaa sen takia hallitusten hyväksyttäviksi seuraavassa luonnehditut periaatteet.

I osa

Metsäpolitiikan määräävät periaatteet

1. Jokaisen maan tulisi päättää varata alueita, jotka määrätään metsäksi, olivatpa ne nyt metsän peitossa tai eivät. Tämä pitäisi, jos se on tarpeellista, tehdä asteittain, mutta aina maan talous- ja sosiaalipolitiikan kanssa sopusoinnussa ja ottamalla huomioon maan käytön kaikkien muotojen kiinteä riippuvaisuus toisistaan.

2. Jokaisen maan tulisi soveltaa parasta käyttökelpoista tekniikkaa pyrkiessään saamaan jatkuvasti, mahdollisimman suurelle osalle väestöään, suurimman mahdollisen hyödyn metsiensä suojaavasta, tuottavasta muusta arvosta. Tämä edellyttää, että:

a) suojelua olisi järjestettävä ihmisen aiheuttamaa vahinkoa tai hävitystä vastaan sekä sellaisia tuhoja vastaan kuin tuli, hyönteiset ja puiden taudit;

b) järjestettäessä tuoton määrää ja laatua tulisi pitää silmällä vähintään kestävän tuoton saavuttamista niin pian kuin se on käytännössä mahdollista, ottamalla ensin huomioon kaikki ne suojaavat tehtävät, jotka metsälle on määrätty, ja sitten kaikki muut edut, joita metsän pitäisi palvella, koko maailmaa tai suuria alueita koskevat, kansalliset tai paikalliset. Eri etujen tärkeysjärjestys on asianomaisen maan itse harkittava, ottamalla huomioon, että metsä voi olla tarkoitettu tuottamaan yhtäaikaisesti moninaisia palveluksia, mm. virkistysmahdollisuuksia, suojaa luonnon kasveille ja eläimille ja monenlaisia tuotteita;

c) metsän tuotteiden oton sekä niiden työstämisen ja käytön taloudellisia ja järjennettyjä menetelmiä olisi suosittava, niin että metsän antamasta raaka-aineesta saatavien hyödykkeiden paljous ja moninaisuus lisääntyisi mahdollisimman paljon.

3. Metsävarojen kaikkien puolien, metsätalouden sekä metsän tuotteiden kulutuksen ja käytön riittävä tuntemus on välttämätöntä. Tähän sisältyy, metsäpolitiikan kehityksen eri asteissa erilaisessa määrässä, seuraavien seikkojen tuntemus: metsämaalla jo olevat puuvarat sekä joutomaille hankittavat metsävarat, metsän tuotteiden kansallinen tarve, metsässä vallitsevat luonnon lait, sekä se tekniikka, jota käytetään metsätaloudessa ja metsän tuotteiden käytössä. Tätä varten on järjestettävä asianomaisilla aloilla tutkimusta, ja sen tulosten sovellutusta on alituiseen suosittava.

4. Metsän arvojen yleistä tajuamista olisi kehitettävä kaikin mahdollisin keinoin.

II osa

Metsäpolitiikan sovellutusta ohjaavat periaatteet

5. Olisi säädettävä metsälaki antamaan tehoa metsäpolitiikalle sopusoinnussa maan tapojen ja juridisten muotojen kanssa. Sitä lakia on kehitettävä yhtä rintaa maan taloudellisen ja sosiaalisen kehityksen kanssa, ja oikeastaan metsälain pitäisi kulkea tässä suhteessa edellä.

6. Metsähallintolaitos olisi perustettava, ja siihen olisi hankittava sopiva ammattitaitoinen henkilökunta kaikkine eri asteineen kehittämään ja panemaan täytäntöön metsäpolitiikkaa yhteistoiminnassa olemassa ehkä olevien muiden järjestöjen kanssa, sekä valvomaan metsälakia. Sellainen hallintolaitos olisi perustettava pysyväksi; sille olisi annettava riittävä vaikutusvalta ja rahallinen tuki, ja sen olisi toimittava läheisessä yhteistyössä hallituksen muiden asiaa koskevien elinten kanssa.

Pitäisi olla tehokas järjestö hoitamassa metsätutkimusta, soveltamassa sen eri osia kokonaisuudeksi sekä levittämässä sen tuloksia.

7. Riittävä koulutus olisi järjestettävä kaikille, jotka tulevat tekemisiin metsien käytön sekä sen tuotteiden työstämisen ja käytön kanssa. Etenkin on koulutettava metsänhoitajia ja lähialojen teknillisiä asiantuntijoita riittävästi miehittämään metsäalan julkisia hallintolaitoksia ja muita metsätaloutta ja metsän tuotteita käsitteleviä elimiä.

Korkeamman asteen ammattihenkilökunnalle sellainen koulutus olisi annettava yliopiston astetta edustavissa laitoksissa, jotka olisi perustettava asianomaiseen maahan siinä määrässä kuin on mahdollista. Alemman henkilökunnan olisi saatava sopiva peruskoulutus, joka tekee sen kykeneväksi täyttämään velvollisuutensa.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.21
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.21

METSIEMME KUUSETTUMISESTA ERÄÄN ESIMERKIN VALOSSA

ERKKI K. KALELA

DIE VERFICHTUNG DER WÄLDER FINNLANDS IM LICHTE EINES BEISPIELS

REFERAT

HELSINKI 1952

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Johdanto

Kuusi-monografiassaan vuodelta 1883 Blomqvist toteaa: »Om svedjebruket skulle upphöra, komme dessa marker (lihavimmat maat) att småningom ånyo inkräktas af samma trädslag (kuusi), hvilket man är i tillfälle att på otaliga ställen iakttaga. Om blott någon tillgång af äldre träd finnes på nära nejder till en sved, anflyger granfröet och vi se plantor uppkomma, ofta nog utan att man kan upptäcka något moderträd, ett i sanning slående bevis deruppå i hvilken hög grad naturens krafter kunna medverka dertill att växterna återfinna de åt dem af densamma anvisade ståndorterna.» Blomqvistin monessa yhteydessä tekemä toteamus toiselta puolen kaskien ja kulovalkeiden merkityksestä kuusimetsien alan pienentäjinä sekä toiselta puolen metsien kuusettumisesta näiden tekijöiden vaikutuksen lakattua, ikäänkuin kiteytyy hänen ylläoleviin sanoihinsa. Sama toteamus on myöhemmin, Blomqvistin jälkeen monesti esitetty (esim. Cajander 1909, 1916, 1925, Heikinheimo 1915, Pöntynen 1929, Kalela 1945 a, b, 1951) ja kaikkien havaintojen perusteella voidaan todeta, että tällä hetkellä, kaskiviljelyksen tauottua ja metsäpalojen vallan tultua tuntuvasti rajoitetuksi, on tapahtunut ja tapahtumassa tuo Blomqvistin ennakoima kehitys. Metsiemme kuusettuminen ja muuttuminen yhä kuusivaltaisemmiksi on olennaisin piirre metsiemme puulajisuhteitten nykyisessä kehityksessä.

Tätä kehitystä ovat Seppänen ja Ilvessalo numeerisesti valaisseet. Niinpä Seppänen (1934) on muuntanut vuosien 1867, 1905 ja 1933 Evon valtionpuiston länsipuoliskossa suoritettujen arvopuuarviointien tulokset keskenään mahdollisimman vertauskelpoisiksi. Tällöin voitiin todeta, että kuusitukkipuiden määrä oli absoluuttisesti ja suhteellisesti suurentunut hyvin voimakkaasti, samalla kun erityisesti järeimpien mäntytukkien oli paljon pienentynyt. Tapahtunutta kehitystä kuvaavat luvut, jotka osoittavat yli 7 tuuman paksuisten tukkipuurunkojen määrän n. 2 400 ha kasvullista metsämaata käsittävässä valtionpuiston osassa:

Arvioimis-vuosi	Mänty-tukkeja, kaikkiaan	kpl ha:lla	Kuusi-tukkeja, kaikkiaan	kpl ha:lla	Yhteensä kpl	Kuusten osuus %
1867	65 700	28	11 300	5	77 000	15
1905	107 300	46	58 400	25	165 700	35
1933	107 900	46	105 500	45	283 400	50

Todettuaan näiden lukusarjojen lisäksi, että »nuoret havumetsät ovat määräävältä osalta kuusimetsiä» ja että nykyoloissa »ovat metsämaiden luontaisen nuorentumisen edellytykset voittopuolisesti kuusen puolella», Seppänen päätyy lopputulokseen, että »metsämme näyttävät muuttuvan kuusikoiksi joka tapauksessa, tahdoimmepa tai ei».

Vuosina 1921—24 ja 1936—38 suoritettujen valtakunnan metsien arvioimisten tulosten perusteella Ilvessalo (1942) taas saattoi osoittaa, että kuusivaltaisten metsien ala oli arvioimisten välivuosina suurentunut suunnilleen 750 000:lla ha:lla. Tämä kuusivaltaistuminen oli tapahtunut kuitenkin yksinomaisesti Suomen eteläpuoliskon kasvullisilla metsämailla. Suomen pohjoispuoliskossa kuusivaltaisten metsien ala ei sen sijaan ollut lainkaan suurentunut, pikemmin päinvastoin. — Tähän seikkaan on kuusettumista silmällä pitäen syytä kiinnittää huomiota, koska se osoittanee juuri kaskiviljelyksen merkityksen kuusimetsien alan vähentäjänä. Suomen pohjoispuoliskossa, jossa Kainuuta lukuun ottamatta kaskiviljelys on aina ollut vähäistä, ei kuusi koskaan ole sanottavastikaan joutunut väistymään valtaamiltaan kasvupaikoilta eikä nykyoloissa siis myöskään voi kasvualaansa samassa määrin lisätä kuin etelämpänä. — Myöhemmin Ilvessalo (1951) vielä palaa asiaan ja toteaa valtakunnan metsien arvioimisten tulosten osoittavan, että kehitys »on käynyt — — -- kuusettumista kohti, mutta ei puhtaiden kuusikoiden vaan kuusta käsittävien sekametsiköiden lisääntymisenä.» Edelleen hän osoittaa, että metsiköiden kuutiomäärien ja runkolukujen tarkastelu viittaa selvästi siihen, että kuusi voittaa jatkuvasti alaa. »Lukemattomissa metsiköissä — eikä ainoastaan kuuselle soveltuvilla kasvupaikoilla vaan myös varsinaisilla mäntymailla — se lukumäärältään runsaana odottaa, milloin suurempikokoista mäntyä ja koivua hakkuissa poistetaan, ja rientää täyttämään vapautunutta tilaa. Näin tapahtuu sitä suuremmassa määrässä, mitä enemmän hakkuita yhä edelleen suoritetaan harsinnan ja poiminnan tapaan.»

Tämän meikäläisille metsille luonteenomaisen ja numeerisestikin osoitettavissa olevan kuusettumisen perussyitä on Aaltonen (1934) erityisesti pyrkinyt selvittämään. Aaltonen keskittyy pohtimaan etupäässä kuusen ja männyn keskinäistä kilpailukykyisyyttä ja toteaa tällöin, että kysymyksen lopulliseen ratkaisemiseen eivät tietomme vielä riitä. Ilmeistä kuitenkin on, että kuusen taipumus ilmestyä alikasvokseksi männikköihin, säilyä niissä hengissä ja kehittyä lopuksi metsiköiden pääpuulajiksi ei voi perustua yhteen tai edes muutamaan harvaan syyhyn, vaan lienee useiden, ehkä vielä tuntemattomienkin tekijöiden yhteisvaikutusta, joskin syy näyttää olevan löydettävissä kuusen ja männyn erilaisessa veden ja ravinnon otossa. Samalla Aaltonen korostaa ilmastollisten tekijöiden merkitystä ja osoittaa, että kuusi reagoi niihin ja erityisesti kosteuteen (haihtumiseen) herkemmin kuin mänty, mikä epäilemättä vaikuttaa kuusen niin uudistumiseen kuin luontaiseen levinneisyyteen.

Vaikka emme siis vielä pystykään varmuudella selvittämään kuusettumisilmiön perussyitä, tiedämme kuitenkin, että monet tekijät nykyoloissa jouduttavat metsien kuusettumista (K a l e l a 1948, 1951). Sellaisia ovat, paitsi kaskiviljelyksen päättyminen, mikä merkitsi kuusen leviämisen voimakkaimman esteen poistumista, metsäpalojen vallan rajoittaminen, mistä syystä tuli ei enää samassa määrin kuin ennen puhdista kuiviakaan kankaita syntyneistä kuusialikasvoksista, sekä koivikoiden ja männiköiden harsinnanluonteiset hakkaukset, jotka kohdistuessaan pääpuulajin elinvoimaisimpaan osaan ja heikentäessään siten pääpuulajin kilpailukykyisyyttä helpottavat kuusialikasvosten asemaa ja kehitystä. Lisäksi saattaa vielä viime vuosikymmeninä tapahtuneella ilmaston muutoksella olla sikäli merkitystä, että syksyn ilmeisen ja voimakkaan pitenemisen ansiosta maan kosteussuhteet ovat saattaneet muuttua kuuselle olennaisesti edullisemmiksi.

Kuusettumisen nopeus on lisäksi vielä riippuvainen monista tekijöistä (K a l e l a 1936, 1945, 1951). Niinpä voidaan todeta, että metsikön muuttuminen puhtaaksi tai melkein puhtaaksi kuusikoksi tapahtuu sitä nopeammin, kuta parempi kasvupaikka (lehtoja lukuun ottamatta) on, kuta bioottisesti heikompi sen kanssa kilpaileva puulaji on, kuta runsaammin kuusta on metsikössä ja kuta vanhempi kuusi on metsikön muihin puulajeihin verrattuna. Päinvastaisissa tapauksissa kehitys on hitaampaa, mutta aina kuitenkin kuusivaltaisuutta kohti johtavaa.

Edellä mainittuihin tutkimuksiin liittyen pyrkii käsillä oleva pieni tutkielma osaltaan valaisemaan metsiemme kuusettumista hiukan uudelta kannalta.

Perusaineisto

Tutkimus rajoittuu käsittämään vain eräät suhteellisen pienet valtionmaat: osia nykyisen Korkeakosken hoitoalueen länsipuoliskosta, jotka aikoinaan ovat kuuluneet Oriveden—Ruoveden hoitoalueeseen Hyytiälänmaan ja Siikanevanmaan valtionpuistojen nimellä ja joista on talletettuina melko täydelliset metsäkartat asiakirjoineen aina metsähallinnon alkuajoilta saakka.

Kun »valtionmetsien löytäjä», lääninmetsänhoitaja C. C o l l i n oli vuosina 1858—59 suorittanut Oriveden—Ruoveden hoitoalueessa ensimmäisen metsänjaon, jonka perusteella mm. edellä mainitut liikamaat julistettiin valtionpuistoiksi v. 1859, suoritti hoitoalueen vt. aluemetsänhoitaja K n u t T a v a s t s t j e r n a jo seuraavana vuonna, 1860, hoitoalueen alustavan arvioinnin (»Provisjonel Taxering»), ja muutamia vuosia myöhemmin, 1864—65, hän laati ensimmäisen, varsin täydellisen metsätaloussuunnitelman, joka karttoineen ja niihin liittyvine hakkaus- ja metsänviljelyssuunnitelmineen valmistui v. 1866.

Tämän metsätaloussuunnitelman kuvioittainen metsikköselitys (»Beståndsbeskrifning») on tietenkin nykyisittäin arvostellen melko suuripiirteinen erityisesti kuvioitten rajoittamiseen nähden. Se käsittää vain kangasmetsät, joita Hyytiälänmaalla on kuvattu 232 kuviota ja Siikanevanmaalla 105 kuviota. Paitsi suot ja kalliomaat ovat kuvausten ulkopuolelle jääneet myös kruununtorppien nautinta-alueet, mutta kun nämä torpat myöhemmin itsenäistyessään ovat saaneet etupäässä juuri entiset nautinta-alueensa omikseen, helpottaa tämä vain vertailun suorittamista nykymetsiin. — Jokaisesta erotetusta metsikkökuviosta on kuvaus sen sijaan melko yksityiskohtainen. On ilmoitettu kuvion pinta-ala, maaston muoto ja maan laatu, metsikön ikä, puulajisuhteet sanallisesti, tukkipuiden lukumäärä, tiheys ja yli-ikäisten (»öfverårige») puiden määrä, siis enemmän kuin sen ajan taloussuunnitelmissa yleensä mainittiin (L i h t o n e n 1944). Näin ollen se antaa kokolailla selvän kuvan näiden valtionpuistojen metsiköiden tilasta ja puulajisuhteista 1860-luvulla ja muodostaakin siten tämän tutkimuksen lähtökohdan.

Viimeksi on näiden metsiköiden perusteellinen kuvaus suoritettu vuosina 1948—50 Korkeakosken hoitoalueen metsätalouden tarkastuksen yhteydessä. Työn ovat suorittaneet metsätalouden tarkastaja Y. B l o m g r e n ja metsänhoitaja L a u r i O l e n i u s. Nämä asiakirjat antavat siis kuvan kyseellisten valtionmetsien tilasta ja puulajisuhteista nykyisin ja tarjoavat mahdollisuuden selvittää sitä kehitystä, mikä näissä metsissä ja erityisesti niiden puulajisuhteissa on tapahtunut 80 viime vuoden aikana.

Hyytiälänmaan pinta-ala on nykyisin 730 ha ja Siikanevanmaan 1 487 ha, joista kuitenkin kovia maita, joihin seuraava kuvaus etupäässä kohdistuu, vastaavasti 633 ha ja 805 ha.

Metsämaat

Ennen kuin käydään vertailemaan näiden molempien, n. 80 vuoden väliajalla suoritettujen kuvausten perusteella puulajisuhteissa todettavia muutoksia, on syytä aluksi lyhyesti tarkastella näiden valtionmetsien jakaantumista »kuusimaiden» ja »mäntymaiden» kesken. Viimeksi suoritetun metsätalouden tarkastuksen mukaan oli niitä seuraavasti:[1]

	Hyytiälänmaa	Siikanevanmaa
Mustikkatyyppiä ja sitä parempia	59.0	15.8
Korpia	16.9	1.6
Puolukkatyyppiä ja sitä huonompia	13.0	42.7
Rämeitä ja neuvoja	9.3	39.3
Kallioita	1.8	0.6
Yhteensä	100.0	100.0

[1] Eräitten viimeksi maanhankintalain nojalla asutukseen otettujen valtionmaiden osalta on käytetty v:n 1936 metsätalouden tarkastuksen mukaisia tietoja.

Yleisluonteeltaan nämä molemmat valtionpuistot ovat siis varsin erilaisia. Hyytiälänmaalla on kuusen kasvatukselle soveliaita maita pääosa, n. 75 %, Siikanevanmaalla taas vain aivan vähäisen, n. 17 %. Kun vuoden 1866 taloussuunnitelmassa on puulajisuhteista kuvaukset vain kangasmaiden osalta, kuten edellä mainittiin, on syytä vielä todeta, että kangasmaista on mustikkatyyppiä ja sitä parempia Hyytiälänmaalla 82 % ja Siikanevanmaalla 27 %. Puolukkatyyppiä ja sitä huonompia on vastaavasti 18 % ja 73 %.

»Kuusimaiden» esiintymistä kummassakin valtionpuistossa valaisevat myös kartat 1 ja 2, joissa »kuusimaiksi» on luettu tuoreet kankaat ja korvet, mäntymaiksi taas kuivat kankaat, paremmat rämeet ja nevat sekä metsäiset kalliot. Hyytiälänmaa on rehevämpää, joskin varsin kivistä moreenimaata ja vain aivan eteläosiltaan karunlaista hiekkakangasta, Siikanevanmaa taas pääosiltaan karua hiekka- ja sorakangasta sekä mitä huonolaatuisinta nevaa ja vain länsiosissaan paikoitellen rehevämpää moreenimaata. Tämä alueiden eriluonteisuus tarjoaakin eräitä mielenkiintoisia vertausmahdollisuuksia niiden kuusettumista tarkasteltaessa.

Metsien puulajisuhteet ja niiden muutokset

Vuoden 1860 alustavassa arvioinnissaan T a v a s t s t j e r n a antaa näiden valtionpuistojen kangasmaiden metsistä seuraavanlaisen kuvan:

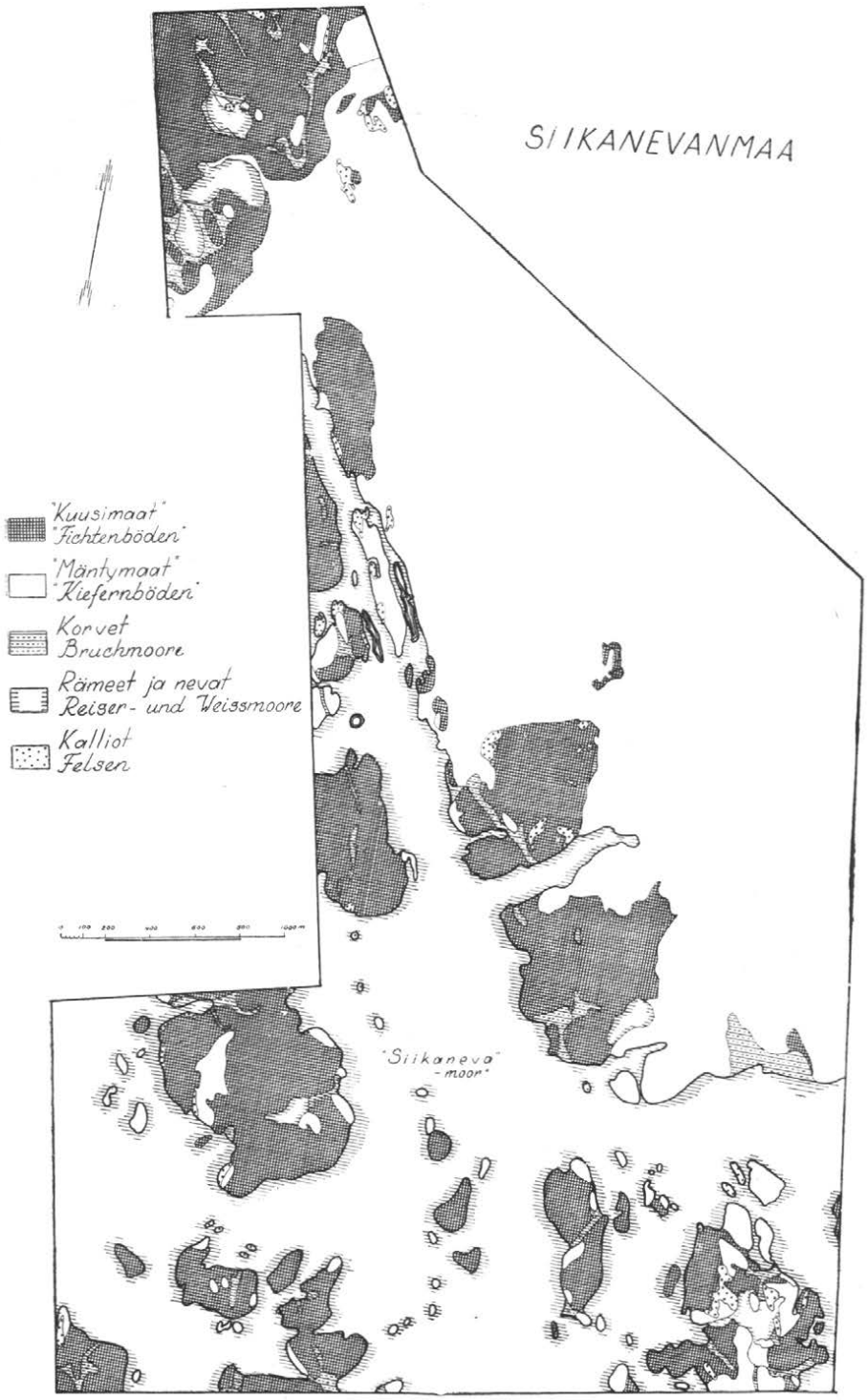
H y y t i ä l ä n m a a

Kaskimaita, joilla kasvaa 5—15-vuotista lehtimetsää	21.9 %
Kaskimaita, joilla kasvaa 15—30-vuotista lehti-havusekametsää	14.5 %
Metsämaata, jolla kasvaa 40—80-vuotista lehti-havusekametsää	37.4 %
Metsämaata, jolla kasvaa 80—100-vuotista hiekkamaan männikköä, »tjenlig till timmer»	16.6 %
Kallioita ja kivikoita, joilla kasvaa 100—120-vuotista mäntymetsää, joukossa joskus jokunen kuusi	9.6 %

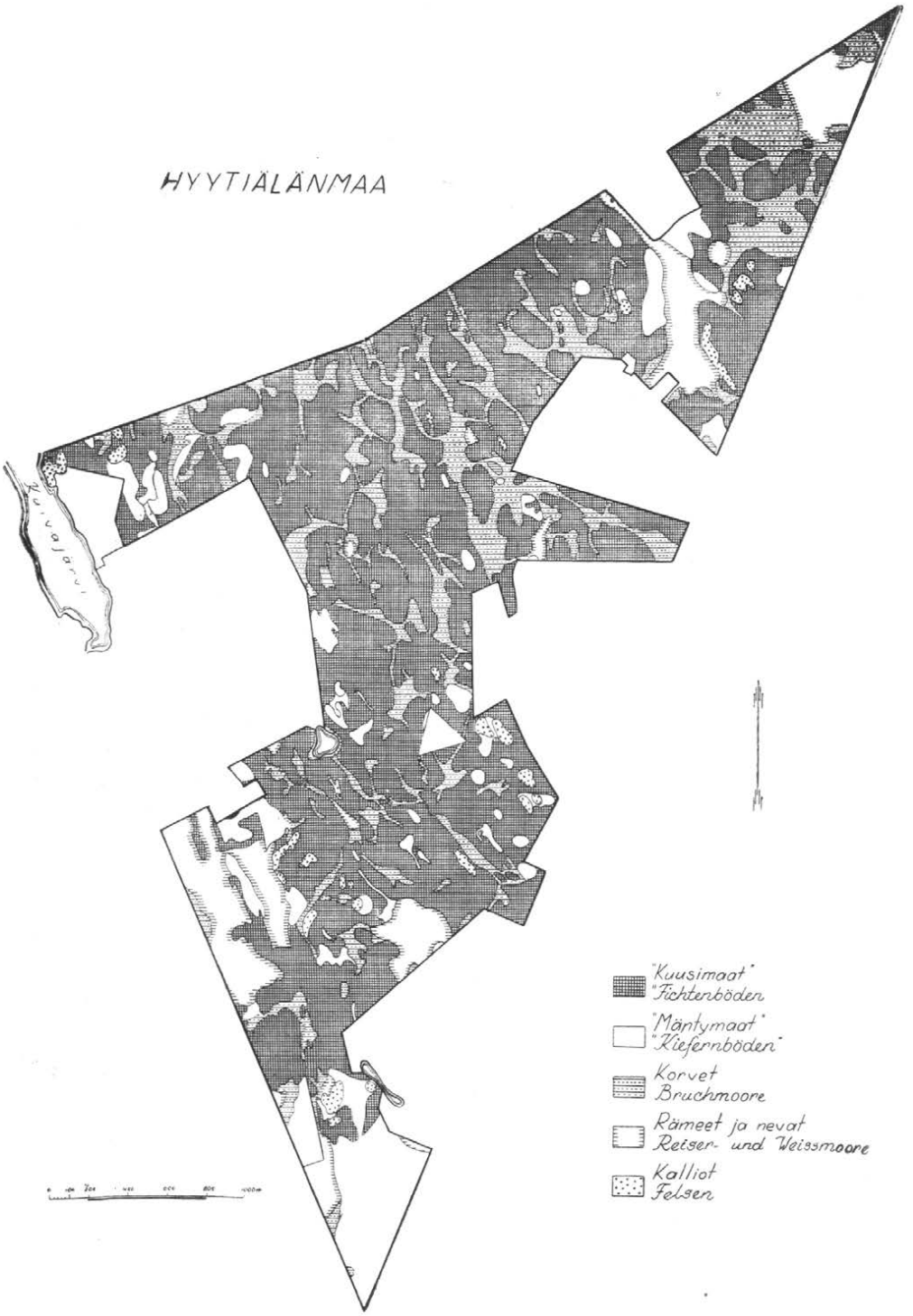
S i i k a n e v a n m a a

Kaskimaita, joilla kasvaa 5—40-vuotista lehti-havusekametsää	6.8 %
Metsämaata, jolla kasvaa 60—90-vuotista lehti-havusekametsää	6.4 %
Metsämaata, jolla kasvaa 80—100-vuotista mäntymetsää »på flere ställen genom öfvergången skogseld mer eller mindre förstörd»	74.0 %
Kallioita ja kivikoita, joilla kasvaa 100—120-vuotista mäntymetsää, »god, ehuru något blädad»	12.8 %

Hyytiälänmaalla olivat siis vallitsevina varsin luonteenomaiset kaskikulttuurin jälkeiset metsät. Yli kolmannes metsistä oli suorastaan mitä tyypillisimpiä nuoria kaskimetsiä: lehtimetsiä tai lehti-havusekametsiä, ja



Kuva 1. »Kuusi»- ja »mäntymaiden» esiintyminen Siikanevanmaalla.
Abb. 1. Das Vorkommen der »Fichten»- und »Kiefernböden» im Siikanevanmaa-Staatsforst.



Kuva 2. »Kuusi»- ja »mäntymaiden» esiintyminen Hyytiälänmaalla.
Abb. 2. Das Vorkommen der »Fichten»- und »Kiefernböden» im Hyytiälänmaa-Staatforst.

loputkin tuoreiden kankaiden metsistä olivat nuorenpuoleisia, ilmeisesti tulenjäljille syntyneitä sekametsiköitä. Vain kuivien kankaiden männiköt edustivat koko tällä alueella vanhempia ja järeämpiä, tukkipuuasteen saavuttaneita metsiköitä. — Siikanevanmaalla oli tilanne kutakuinkin samanlainen. Vähäisillä tuoreilla mailla oli nuoria tai keski-ikäisiä kaskien ja metsäpalojen jäljille syntyneitä sekametsiköitä ja vain kuivilla kankailla, joita tosin on runsaasti, oli järeämpiä, joskin kulojen vuoksi harvanlaisia metsiköitä muodostavia mäntytukkipuita. — Näiden numeroiden antama kuva 1860-luvun Hyytiälänmaan ja Siikanevanmaan metsistä jo osoittanee, että ne alkukantaisen metsänkäsittelyn seurauksena olivat hyvin suurelta osalta nuorenlaisia, vahvasti lehtipuunsekaisia metsiköitä tai metsäpalojen heikentämiä ja puumäärältään epäilemättä varsin vaatimattomia.

Vuoden 1866 metsätaloussuunnitelmassaan T a v a s t s t j e r n a täydentää eräillä yleismaininnoilla tätä kuvaa: »Å Hyytiälänmaa — — — är marken i allmänhet kuperad och stenbunden samt jordmånen med få undantag sandmylla; mindre dälder bevuxna med gran och björk, omvexla med kärr och skogen är i högsta grad vanvårdad. Endast å tvenne sandmoar finnas tillgång på timmer.» — »Å Hyytiälänmaa äro genom regellös blädande och svedjande bestånden mycket medtagna, men kunna dock ställvis framvisa, ehuru unga, dock ganska väl bestockade trakter.»

Siikanevanmaa »består — — — förnämligast af vidsträckta sandmoar och flacka mest kala mossar, inom hvilka sednare förekomma holmar med försvarlig furuskog, här och der stryka dälder med granskog.» — »En stor areal upptager Siikakangas mo, hvarest skogseld sommaren 1858 förstörde den dervarande unga uppväxande skogen. Bestånden i berörde mo äro därföre glesa, men stammarna oaktat eldens framfart friska och af betydliga dimensioner.»

Kuten jo mainittiin ei tässä metsätaloussuunnitelmassa ole ilmoitettu puulajisuhteita numeerisesti. Vain sanallisesti, melkeinpä tietynlaista kaavaa noudattaen on lyhyesti, mutta ilmeisen osuvasti luonnehdittu puulajien keskinäiset suhteet eri kuvioilla. Näiden kuvausten perusteella on kartoille 3 ja 4 merkitty kuusen esiintyminen näissä valtionpuistoissa 1860-luvulla. Kuusen osuutta arvioitaessa on tällöin käytetty seuraavaa asteikkoa:

Kuvaus v. 1866	Arvioitu kuusen osuus
»gran»	80—100
»gran inspr. tall»	60—70
»gran inspr. bj.»	60—70
»gran inspr. bj. och tall»	60—70
»gran och bj.»	40—50
»gr. och tall»	40—50
»bl. barr och lövskog»	40—50
»h:b: tall och gr. inspr .bj.»	40—50

»h:b: tall inspr. gr.»
»h:b: tall inspr. gr. och bj.» ..... alle 40
»h:b: bj. inspr. gr.»
»tall» männikkö
»h:b: tall inspr. bj.» ..... (ilman kuusta)
»björk» koivikko
»ung lövskog» ..... (ilman kuusta)

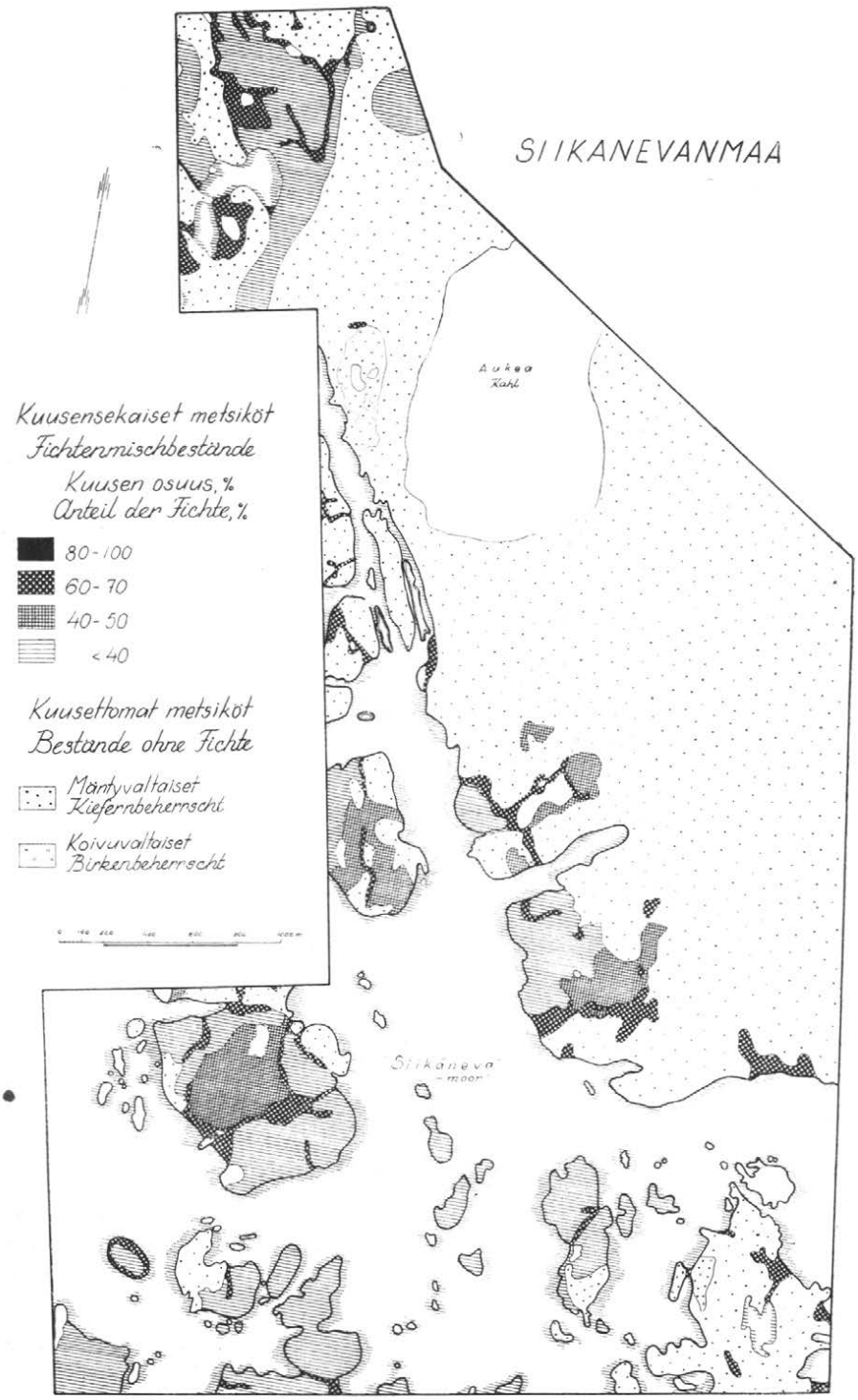
On luonnollista, että tällaisten kuvausten perusteella suoritettu kuusen osuuden arvioiminen ei voi olla tarkka, mutta antanee se kuitenkin muiden, edellä esitettyjen kuvausten tukemana tietynlaisen, suuripiirteisen kokonaiskuvan kuusen yleisyydestä näiden valtionpuistojen metsiköissä 1860-luvulla.

Kuten huomataan, ovat kartat, joissa on käytetty sitä tummempaa värisävyä aina mustaan saakka, kuta suurempi kuusen osuus metsikössä on, yleissävyltään varsin vaaleita. Kuusen osuus on suhteellisen vaatimaton kaikilla niilläkin kangaskuvioilla, joilla se kasvupaikan hyvyyden puolesta hyvin tulisi toimeen. Vain yleensä varsin kapeissa korpijuoteissa, jotka ovat tulelta säilyneet, kuusen osuus on korkeampi, joten ne ovatkin ainoat tummemmat karttakuviot näillä kartoilla.

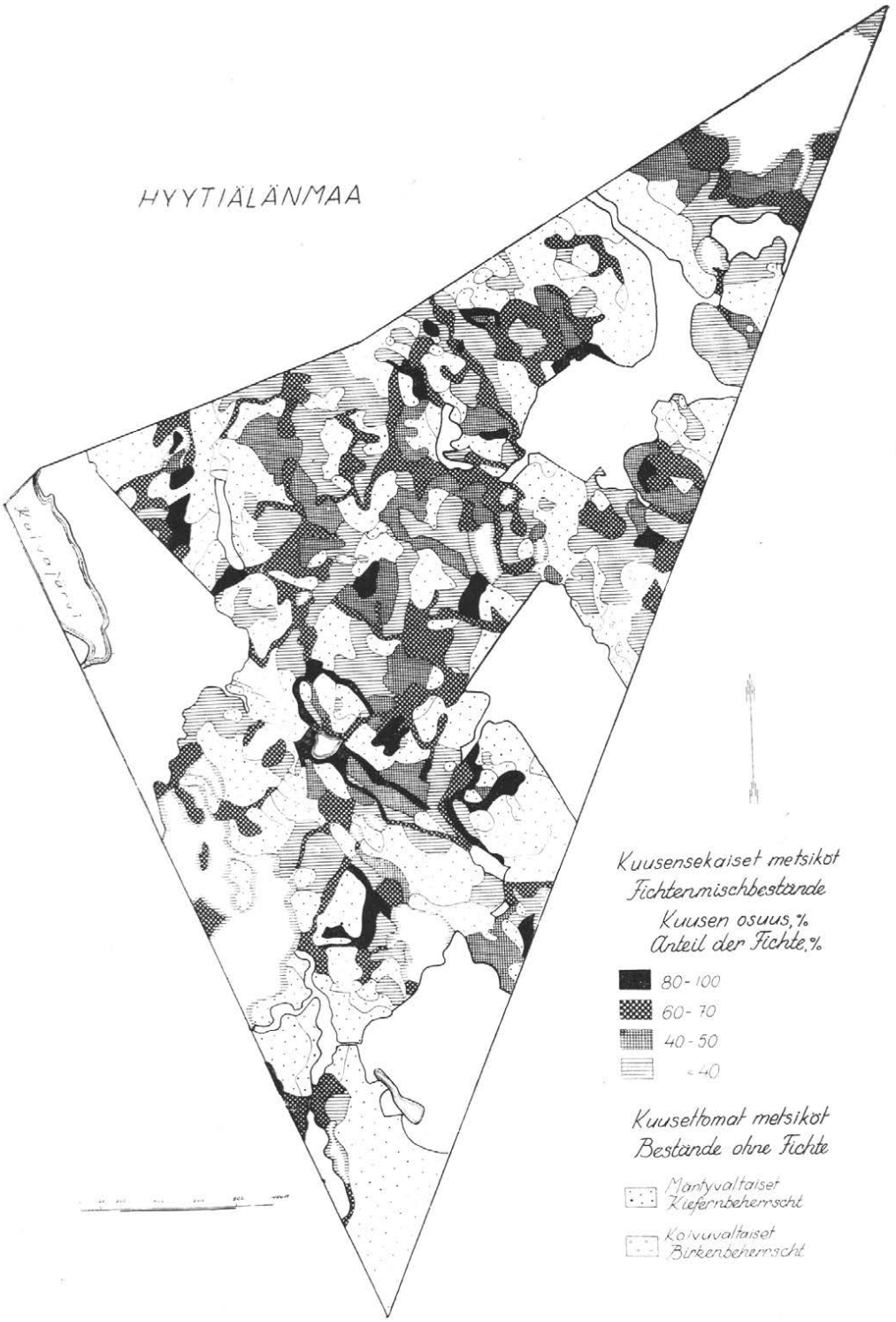
Karttojen perusteella voidaan myös laskea, että kuusta on tällöin esiintynyt kangasmaiden kokonaispinta-alasta suunnilleen seuraavasti:

Valtionpuisto *Staatsforst*	Kuusivaltaisia *Fichtenbestände*	Kuusen-sekaisia *Fichten-Mischbestände*			Männikköitä *Kiefern-bestände*	Koivikoita *Birken-bestände*	Aukeita *Kahlflächen*	Yhteensä *Zusammen*
	Kuusen osuus, % *Anteil der Fichte, %*				ilman kuusta *ohne Fichte*			
	80—100	60—70	40—50	< 40				
	% kangasmaiden alasta *% vom ganzen Areal (ohne Sümpfe u. Felsen)*							
Hyytiälänmaa	5.7	4.0	15.5	28.2	22.8	23.6	0.2	100.0
Siikanevanmaa	—	1.3	4.8	11.9	71.0	0.8	10.2	100.0

Yhtäpitävästi sen kanssa, mitä Tavaststjerna mainitsee näiden valtionpuistojen puulajisuhteista edellä siteeratuissa otteissaan, voidaan todeta, että Hyytiälänmaalla oli kuusivaltaisia metsiä (kuusta yli 60 %) vain vajaat 10 % ja kohtalaisen voimakkaasti kuusensekaisia metsiköitä (kuusta 40—50 %) vain n. 15 % kangasmaiden alasta. Lievänä sekoituksena koivu- ja mäntyvaltaisissa metsiköissä sitä sen lisäksi esiintyi 28 %:lla kangasmaista. Vain siis aivan pieni osa niistä 82 %:sta, jotka Hyytiälänmaalla kuuluvat ns. kuusimaihin, oli tuohon aikaan kuusivaltaisten tai edes runsaasti kuusensekaisten metsien hallussa. Mäntyvaltaisia metsiköitä oli sensijaan runsaasti; huomioon ottaen, että metsiköt, joissa kuusta on alle 40 %, ovat kaikki mäntyvaltaisia, nousee mäntyvaltaisten metsiköiden osuus puoleen kangasmaiden alasta ja niistä taas hiukan vaille puolet on metsiköitä, joissa ei vielä ollut lainkaan kuusisekoitusta. Luvut



Kuva 3. Kuusen esiintyminen Siikanevanmaalla v. 1866.
Abb. 3. Das Vorkommen der Fichte im Siikanevanmaa-Staatsforst i.J. 1866.



Kuva 4. Kuusen esiintyminen Hyytiälänmaalla v. 1866.
Abb. 4. Das Vorkommen der Fichte im Hyytiälänmaa-Staatsforst i.J. 1866.

osoittavat myös, että mäntyvaltaisia metsiköitä oli siis kaskien ja metsäpalojen seurauksina varsin runsaasti myös tuoreilla kankailla. Myös koivikoita oli runsaanpuoleisesti, lähes neljännes kangasmaista, ja kaikki ne olivat varustetut maininnalla »ung lövskog». Alustavassa arviossa niiden määrä oli ilmoitettu kutakuinkin yhtä suureksi, 21.9 %:ksi.

Siikanevanmaalla kuusen esiintyminen jo kasvupaikkojen yleisen karuuden vuoksi oli vähäisempää. Kuusivaltaisia metsiköitä oli vajaat 1.5 % ja voimakkaammin kuusensekaisia vajaat 5 %, mikä sekin on yhteensä vain pieni osa, eli vajaa neljännes sikäläisten tuoreiden kankaiden kokonaisalasta. Kun koivikoitakin oli vähän, vain yhdellä kuviolla, ja kun aukeana oleva ala oli kuivaa Siikakangasta, oli mäntyvaltaisuus erittäin silmiinpistävä. Mäntyvaltaisia metsiä oli kruununpuiston kangasmaiden alasta n. 83 %, ja 71 % sellaisia männiköitä, joista kuusi tyystin puuttui. Kun aukeana oleva 10 % oli mäntymaata, oli siis männyn hallussa täälläkin runsaasti tuoreita kankaita, ainakin parisenkymmentä prosenttia tuoreidən kangasmaiden kokonaisalasta.

Se kuva, joka näiden kuvausten perusteella saadaan Hyytiälänmaan ja Siikanevanmaan valtionmetsien puulajisuhteista 1860-luvulla, vastaa siis täysin sitä kuvaa, jonka H e i k i n h e i m o tutkimustensa perusteella antaa kaski- ja kulokauden metsistä ja jossa pääpiirteenä on kuusen jatkuva väistyminen aikaisemmilta kasvupaikoiltaan ja pioneeripuulajien sekä männyn yleistyminen kuusen kustannuksella.

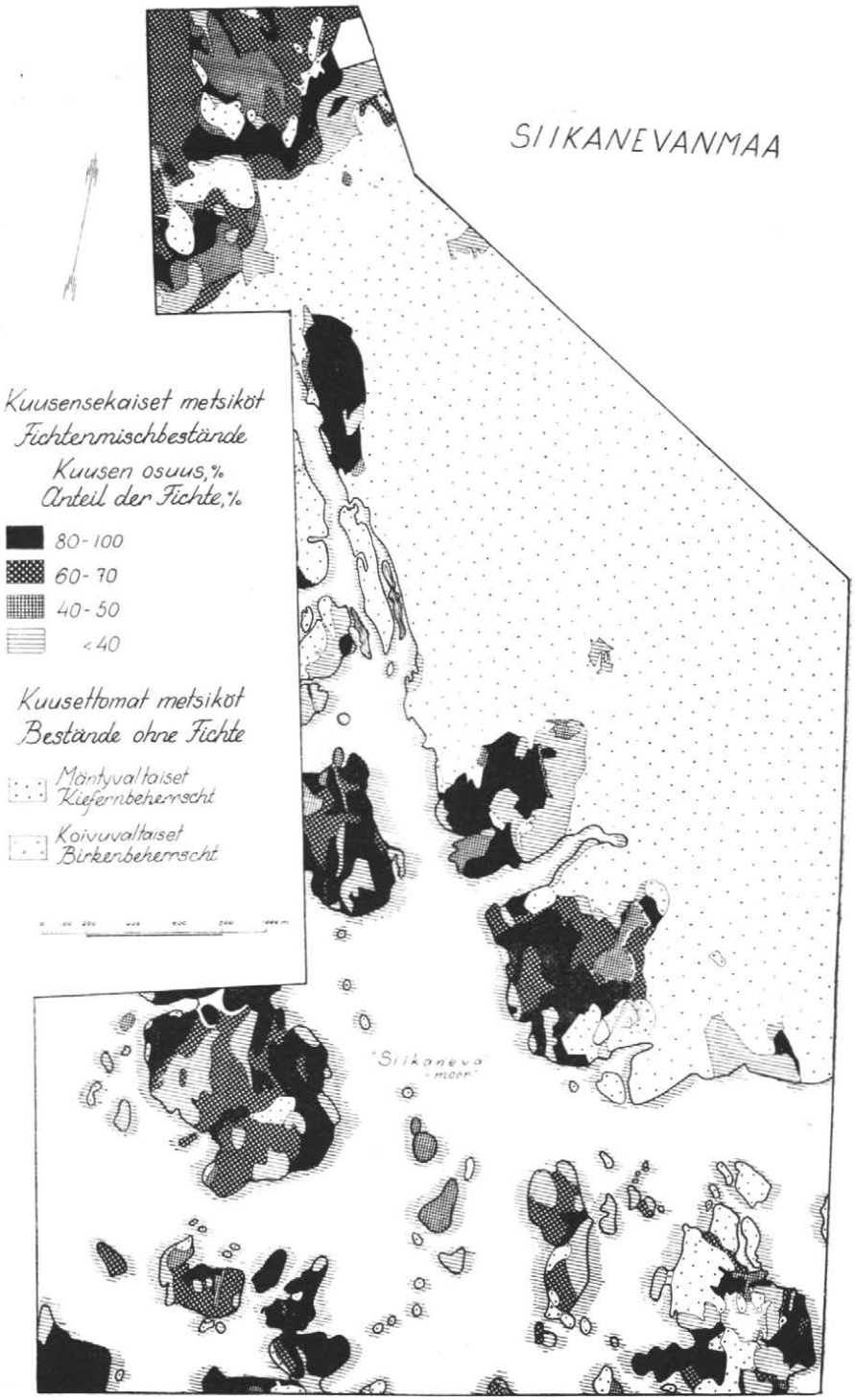
1860-luku sattui niihin aikoihin, jolloin kaskiviljelys Länsi-Suomessa alkoi nopeasti vähentyä ja jolloin, erityisesti valtionmailla, metsäpalojen vartiointi ja sammutustyö alkoi, niihin aikoihin toimintansa alottaneiden metsäammattimiesten avulla tehostua. Puulajisuhteiden kehitykselle nämä seikat merkitsivät tiettyä käännekohtaa: kuusen väistyminen lakkasi ja se päinvastoin alkoi voimakkaasti vallata takaisin tulen vuoksi menettämiään kasvupaikkoja. Sen valtaustyötä ovat tietenkin suuresti edistäneet erilaiset hakkaukset, joita vuosikymmenien kuluessa on suoritettu ja jotka hyvin suureksi osaksi ovat kohdistuneet mäntyosaan, joka aikaisemmin on ollut kypsää ja saanut menekkiä. Tosin hakkuut olivat aina vuoden 1910 tienoille saakka melko pienet, käsittäen saatavissa olevien tietojen mukaan siihen saakka kaikkiaan 15—20 000 runkoa sahapuuta, etupäässä yli-ikäisiä, järeitä tukkeja tai paleikkopuita, sekä pinotavaraa, etupäässä koivuhalkoa, n. 15 000 m³. Myöhemmin hakkuut ovat tietenkin suuresti voimistuneet ja lisääntyneet, mutta ne ovat etupäässä vain metsiköiden sisäistä kuusettumistapahtumaa jouduttaneet. Lisäksi on syytä mainita, että annetuissa hoito-ohjeissa suositeltiin ainakin vuosisadan vaihteen paikkeille saakka koivun hävittämistä erityisesti havupuiden kehityksen edistämiseksi. Joskin määrärahojen niukkuuden vuoksi tällaiset toimenpiteet lienevätkin jääneet vähäisiksi, ovat myös ne osaltaan luonnollisesti edistäneet kuusen valtaan pääsyä.

Varsin nopeasti ja voimakkaasti kuusi näissä valtionpuistoissa yleistyikin. Jo vuonna 1908 aluemetsänhoitaja E. W. Nyström mainitsee harvennushakkausten suorittamisen välttämättömyyttä korostaessaan, että Oriveden hoitoalueen valtionpuistoissa on »näet äärettömän paljon tiheitä kuusikkoja, nuorempia ja keski-ikäisiä, joiden harventaminen pienten ja arvottomien kuusien poisraivaamisella suuresti edistäisi jäljelle jäävien puiden kasvua. Tällaisia kuusikkoja on hoitoalueessa niin runsaasti, että on mahdotonta niitä luetella.»

Viimeksi, vuosina 1948—50, suoritetun metsätalouden tarkastuksen antamien tulosten mukaan olikin kuusen esiintyminen näissä valtionpuistoissa aivan toisenlainen kuin 80 vuotta aikaisemmin. Käsityksen kuusen esiintymisestä nykyisin näissä metsissä antavat kuvat 5 ja 6, joissa kuusen esiintymisen selvittämiseksi on käytetty samaa väriasteikkoa kuin 1860-luvun tilannetta esittävissä kartoissa 3 ja 4. Karttojen voimakkaasti tummunut, suureksi osaksi suorastaan mustunut värisävy kuvastaa selvästi sitä aktiivisuutta, jolla kuusi on valtaustyötänsä suorittanut. Karttojen vertailun antamaa käsitystä tapahtuneesta puulajisuhteiden muuttumisesta ja kuusettumisesta selventävät vielä seuraavat hoitoalueen viimeksi valmistuneista talouskirjoista lasketut yhdistelmät, joihin vertauksen vuoksi on lisätty jo aiemmin esitetyt vuoden 1866 tilannetta kuvaavat luvut:

Arvioimisvuosi *Taxierungsjahr*	Kuusivaltaisia *Fichtenbestände*		Kuusensekaisia *Fichten-Mischbestände*		Männiköitä *Kiefernbestände*	Koivikoita *Birkenbestände*	Ulkom. puul. *Ausl. Holzart.*	Aukeita *Kahlflächen*
	Kuusen osuus, % *Anteil der Fichte, %*				ilman kuusta *ohne Fichte*			
	80—100	60—70	40—50	< 40				
	% kangasmaiden alasta *% vom ganzen Areal (ohne Sümpfe u. Felsen)*							
	Hyytiälänmaa							
1866	5.7	4.0	15.5	28.2	22.8	23.6	—	0.2
1950	51.5	20.5	6.0	11.7	8.2	0.3	0.8	1.0
	Siikanevanmaa							
1866	—	1.3	4.8	11.9	71.0	0.8	—	10.2
1950	15.3	10.8	3.6	9.2	60.6	0.5	—	—

Yhteensä on siis kuusivaltaisten ja melko voimakkaasti kuusensekaisten metsiköiden (kuusta yli 40 %) osuus noussut Hyytiälänmaalla 25 %:sta v. 1866 78 %:iin v. 1950 ja Siikanevanmaalla vastaavasti 6 %:sta 30 %:iin, eli siis kummassakin tapauksessa käsittämään jokseenkin kokonaan ns. kuusimaiden alan. Jos lisäksi huomioidaan ne metsiköt, joissa koivu tai mänty on pääpuulajina ja kuusta alle 40 % metsikön kuutiomäärästä ja joihin sisältyy suuri joukko alikasvoskuusikoita, jotka hiljalleen kehittyvät yhä enemmän metsikön vallitsevaksi osaksi, vaikka niiden osuus kuutiomäärästä vielä toistaiseksi on pieni, on selvää, että kuusi on näissäkin



Kuva 5. Kuusen esiintyminen Siikanevanmaalla v. 1950.
Abb. 5. Das Vorkommen der Fichte im Siikanevanmaa-Staatsforst i.J. 1950.



Kuva 6. Kuusen esiintyminen Hyytiälänmaalla v. 1950.
Abb. 6. Das Vorkommen der Fichte im Hyytiälänmaa-Staatsforst i.J. 1950.

tapauksissa jo saanut vankan jalansijan. Voidaankin sanoa, että kuluneiden 80 vuoden aikana kuusi on kehittynyt melko vaatimattomasti esiintyneestä puulajista tuoreiden kankaiden ylivoimaisesti vallitsevimmaksi puulajiksi.

Tämä kehitys on tapahtunut, kuten odotettavissa on ollutkin, etupäässä koivun kustannuksella. Tosin Siikanevanmaan koivikoiden vähäinen osuus on pysynyt melko muuttumattomana, mutta Hyytiälänmaalla niiden osuus sen sijaan on pienentynyt erittäin voimakkaasti, mitä kuvaa jo kuusettomien koivikoiden osuuden pieneneminen 24 %:sta vajaaseen 1 %:iin. Tietenkin tätä kehityksen suuntaa ovat merkityksellisesti jouduttaneet hakkaukset, joissa koivua on pyritty havupuiden kehityksen edistämiseksi poistamaan tai korjaamaan talteen yli-ikäisiksi kehittyvät arvokoivut, mutta samalla on syytä muistaa, että taustana tälle, sinänsä luonnolliselle koivikoiden vähenemiselle, on kuitenkin koivun pioneeriluonne. Hakkuut ovat vain täydentäneet ja nopeuttaneet sitä kehitystä, joka luontaisesti joka tapauksessa olisi tapahtunut.

Osittain kuusen valtaan tulo on tapahtunut myös männyn kustannuksella. Molemmissa käsitellyissä tapauksissa männiköidenkin ala on pienentynyt ja, kuten luonnollista onkin, suhteellisesti paljon voimakkaammin Hyytiälänmaalla, jossa männyllä oli tuoreita kankaita enemmän hallussaan. Samalla kannattaa kiinnittää huomiota siihen, että ei edes kuusettomienkaan männiköiden osuus enää täysin vastaa kuivien kankaiden osuutta, mikä merkitsee sitä, että kuusi on osittain jo vallannut ja osittain on valtaamassa myös kuivia, toistaiseksi vielä mäntyvaltaisia kasvupaikkoja. Niinpä voidaankin todeta, että enemmän tai vähemmän kuusettuneiden ja kuusettuvien kuivien kankaiden (etupäässä puolukkakankaiden) osuus on jo nyt Hyytiälänmaan pienikuvioisessa maastossa 40 % ja Siikanevanmaan laajoilla kankailla taas 5 % kuivien kankaiden kokonaisalasta. Ilman erityisiä toimenpiteitä nämä puolukkakankaiden metsiköt epäilemättä hiljalleen muuttuvat yhä kuusivaltaisemmiksi, etenkin jos hakkuut suoritetaan harsinnan luonteisina mäntyosaa heikentävinä ja jos laiminlyödään hakkausalojen raivaus samoin kuin metsiköiden kunnolliset kasvatustoimenpiteet, joilla kuivien kankaiden mäntyvaltaisuus pyritään säilyttämään.

Metsien kuusettuminen jatkuu siis edelleen, mutta näyttää sille, että kuusen valtaustyön pääkohteiksi tulisivat nyt — tuoreiden kankaiden jo pääosiltaan jouduttua kuusen haltuun — kuivien kankaiden ja niistä erityisesti puolukkakankaiden kasvupaikat, jotka vuosi vuodelta ovat yhä uhatummassa asemassa ympäröivien kasvupaikkojen metsiköiden kehityttyä siementäviksi kuusikoiksi.

Kuten edellä olevasta selviää, on näinkin laajojen metsäalueiden kuusettuminen tapahtunut varsin nopeasti. Vajaassa vuosisadassa on erityisesti tuoreiden kankaiden metsäkuva ratkaisevalla tavalla muuttunut.

Karttoja vertaamalla voidaan todeta useitakin metsiköitä, jotka tänä aikana ovat muuttuneet puhtaista koivikoista puhtaiksi ja jo melko järeiksi kuusikoiksi, ja nuorenpuoleisia puhtaita männiköitä, joista kuusen tunkeutumisen vuoksi jo pääosa männyistä on hävinnyt ja jotka nykyjään ovat voimakkaasti kuusivaltaisia metsiköitä harvoine, melkeinpä ylispuunluonteisine mäntyineen.

Tämä kuusen nopeanlainen yleistyminen tuoreilla ja osittain kuivillakin kankailla johtunee ennen muita parista syystä: ensiksikin siitä, että kuusen taimettuminen on yleensä aina varsin herkkää tulen jälkeisissä ensi polven lehtipuu- ja mäntyvaltaisissa metsiköissä, ja toiseksi kuusta kasvavien korpisoiden yleisyydestä ja verkkomaisuudesta. Erityisesti Hyytiälänmaalla ne reunustavat kapeanlaisina juotteina useimpia kankaita, kuten kartta 2 melko valaisevasti osoittaa, ja ainakin suureksi osaksi tulelta säilyneinä ovat toimineet viereisten kankaiden siementäjinä. Jo vuoden 1860 alustavassa arvioinnissaan T a v a s t s t j e r n a näet mainitsee, että Siikanevanmaalla »skogbeväxta kärr äro bevuxna med 70 årig granskog och insprängd björk», ja Hyytiälänmaan korpikuusikoista annetaan sama kuva, mutta mainitaan metsiköt 10 vuotta vanhemmiksi. Tällainen korpimetsikkö, joka todellisuudessa lienee ollut melko paljon vanhempi (S i r é n 1950), on tietenkin pystynyt jo varsin tyydyttävästi siementämään viereisiä kankaita. Juuri korpikuusikoiden merkitys kaskiahojen siementäjinä on jo monesti aikaisemmin todettu (H e i k i n h e i m o 1915, P ö n t y n e n 1929, K a l e l a 1936) ja tämä esimerkki vain vahvistanee yleistä käsitystä.

Loppuhuomautuksia

Näissä valtion puistoissa tapahtunut puulajikehitys lienee kutakuinkin luonteenomainen Etelä-Suomen metsille yleensä ja erityisesti valtion metsille. On tapahtunut se puulajisuhteitten melkoinen muuttuminen, jota K a l l i o l a (1946) eri tutkimuksiin nojautuen hieman runollisesti kuvaa: »Ahojen kukkaloisto sammuu, leppävesakot häviävät ja kuusi vaeltaa korpien suojista takaisin kankaille. Kuusi tunkeutuu alikasvokseksi koivikkoon ja männikköön ja päämetsäksi noustuaan karkottaa nämä valopuut. Koivu pakenee metsän laitaan, rannoille, korpiin; mänty väistyy karuille nummille, hietikoille, kallioille ja rämeille. Suomen metsäkuva tummuu takaisin alkuperäistä melkein täydellistä havumetsäisyyttään ja suurta kuusivaltaisuuttaan kohti.»

On toistaiseksi vielä ennenaikaista sanoa, onko tämänsuuntainen nopeasti, voimakkaasti ja jatkuvasti tapahtuva kehitys metsätaloudellemme joka suhteessa eduksi. Tietenkin kuusettuminen merkitsee kaskiviljelyksen, kulokauden sekä alkukantaisen metsänkäsittelyn läpikäyneille, suureksi osaksi epätyydyttävään tilaan joutuneille metsille ilmeistä paranemista.

Kuusen aktiivisuuden ja bioottisen voiman ansiosta metsät ovat pääasiallisesti luontaisesti, joskin myös hakkaukset ja metsänviljelyt ovat samaan suuntaan vaikuttaneet, muuttuneet arvokkaammiksi, puisevammiksi ja käyttökelpoisemmiksi, mikä on tietenkin merkinnyt metsätaloudellemme äärettömän paljon ja minkä vuoksi näitä metsiä jatkuvasti metsänviljelyilläkin kunnostetaan. Mutta jos tämä kehitys saa jatkua ohjaamattomana vuosikymmenestä toiseen, voidaan siinä epäilemättä vähitellen havaita myös epäedullisia seurausilmiöitä. Sellaisia ovat mm. (Ilvessalo 1951, Kalela 1951):

— koivumetsien huomattavan nopea väheneminen, osittain suorastaan häviäminen.
— mäntymetsien kasvualan supistuminen erityisesti männyn parhaimpien kasvupaikkojen, mustikka- ja puolukkatyyppien osalta.
— kuivien kankaiden kuusettuminen, joka merkitsee metsien tuoton varsin tuntuvaa alenemista (Sarvas 1951).
— kaiken tämän seurauksena metsien muuttuminen yhä yksitoikkoisemmiksi, kuusivaltaisemmiksi, mikä merkitsee eräiden puutavaralajien, esim. vaneripuiden, kaivospuiden ja mäntyisten sahapuiden, saannin vaikeutumista.

Missä määrin yksipuolinen kuusivaltaisten metsiköiden ja puhtaiden kuusikoiden kasvatus lisäksi voi tuoreillakin kasvupaikoilla tuoda vastaisuudessa mukanaan tuntuvia epäkohtia ja haittoja puhtaasti biologisessakin mielessä, on toistaiseksi tietymätöntä, mutta kysymys, joka olisi ajoissa tutkimuksilla selvitettävä. Selvittämisen arvoinen olisi myös kysymys, miten tämänsuuntainen puulajikehitys vaikuttaa muun metsäkasvillisuuden samoinkuin metsistä riippuvaisen eläimistön, mm. riistaeläimistön pääosan, elämänehtoihin ja esiintymiseen (vrt. Soveri 1940). Kaiken kaikkiaan kysymys metsiemme kuusettumisesta on mittasuhteiltaan niin laaja ja niin tärkeä, että siihen olisi ajoissa kiinnitettävä vakavaa huomiota ja että se olisi perusteellisesti kaikilta puolilta selvitettävä. On näet mitä tärkeintä, että tämän luontaisesti voimakkaana tapahtuvan kehityksen varjopuolet ajoissa pyritään lieventämään tai torjumaan sekä ohjaamaan kehitys metsänhoidollisilla toimenpiteillä niin biologisesti kuin taloudellisestikin edullisimpaan ja terveimpään suuntaan.

Kirjallisuutta

Aaltonen, V. T. 1936. Kuusi männyn kilpailijana kasvupaikasta. *Referat:* Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. Acta Forest. Fenn. 42.

Blomqvist, A. G. 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Finska Forstför. Medd. 3.

Cajander, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. Acta Forest. Fenn. 1.

—»— 1916. Metsänhoidon perusteet I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet.

—»— 1925. Metsätyyppiteoria. — The Theory of Forest Types. Acta Forest. Fenn. 29.

Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. *Referat:* Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta Forest. Fenn. 4.

Ilvessalo, Yrjö. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *Referat:* Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The Forest Resources and the Condition of the Forest of Finland. The Second National Forest Survey. Comm. Inst. Forest. Fenn. 30.

—»— 1951. Metsikkölajien esiintyminen Suomen metsissä. *Summary:* Occurrence of the different kinds of wood stands in the Finnish forest. Comm. Inst. Forest. Fenn. 39.

Kalela, Erkki K. 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinnland. Acta Forest. Fenn. 44.

—»— 1945. a. Suomen metsien puulajidynamiikkaa. Terra.

—»— 1945. b. Metsät ja metsien hoito. Metsänhoidon alkeita.

—»— 1949. Kuusipohjaiset männiköt kuivilla kankailla. Metsäliiton Viesti 5—6.

—»— 1951. Metsänhoidon taustaa ja tekniikkaa. Keskusmetsäseura Tapio.

Kalliola, Reino 1946. Suomen kaunis luonto.

Lihtonen, V. 1944. Piirteitä metsätalouden rakennemuodoista Suomessa. *Referat:* Über die Strukturformen der Forsteinrichtung in Finnland. Acta Forest. Fenn. 52.

Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. *Referat:* Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatwäldern von Grenz-Karelien. Acta Forest. Fenn. 35.

Sarvas, Risto. 1951. Tutkimuksia puolukkatyypin männiköistä. *Summary:* Investigations into the spruce stands of Vaccinium type. Comm. Inst. Forest. Fenn. 39.

Seppänen, Vilho. 1934. Arvopuuvaroista Evon valtionpuiston länsipuoliskossa vuosina 1867—1933. Metsämies.

Sirén, Gustaf. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. *Summary:* On the Biology of Undergrown Spruce. Acta Forest. Fenn. 58.

Soveri, Jorma. 1940. Die Vogelfauna von Lammi, ihre regionale Verbreitung und Abhängigkeit von den Ökologischen Faktoren. Acta Zool. Fenn. 27.

Painamattomia asiakirjoja

Blomgren, Y. ja Olenius, Lauri. 1950. Korkeakosken hoitoalueen kartanselitys ja metsänarviokirja. Karttalehdet 1—8. 1948—49.

Nyström, E. W. 1908. Oriveden hoitoalueen metsänhoidon tarkastuskirjat.

Tavaststjerna, Knut. 1860. Provisjonel Taxering och Beskrifning öfver Hytiälenmaa Kronopark utgörande 9de Skogsblocket af Orivesi och Ruovesi Revier i Tavastehus Län.

—»— 1860. Provisjonel Taxering och Beskrifning öfver Siikanevanmaa Kronopark utgörande 7de Skogsblocket af Orivesi och Ruovesi Revier i Tavastehus Län.

—»— 1866. Beståndsbeskrifning öfver Hyytiälenmaa Kronopark af Orivesi-Ruovesi Revier i Orivesi socken och Tavastehus Län.

—»— 1866. Beståndsbeskrifning öfver Siikanevanmaa Kronopark af Orivesi-Ruovesi Revier i Ruovesi socken och Tavastehus Län.

—»— 1866. Hushållsplan för Siikanevanmaa, Karhujärvenmaa och Hyytiälänmaa kronoparker, utgörande 7, 8 och 9 blocken af Orivesi-Ruovesi revier i samma socknar och Tavastehus Län.

DIE VERFICHTUNG DER WÄLDER FINNLANDS IM LICHTE EINES BEISPIELS

Referat.

Vorstehende Untersuchung hat es sich zur speziellen Aufgabe gemacht, durch ein gewähltes Beispiel Licht auf eine in den Wäldern der Südhälfte Finnlands gegenwärtig überaus charakteristische Erscheinung zu werfen: die allmähliche Umwandlung der Wälder in immer fichtenreichere Bestände, also ihre immer mehr zunehmende Verfichtung, ein Phänomen, das in der finnischen Forstliteratur schon hin und wieder berührt worden ist (Blomqvist 1883, Cajander 1909, 1916, 1925, Heikinheimo 1915, Pöntynen 1929, Kalela 1936, 1945, 1951 u.a.).

Die Grundlage der Untersuchung bilden zwei zum Forstrevier Korkeakoski gehörende Staatsforstgebiete, Hyytiälänmaa und Siikanevanmaa, mit einem zusammengerechneten Flächeninhalt von 2417 ha. Die erste ziemlich vollständige Beschreibung dieser Wälder geht zurück auf das Jahr 1866, die letzte Taxierung wurde i.J. 1950 vollendet. Diese zwei Bestandesaufnahmen ermöglichen nun einerseits einen Vergleich der Holzartenverhältnisse auf den besagten Flächen in den 1860er und 1940er Jahren, anderseits gewähren sie einen Überblick über die Entwicklung, die sich in diesen Verhältnissen in der dazwischenliegenden Zeit vollzogen hat.

Betreffs der Standortsverhältnisse möge erwähnt werden (Abb. 1 und 2), dass sich der Anteil der sog. »Fichtenböden» (*Myrtillus*-Typ und bessere Typen, Fichten-Birken-Bruchmoore) im Gebiet von Hyytiälänmaa auf 76 % und in dem seiner Natur nach kargeren Gebiet von Siikanevanmaa auf 17 % beläuft; der Rest entfällt auf die »Kiefernböden» (*Vaccinium*-Typ und schwächere Typen, schlechte Moorböden, Felsen). Lässt man die Moore und Felsen unberücksichtigt, so stellt sich der Anteil der Fichtenböden im erstgenannten Gebiet auf 82 % und im letzteren auf 27 % und entsprechend der der Kiefernböden auf 18 % und 73 % ein.

Wie aus den Abbildungen 3 und 4 zu ersehen ist, trat die Fichte in jenen Staatsforsten um 1860 ziemlich spärlich auf, und zwar war ihr Vorkommen vorwiegend auf die besten Moorflächen beschränkt, die vom Feuer verschont geblieben waren. Die Wälder bestanden zur Hauptsache aus ganz jungen, auf Schwende- und Waldbrandflächen entstandenen Pionierbeständen oder aus Laub- und Nadelholzmischbeständen mittleren Alters (Tab. S. 11) und tragen Zeugnis von einer ziemlich typischen primitiven Waldbehandlung, die sich u.a. dadurch kennzeichnet, dass durch sie die Fichte in eine ziemlich belanglose Stellung vertrieben wurde.

Ungefähr um diese Zeit hörte indessen die Brandkultur in Westfinnland auf, und gleichzeitig damit setzte auf der anderen Seite ein aktivisierter Waldbranddienst ein. Dies bedeutete einen Wendepunkt in der Entwicklung der Holzartenverhältnisse der Wälder: das Zurücktreten der Fichte machte halt, und diese Holzart begann sich nun rasch wieder auf ihre ehemaligen Standorte auszubreiten. Diese Entwicklung ist durch die Hiebe weiterhin beschleunigt worden. So gestaltet sich denn auch das Bild heute nach 80 Jahren ganz anders (Abb. 5 und 6). Die starke Dunkeltönung, ja geradezu

Schwarzfüllung der Karten zeugt für die Aktivität, mit welcher die Fichte bei dieser ihrer Eroberungsarbeit vorgegangen ist. Numerisch erhellen diese Verhältnisse aus der Tabelle auf S. 15, in welcher die Taxierungswerte der Jahre 1866 und 1950 nebeneinandergestellt sind. Aus alledem geht hervor, dass im Laufe der vergangenen 80 Jahre die Fichte von ihrer ziemlich bescheidenen Stellung zu der ausgesprochen vorherrschenden Holzart der frischen Standorte herangerückt ist. Eine belangvolle Rolle bei dem raschen Vormarsch der Fichte haben dabei die Fichtenbestände auf Bruchmooren gebildet, die als schmale, vom Feuer unberührt gebliebene Säume die meisten Geländefiguren umgeben (Abb. 2). Diese Entwicklung hat auf Kosten der Kiefern- und insbesondere der Birkenbestände stattgefunden, deren Anteil sogar beträchtlich herabgegangen ist, und zwar auf den trocknen Böden des *Vaccinium*-Typs, die von der Fichte in Besitz genommen worden sind, auf denen sich indessen die Erziehung dieser Holzart nicht wirtschaftlich lohnend gestaltet.

Die so skizzierte, in den Wäldern der Südhälfte Finnlands gegenwärtig überaus charakteristische Entwicklung schliesst sowohl willkommene als unliebsame Erscheinungen in sich ein. Sie bedeutet eine allmähliche, auch ohne Beiwirkung des Menschen geschehende Umwandlung der in mehr als einer Beziehung qualitätsschwachen Wälder der zuendegelaufenen Epoche der Schwendewirtschaft und der Waldbrände in wertvollere, holzreichere und brauchbarere Nutzbestände. Die Bedeutung dieses Prozesses für die finnische Waldwirtschaft dürfte sich kaum überschätzen lassen. Lässt man aber diese Entwicklung allzu lange ungesteuert fortdauern, so wird die unabwendbare Folge davon sein, dass die Wälder einem immer monotoneren Aufbau entgegengehen, indem die Fichte auf immer magrere Standorte vordringt und dadurch eine Ertragseinbusse der Wälder mit sich zieht, während die Kiefer von ihren besten Standorten, aus dem *Myrtillus*- und dem *Vaccinium*-Typ, vertrieben wird, der Anteil der Birke stark abnimmt oder diese Holzart vollends aus den Beständen verschwindet. Auch werden sich als eine Folgeerscheinung dieses Prozesses bei gewissen Holzwarensortimenten Bezugsschwierigkeiten einstellen. Wird also die Entwicklung des Waldes sich selbst überlassen, so kann dies zu mannigfachen ungesunden Erscheinungen führen, und darum ist man neuerdings bestrebt, dieselbe durch waldbauliche Massnahmen in sowohl biologisch als wirtschaftlich gesunde Bahnen zu lenken.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.22
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.22

METSIEMME TULEVAN KEHITYKSEN ÄÄRIVIIVOJA

TUTKIMUSMENETELMÄN ESITTELY

V. LIHTONEN

ON THE FUTURE DEVELOPMENT OF FINNISH FORESTS

ON RESEARCH METHODS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Sisällys

Johdanto

Tutkimusmetodeista 5
Kasvu- ja tuottotaulukot 5
Metsien arvioinnit ja uudisarvioinnit 6
Trendiluontoiset tutkimukset 8
Tuottohakkauslaskelma 10

Koe metsiemme tulevan kehityksen määrittämiseksi
Tavoitemetsä 13
Hakkuuvaiheiden seuraaminen 14
Kasvatushakkaukset 14
Uudistushakkaukset 17
Kasvun ohjaaminen ja tuottopuuston muodostuminen 19
Hakkauslaskelma ja metsänhoito 22

Tutkimuksen tuloksia
Puuston kuutiomäärän kohoaminen 24
Puuston ikäluokittainen rakenne 27
Kasvun ja hakkuusuunnitteen kehitys 30
Yleispäätelmiä 32

Metsiemme kehitys nykyisen suuntauksen vallitessa 34

Kirjallisuusluettelo 38

Summary 40

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Johdanto

Mitä merkitsevämmäksi jokin toiminnanala tulee, olkoon se henkisen tai aineellisen elämän piiriä, sitä enemmän joudutaan tarkastelemaan sen tulevia mahdollisuuksia. Näin on erityisesti metsätalouden piirissä, missä tavoitteet ja työn tulokset asiain luonnosta johtuen ovat etäisiä. Kun joudutaan suunnittelemaan metsäteollisuuden laajentamista tai sen tulevia rakennemuutoksia, metsälainsäädännön ja organisatiomuotojen kehittämistä tai pelkästään käytännön metsänhoitajan toimenpiteitä, joiden ratkaisu ja vaikutus ulottuu pitkälle eteenpäin, tarvitaan tueksi tietoja olosuhteista etäämpänä ajassa ja merkkipaaluja niistä tavoitteista, joita on mahdollisuuksien ulottuvilla.

Metsätalouden järjestelyssä joudutaan metsätalouden pitkien aikamittojen takia tähtäämään aina tavallista pitemmälle kaikissa tapauksissa, missä suunnitelma koskettaa sellaisia kysymyksiä kuin talouden päämäärä, metsiköiden perustaminen, kiertoaika jne., tai milloin on kysymyksessä esim. metsän arvon laskenta. Tavallinen metsätaloussuunnitelma luo katseen ainakin 10—20 vuoden etäisyyteen. Tämä ei kuitenkaan aina riitä. Niinpä L ö n n r o t h (1927) pitää monissa tapauksissa tarpeellisena metsätalouden lähiajan suunnitelman rinnalla toista pitemmälle tähtäävää suunnitelmaa (Doppelregelungsplan), jossa voidaan tarkastella pitkien ajanjaksojen kehitysilmiöitä ja mahdollisuuksia vaikuttaa niihin. Tällainen pitkän ajan suunnittelu on siten omansa avaamaan suuria näköaloja ja ohjaamaan ja tietyllä tavalla sitomaan lyhyen ajan ohjelman palvelemaan lopullista päämäärää ja sen saavuttamista. Lähiajan suunnitelmassa joudutaan siten usein pysymään staattisella pohjalla, kun taas pitkän ajanjakson ohjelmassa dynaaminen näkemys tulee välttämättömästi etualalle ja monessa suhteessa ratkaisevaksi.

Maamme metsissä on vielä synnyltään kahta eri polvea, vanhoja ja tähän asti kokonaan l u o n n o n t i l a s s a olleita metsiä, ja sellaisia metsiä, joiden syntyä ihminen joko suoranaisesti tai välillisesti on ollut aiheuttamassa, u u t t a p o l v e a (second growth, second stand). Olisi vielä erotettava kolmas ryhmä, tuleva polvi, so. ne metsät, joita nyt ja tästä lähin perustamme ja joita alun pitäen hoidamme oikeiden metsänhoidollisten periaatteiden mukaan ja eräänlaiseen optimitilaan pyrkien. Tämän uuden metsäpolven, jota jo siellä täällä, metsätieteellisen tutkimus-

laitoksen, valtion, yhtiöiden ja useiden harrastelijain metsissä tavataankin, merkitsemme t a v o i t e m e t s ä k s i, jonka kehityksen kulku on tässä tutkimuksessa suunnan osoittajana.

Kirjoittaja laati v. 1946 tuottohakkauslaskelman maamme kaikille metsille. Nämä laskelmat voitaneen, eräänä esimerkkinä mainiten, pitää edellä kuvattuna lähiajan ohjelmana. Myöhemmin osoittautui tarpeelliseksi laatia pitkän ajan hakkuuohjelma, jollaista kaksi valtion komiteaa, teollistamiskomitea ja vuoden 1949 metsätalouskomitea piti tarpeellisena. Edellistä kiinnosti lähinnä kysymys sellaisesta hakkausmäärästä, joka olisi kestävästi mahdollinen, jälkimmäistä sen ohella ja ennen kaikkea metsiemme vastaisen kehityksen kulku hyvän metsänhoidon vallitessa.

Tämän artikkelin tarkoituksena on koettaa selvittää, mitä mahdollisuuksia on olemassa tämänlaatuisten laskelmien tekoon, ja millaisin edellytyksin, ja minkälaisia tutkimusmenetelmiä on valittavana. Sen sijaan ei tässä suppeassa tilassa voida paljonkaan syventyä yksityiskohtiin, joiden perustelemiseen olisi paljonkin aihetta. Edelleen on syytä mainita, että tässä kosketellaan kysymystä vain suuriin alueisiin kohdistuvana, jolloin joudutaan käsittelemään enemmän edustavia keskiarvolukuja kuin todellisia metsälöjä tai metsiköitä, joissa tapahtumat, ratkaisut ja lukuarvot ovat luonteeltaan yksilöllisiä.

Tutkimusmetodeista

Kasvu- ja tuottotaulukot

Kaikissa metsien kehittymistä koskevissa tutkimuksissa joudutaan turvautumaan kasvu- ja tuottotaulukkoihin, jollaisia useissa maissa on jo kauan ollut käytännössä. Ne valaisevat metsikön kehityksen riittävän pitkälle eteenpäin, vieläpä hyvin tarkkaan ja yksityiskohtaisesti. Tänä vuonna on kulunut 80 vuotta maamme ensimmäisten kasvu- ja tuottotaulukoiden ilmestymisestä. V. 1872 A. G. Blomqvist julkaisi tutkimuksensa »Tabeller framställande utveckling af jemnåriga och slutna skogsbestånd af tall, gran och björk i Finland.» T. Heikkilä järjesti Blomqvistin aineiston v. 1914 uudelleen metsikön keskipituutta kasvupaikan hyvyyden tunnuksena pitäen. V. 1920 ilmestyivät Yrjö Ilvessalon maamme eteläpuoliskon metsille laatimat kasvu- ja tuottotaulukot ja v. 1937 vastaavat tutkimukset Perä-Pohjolan metsistä. Ilvessalon tutkimukset kohdistuivat kaikki luonnon normaaleihin mänty-, kuusi- ja koivumetsikköihin. Erottavana tunnuksena, metsämaiden hyvyyden osoittajana, pidetään metsätyyppiluokitusta.

Hyvin läheisesti näihin liittyvistä tutkimuksista mainittakoon vielä Lönnrothin (1925) tutkimukset tasaikäisten luonnon normaalien mäntymetsiköiden sisäisestä rakenteesta ja kehityksestä, Lappi-Seppälän (1930) mänty-koivu-sekametsiköiden, Miettisen (1932) harmaalepiköiden ja Kalelan (1933) viljelyskuusikoiden kasvua ja kehitystä valaisevat tutkimukset.

Yhä useammin esitetään toivomuksia hoidettujen metsien kasvun ja kehityksen valaisemisesta samanlaisin tutkimuksin. Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella onkin runsaasti koealoja luonnontilaisissa metsissä näiden kehityksen seuraamiseksi ja joitakin tutkimuksia on jo saatettu julkisuuteen.

Kaikki edellä luetellut suurta tieteellistä työmäärää edustavat tutkimukset eivät kuitenkaan sovellu nykyisten metsiemme kehitystä kuvaamaan, koska ne valaisevat täystiheitten, luonnon normaalien, luonnontilaisten ja viljelysteitse perustettujen metsiköiden kehityksen kulkua. Nykyiset todelliset metsämme poikkeavat noiden tutkimusten perusaineistosta niin suuressa määrin, ettei ole mahdollista edes tuloksia muuntamalla tai

niitä suhdelukuina käyttäen saada luotettavia kosketuskohtia metsiemme tulevia puun tuoton mahdollisuuksia selvitettäessä.

Nämä varaukset eivät millään tavalla vähennä tutkimustöiden arvoa. Niiden merkitys ulottuu mitä laajimmalle ennen kaikkea teoreettisen perustan luomisessa, ja jatkuvien tutkimusten pohjana ne ovat korvaamattomia. Viitattakoon tässä vain kahteen tekijään, erilaisten metsämaiden puuntuottokyvyn määrään ja harvennushakkausten luonnonmukaiseen järjestämiseen sekä sekametsiköiden moniin ongelmiin, joihin kaikkiin tutkimusten tulokset antavat ohjeita ja viitteitä.

Metsien arvioinnit ja uudisarvioinnit

Metsien tilan toteaminen merkitsee jo sellaisenaan tietoja niiden vastaisesta kehityksestä. Siitä voidaan tehdä päätelmiä, kun tunnetaan edellä olevassa luvussa mainittujen tutkimusten mukaiset metsien kehityksessä vallitsevat lainalaiset ilmiöt. Kun suoritetaan saman alueen metsien uudisarviointi, päästään toteamaan metsän tilassa ja metsää koskevissa erikoistekijöissä tapahtuneita muutoksia. Voidaan siten havaita kehitystä edulliseen suuntaan, paikallaan polkemista, joissakin kohdin ehkä taantumistakin. Kysytään, kuinka pitkälle näistä muutoksista voidaan päätelmiä tehdä?

Parhaimman ja tällä kertaa monipuolisimman aineiston havaintojen tekoon tarjoavat valtakunnan metsien arvioinnin tulokset (I l v e s s a l o 1927, 1942). Tarkastelu on ensi sijassa kohdistettava metsien muuttuviin ominaisuuksiin, jollaisista tyypillisin on ikärakenne. Teoreettisen säännöllisessä taloudessa, ns. normaalimetsässä, ikärakenne pysyy aina samana, se on näennäisesti muuttumaton, stabiili. Sellaisessa taloudessa, jota nykyiset metsämme ilmentävät, on ominaista v a i h t u m a m u o t o, so. pyrkiminen toisenlaiseen, nykyistä edullisempaan rakenteeseen ja edistyvään tuottoon (S a a r i 1949). Vaihtumataloudessa ikärakenteen muutokset näkyvät selvimmin ikäluokka-asetelman molemmissa päissä, toisaalta vanhimpien metsien vähenemisenä, toisaalla nuorimman ikäluokan lisääntyneenä laajuutena. Valtakunnan metsien arvioinnit kuitenkin osoittavat metsiemme ikärakenteen pysyneen asiallisesti ennallaan. Maan eteläpuoliskon metsissä havaitaan aivan vähäistä vanhimpien ikäluokkien alan vähentymistä, mutta vastaavaa lisäystä ei tavata aukeiden alojen ja taimikkometsien määrässä, joka vuoden 1923 tulosten mukaan (I arviointi) oli 9.0 % ja vuonna 1938 (II arviointi) vain 7.7 %. Maan pohjoispuoliskossa vanhojen ikäluokkien väheneminen (ikäluokat 160 + v.) on kaikkiaan 14.5 %, mutta tätä vastaava lisäys ikärakenteen alkupäässä on vain 2.1 %. Erotusta on siis etsittävä muualta, ja eräänä syynä ovat tietysti vaihdokset muiden ikäluokkien kanssa, jollaista kaikessa uudisarvioinnissa tavataan.

1930-lukua on pidetty metsänhoidon elpymisen ja metsänuudistustyönkin ripeänä nousukautena, ja sellainen se epäilemättä olikin verrattuna sitä edeltäneeseen ja sitä seuranneeseen aikaan. Mutta sittenkin toiminta on ollut siinä määrin vähäistä, että sen tulokset eivät niin laajassa tilastossa kuin koko maata koskevassa pääse näkyviin. Paljon suuremmaksi on metsän uudistustöiden mittakaava saatava ja lisäksi turvauduttava mitä runsaimpaan luontaisen metsänuudistumisen apuun, jotta välttämättömät kehityksen muutokset todella olisivat tuntuvia.

Maan eteläpuoliskon metsien keski-ikä (pinta-alaikä) on v. 1938 tarkalleen sama kuin v. 1923, molempien arviointien mukaan 52.2 vuotta. — On näin ollen hyvin ymmärrettävää ja täysin odotusten mukaista, kun puuston kuutiomäärissäkään ei ole suuria eroavuuksia, että kasvun laskenta on molemmissa arvioinneissa johtanut samaan lopputulokseen. Kun asiaa tässä valossa tarkastellaan näyttäisi siltä, että nyt suoritettavan III arvioinnin kasvun määrä on edelleen samaa suuruusluokkaa, elleivät ehkä sotavuosien oletetut hakkuusäästöt vaikuta tuloksiin korottavasti tai muut tekijät, joita arviointi ei tuo riittävästi esille, aiheuta yllätyksiä.

Edellä on tarkasteltu ikärakenteen, suurimman muuttuvan tekijän lukuarvoja. Muissa suhteissa todetut muutokset ovat nekin yleensä sellaisia vaihdoksia, joiden perusteella ei voitane pitkälle meneviä päätelmiä tehdä. Metsäluonnon muuttuvien ominaisuuksien mittaaminen sisältää tekijöitä, joita ei voida aina saada arvioimisvuosiin tarkoin sidotuksi. Moni muuttuva tapahtuma on vielä silloin piilotekijänä olemassa ja saattaa tulla huomion kohteeksi vasta kun se on saavuttanut varsin suuren yleisyyden, jolloin se siirtyy myös tilastoihin näkyvinä lukuarvoina. Mainittakoon esimerkkinä metsäojitusaloille odotettavat taimikot, kuusialikasvosten nouseminen ja laajeneminen jne. tai kasvun aikakautiset vaihtelut, joiden vaikutus nyttemmin jo voidaan tuloksista eliminoida. Kun pysyvienkin ominaisuuksien esiintymisarvoissa saattaa ilmetä eroavuutta aikaisemmista arvoista, sitä suuremmalla syyllä muuttuvat ominaisuudet voivat tuottaa yllätyksiä.

Nämä havainnot pyrkivät vain luonnehtimaan tämänlaatuisten selvitysten hidasvireisyyttä. Metsien tilan ja puuvarojen arviointi tuokin käytettäväksi olennaisesti lyhyen ajan suunnitelmiin soveltuvaa aineistoa. Tässä onkin riittävän vahva perustelu tämänlaatuisten arviointien uusimiseen tietyin väliajoin. Mitä useampia uudisarviointeja saadaan maamme metsistä ja mitä enemmän arviointien tuloksia voidaan esittää kehityssarjoina, sitä enemmän ja sitä pitemmälle voidaan nähdä. Eräät muutokset arvioimistuloksissa viittaavat myös toisaalle, ihmisen otteiden muuttumiseen metsän käsittelyssä, samalla tavalla kuin puun käytön tutkimus on osoittanut muutoksia käytön rakenteessa. Valtakunnan metsien arvoimisen ja sen rinnakkaistutkimuksen, puun käytön selvittelyn tulokset ovatkin nykymetsien kehityksen tutkimisessa ainoa luotettava lähtökohta.

Trendiluontoiset tutkimukset

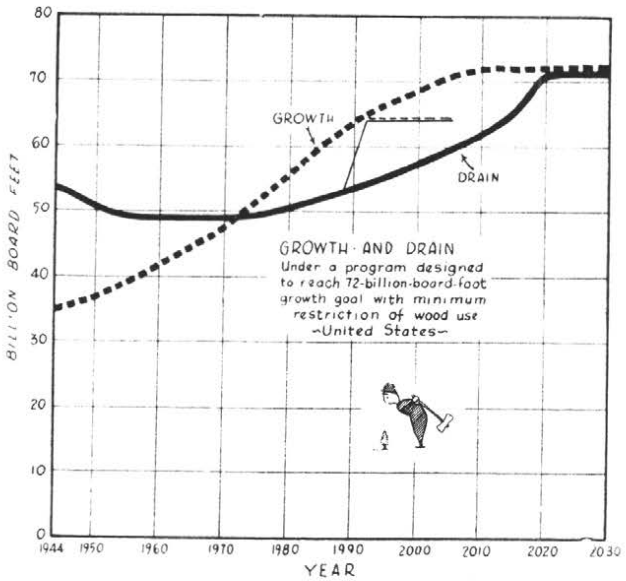
Yksityiskohtaisten tutkimusten ja perustavien tietojen puuttuessa tai osoittautuessa riittämättömiksi joudutaan useilla aloilla tekemään päätelmiä tiettyjen edellytysten, olosuhteiden yleisen tuntemuksen ja todennäköisen kehityksen perusteella. Tämän laatuisia olivat ne selvitykset metsistämme, puuvaroista ja kasvusta, mitä useat komiteat edellisen vuosisadan puolella ja vielä tämänkin sataluvun alussa Suomen metsistä saivat kootuksi. Varmoja nämä tiedot eivät suinkaan olleet, mutta ne tarjosivat silloisiin oloihin käyttökelpoisen pohjan.

Varsinaisia trendiluontoisia tutkimuksia metsien tulevasta kehityksestä hyvin pitkälle eteenpäin on tehty Amerikassa. Kiintoisana esimerkkinä selostettakoon tässä Pohjois-Amerikan Yhdysvaltojen metsien tulevan kehityksen suuntaa valaisevaa kasvun ja puun käytön prognoosia sikäläisen metsähallinnon asiaa koskevan tutkimuksen mukaan (W a t t s 1946).

Metsätalouden ongelmat ovat Yhdysvalloissa varsin suuressa määrin samanluonteiset kuin Suomessa. Metsien liian runsaan käytön seuraukset ovat ilmenneet toisaalla puun puutteena tai vähentyneenä saantina. Toisaalla taas, erityisesti länsivalloissa ja Suuren Kalliovuoriston alueella, on vielä runsaita koskemattomia luonnonvaraisia metsiä sen johdosta, että ne aivan näihin asti ovat olleet ja edelleen ovat liian kaukana puun käyttöpaikoista. Vertailukohtana voidaan viitata omaan maahamme ja sen metsätaloudelta eristettyyn Lappiin. Olosuhteet poikkeavat tietysti monessa suhteessa Suomen oloista, ennen kaikkea vallan toista suuruusluokkaa edustavien pinta-alojensa ja puumäärien johdosta, mutta yhtäläisyydet asiain luonteessa ovat hämmästyttävässä määrässä samanlaisia.

Puun lisääntynyt tarve ja tieto raaka-aineen riittämättömyydestä on pakottanut tutkimaan tulevaisuuden mahdollisuuksia kaikilta puolilta. Se tutkimus, jota tässä kosketellaan, kohdistuu lähinnä sahapuiden lisääntymisen ja käytön tulevaan kehitykseen. On pyritty alueittain selvittämään nykyisen kasvun määrä ja sen rinnalla se kasvun määrä, mikä tietyin edellytyksin on saavutettavissa 75 vuoden kuluessa. Sahapuiden käytön tulevat erät taas perustuvat useiden paikallisia metsäoloja tarkkaan tuntevien ammattimiesten erittelyihin kymmenvuotisin ajanjaksoin eteenpäin laskien. Lähtökohtana on pidetty vuoden 1944 sahapuiden käytön määrää. Tähän tasoon vertaamalla oli asiantuntijain nyt määritettävä maan eri osissa vastaisuudessa saatavat sahapuumäärät kunakin 10-vuotiskautena ja pitämällä silmällä, että tavoitteen edellyttämä tasapaino aikanaan saavutetaan. Alueittain yhdistettyjä, siis koko valtakuntaa koskevia tuloksia valaisee kuva 1. Kuva on sangen mielenkiintoinen ja tarjoaa monia vertailukohtia niihin tutkimuksiin joita tuonnempana kosketellaan.

Tutkimustavasta johtuen on tuloksissa melkoinen virhemahdollisuus, mutta ratkaisu soveltuu hyvin niihin kuvauksiin, joita julkaisussa on Yhdysvaltain metsäoloista kerrottu. Piirroksen osoittamat alkuvuosien run-



Kuva 1. Asiantuntijain laatima prognoosi Pohjois-Amerikan Yhdysvaltojen sahapuiden kulutuksen (yhtenäinen viiva) ja kasvun (katkoviiva) kehityksestä.

Fig. 1. Prognosis worked out by experts for the development of the consumption (unbroken line) and growth (broken line) of saw-log timber in the United States of America.

saat hakkuumäärät perustuvat länsivaltojen säästyneiden luonnonmetsien varaan samanaikaisesti kun valtakunnan muissa osissa hakkuumäärää supistetaan. Näin saadaan kasvun suunta alusta alkaen nopeasti kohoamaan ja erityisesti etelävaltojen nopean puunkasvun ansiosta.

Selvitys osoittaa mihin Yhdysvalloissa pyritään. Lyhyesti sanoen tavoite on tarkalleen sama kuin omassa maassamme on ollut jo yli 20 vuotta, metsien puun tuoton kohottaminen kaksinkertaiseksi.

On vielä paikallaan viitata niihin keinoihin, joilla tavoite otaksutaan saavutettavan. Kun niissä ilmenee ohjelman valtava mittakaava on paikallaan ne vertailuksi omalle maallemme esittää.

Edellytyksenä tämän suuren tavoitteen saavuttamiseksi on,

että hävittävä metsien käsittely lopetetaan;

että 400 milj. eekkeriä liiketalouden piirissä olevia metsiä saatetaan tuottavan metsätalouden kohteeksi;

että edellisessä kohdassa mainitusta metsäalasta 20—25 % käsitellään mahdollisimman tehokasta toimintaa tavoitellen;

että tuottamattomina olevien maiden metsittämistyötä laajennetaan ennen aavistamattomassa mitassa;

että tarpeellisia puun kuljetusteitä rakentamalla saatetaan läntiset metsäalueet nopeasti käytön piiriin; ja

että metsien suojelu saadaan riittävän hyvin järjestetyksi. Ilmeisesti tässä on kysymyksessä metsäpalojen torjuminen.

Ohjelma vaikuttaa sangen voimaperäiseltä ja samalla tutunomaiselta.

Tuottohakkauslaskelma

Se eteenpäin kohdistuva tutkimusmenetelmä, jonka perusteita seuraavassa kosketellaan, nojautuu kirjoittajan kehittämään tuottohakkauslaskelmaan (Lihtonen 1943, 1946) ja liittyy läheisesti edellä selostettujen kasvu- ja tuottotaulukoiden perusajatuksiin sekä metsiemme nykytilan tuntemukseen, siis lähtökohtiin, joista jo on paljon rakentavaa tutkimustyötä maassamme tehty. Tuottohakkauslaskelma onkin alun perin suunniteltu nykyisten metsiemme puuston muodostumisen tutkimusmenetelmäksi (1943, ss. 204—205).

Kaikissa tulevaa kehitystä koskevissa yrityksissä joudutaan toimimaan tiettyjen edellytysten varassa. On asetettava tietyt tavoitteet määränpääksi ja on edellytettävä toimenpiteitä ja otteita, joiden avulla se saavutetaan. Kun tavoitteena on edistyvä puun tuotto sovittuun optimirajaan saakka, vaaditaan toisaalta pidättyväisyyttä puun käytössä, toisaalta sellaisia metsänhoitomenetelmiä ja sellaisia metsätalouden järjestelyn ja talouspolitiikan otteita, jotka nopeimmin johtavat tuloksiin. Tuottohakkauslaskelman ydinkysymyksiä on kasvun ohjaaminen sellaisiin kohteisiin, metsikköön, puulajiin, ikä- ja kehitysvaiheeseen, missä puuston määrän ja laadun muutokset varmimmin ja nopeimmin johtavat kohoavaan puun tuottoon, numerollisesti määritettynä lähinnä kvantitatiiviseen, mutta asiallisesti myös kvalitatiiviseen puun tuottoon.

Lähtemättä tämän yhteydessä yksityiskohtaisesti laskelmarakennetta selostamaan mainittakoon vain eräitä pääkohtia ja seuraavassa esille tulevia termejä. Laskelma käsittää 10- ja 20-vuotisia laskentajaksoja, joista jokainen johtaa seuraavan laskentajakson alkuasemaan. Alkuasetelmassa esitetään metsäalan jakaantuminen ikäluokittain ja kunkin ikäluokan puuvarat absoluuttisina määrinä ja hehtaaria kohden. Arvioinnin tuloksena saatu puuston määrä, alkupuusto, erotetaan laskelmassa kahteen osaan, poistopuustoon ja tuottopuustoon, joista edellinen määritetään puuston runsauden ja laadun sekä metsänhoidollisten näkökohtien mukaan ja pitämällä silmällä, että tuottopuusto jää mahdollisimman runsas ja hyvälaatuinen. Erityisen huomion kohteena onkin tuottopuusto, jonka kehitystä seurataan 10 vuoden hakkuukiertoa soveltaen ja jonka puuston lisäys lasketaan kuutiokasvusadannesten avulla. Poistopuuston kasvu lasketaan viiden vuoden ajalta. Laskelmassa seurataan siis jokaisen metsikön (= ikäluokan) tulevaa kehitystä poiston ja kasvun jatkuvana tapahtumasarjana Lönnrothin (1929) analyysien mukaisesti.

Laskelma eroaa kasvu- ja tuottotaulukoista siinä, että tässä seurataan todellisten metsiemme puuston muodostumista sellaisena kuin sen taloustoiminnan tuloksena ja sovelletun metsänhoitomenetelmän seurauksena odotetaan kehittyvän. Se on siten tavallaan yritys nykymetsiemme kasvu- ja tuottotaulukoiden laatimiseksi.

Koe metsiemme tulevan kehityksen määrittämiseksi

Tavoitemetsä

Kun tahdotaan määrittää metsien tulevaa kehitystä, on edellytettävä mahdollisuuksien rajoissa olevaa puun tuoton määrää metsiköiden eri kehitysvaiheissa. On siis konstruoitava eräänlainen tavoitemetsä, jonka tunnettuihin kiintopisteisiin metsien kehitys pyritään sitomaan.

Tavoitemetsä voidaan aina sovittaa olosuhteiden ja mahdollisuuksien mukaiseksi. Voidaan pitää ohjeena tietyn metsätyypin luonnon normaalia puun tuottoa, vieläpä sen ylittävää puun tuottoa, mikäli metsämaiden viljavuus, metsikön perustamistapa ja talouden teho sen tekee odotettavaksi. Niin ikään voidaan tavoitemetsä sitoa eri puulajien tai puulajisekotuksen varaan.

Metsätalouden järjestelyssä käsitellään kuitenkin tavallisesti työn kohteena olevan metsälön kasvullisia metsämaita yhtenä suurena ryhmänä, ja tällöin on tavoitemetsä rakennettava metsämaiden keskihyvyyttä vastaavaksi. Niin ikään on usein käytännön takia ja myös yleiskatsauksen vuoksi syytä käsitellä kaikki puulajit yhtenä metsäkokonaisuutena erottamatta puulajeja niiden vallitsevan aseman mukaan. Näin olletikin silloin, kun metsät yleensä esiintyvät sekametsikkömuotoina tai niin vaihtelevana mosaiikkikudoksena, että toimenpiteet keskitetyssä toiminnassa kohdistuvat samanaikaisesti eri puulajien metsiin. Tällöin siis seurataan koko metsälön tai metsäalueen metsien yleistä kehitystä, jonka puitteissa saattaa olla mitä moninaisimpia vaihteluja.

Edellä sanottu koskee erityisesti seuraavassa selostettavaa työtä, jonka tarkoituksena on päävesistöalueittain yrittää selvittää nykyisten metsiemme kehityshistoriaa nykytilasta tietyn optimin saavuttamiseen asti. Tavoitemetsän laskennallisiksi tarkistuskohteiksi on omaksuttu metsiemme luonnon normaali puumäärä eri ikäkausina, ei kuitenkaan täysimääräisenä vaan alennettuna koska on oletettava, että täysituottoisia metsiä ei voida yleisesti aikaan saada. Tällä otaksumalla on perustelunsa siinä, että ne koealat, joissa metsien kehitystä on tutkittu, on erityisesti valittu metsikön täystiheistä ja virheettömistä kohdista, siis kohdista jotka luonnossa ovat harvinaisia. Luonnon normaalit tavoitteet eivät siis ole kauttaaltaan saavutettavissa. Niinpä maiden kivisyys (V i r o 1937) tai soistuneisuus ei suinkaan aina anna aihetta metsätyypin muuttamiseen, vaikka se vähentääkin täy-

den puuntuoton saavuttamista. Kivisyys, soistuneisuus, ekspositio ja eräät muut tekijät vaikuttavat siis siten, että tiettyyn metsätyyppiin luettujen maiden keskihyvyys on jonkin verran virheettömän metsätyypin kasvu- ja tuottolukujen alapuolella. Metsikön perustamistapa ja jatkuva hyvä käsittely voi toisaalta johtaa puun tuoton määrän kokonaan poikkeaviin uomiin, niin kuin useasti on voitu todeta (K a l e l a 1933, R a n c k e n 1951).

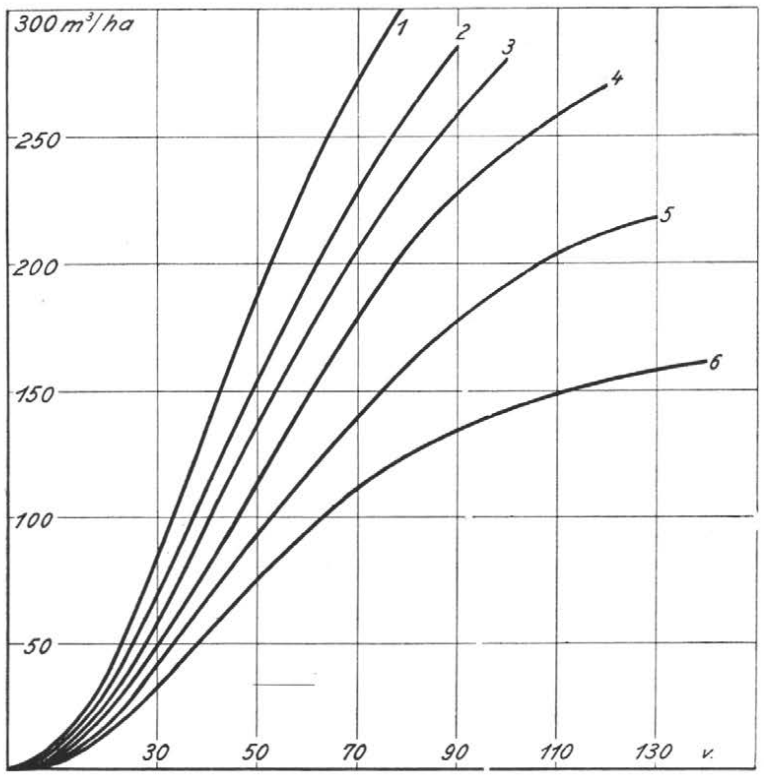
Psykologisesti on eduksi asettaa tavoite sellaiseksi, että sitä läheneminen ja myös sen saavuttaminen on mahdollista. Tämä on omansa kannustamaan pyrkimyksiä, ja tuonnempana voidaan tavoite asettaa silloista korkeammalle.

Tässä tutkimuksessa on tavoitemetsän kuvaa suunniteltaessa luonnon normaaleja vaatimuksia alennettu 20 %:ella, jota tasoa myös kasvu- ja tuottotaulukoiden laatija I l v e s s a l o (esim. 1942) on eräissä vertailuissa soveltanut. Erityisesti on huomattava, että nyt esillä olevaa tarkoitusta varten on tavoitemetsikön kuva ollut rakennettava hyvin monien keskiarvotulosten varaan. Kun laskelmat on tehty vesistöalueittain ja yhteisesti kasvullisille metsämaille ja kaikkien puulajien metsille, siis tavallaan valtavan suurelle aluetta edustavalle sekametsikölle, ovat tavoitemetsikön kehityksessä samanaikaisesti vaikuttamassa eri metsätyyppien ja eri puulajien painosuhteet.

Maan eteläpuoliskon vesistöalueita varten on siten muodostettu kolme kehityssarjaa, jotka lähinnä vastaavat mustikkatyyppiä, mustikka-puolukkatyypin väliastetta ja puolukkatyyppiä. Perä-Pohjolan metsiä varten on tavoite otettu variksenmarja-mustikkatyypin kasvukehityksen alennettujen lukujen mukaisena ja mäntyä vallitsevana puulajina pitäen, mikä siis jo edellyttää laajaa puulajin vaihtoa. Välille jääneille seuduille, siis Oulujoen ja Simo—Ii—Kiiminkijokien alueille, on tavoitemetsä johdettu edellisistä interpoloimalla ja pitämällä silmällä valtakunnanmetsien arvioimistulosten suhteita puuvarojen ja kasvun vesistöalueittaisissa määrissä.

Kuvassa 2 esitetään tavoitemetsän kehitys graafisena piirroksena. Kehitys on johdettu omaksutun kiertoajan loppuun asti ja esitetty edellä selostetulla tavalla alennettuna ja useiden eri tekijäin mukaan redukoituna. Kuten tuonnempana kuvasta 4 havaitaan, ei kehityksen kulku kuitenkaan aina seuraa loppuun asti näitä ohjelukuja sen takia, että uudistushakkauksia edeltävät väljennyshakkaukset on yleensä esitetty niin vahvoina asteina, että tuottopuuston kasvu ei enää riitä ohjekuutiomäärää saavuttamaan. Jos taas uudistuskauteen luettavat metsiköt esim. keski-ikäisten metsien runsauden takia pääsevät vanhenemaan yli kiertoajan ikämäärän, siirtyvät uudistuskauteen valmistavat väljennyshakkaukset ajassa eteenpäin, jolloin myös kuutiomäärät seuraavat tavoitemetsän kiintokohtia.

Kuvassa esitettyjä tavoitteita eivät nykyiset metsämme enää voi saa-



Kuva 2. Tavoitemetsän puuston kuutiomäärä.
1. MT, maan eteläpuoliskon alueet. 4. Oulujoen alue (VT)
2. MT—VT, » » 5. Simo—Ii—Kiiminkijoen alue (EVT)
3. VT, » » 6. Kemijoen alue (EMT)

Fig. 2. The growing stock in the target forest.
1. MT areas in the southern half of the country
2. MT-VT, » » » » » » » »
3. VT, » » » » » » » »
4. Oulu River District (VT)
5. Simo—Ii—Kiiminki River District (EVT)
6. Kemi River District (EMT)
MT = Myrtillus type
VT = Vaccinium type
EVT = Empetrum—Vaccinium type
EMT = Empetrum—Myrtillus type

vuttaa, kuten tuonnempana osoitetaan. Tavoite pidetäänkin ohjeena vain niille metsille, joita nyt ja vastedes perustetaan ja alun pitäen ja jatkuvasti käsitellään metsänhoidon vaatimusten mukaisesti. Kiertoajan päättyessä otaksutaan siten metsien kokonaisuudessaan vastaavan tavoitteita.

On siis edellytettävä, että uudistushakkausten tuloksena tästä lähtien saavutetaan riittävä taimiaines tai — ellei se luontaisesti onnistu — uudistuminen turvataan metsänviljelyksiä toimittamalla. Jotta tyydyttävä metsikkö voisi kehittyä vaaditaan tasainen taimikko, mieluimmin runsas, jotta

siinä olisi varaa valita loppuun asti kasvatettava peruspuusto ynnä sen kehitykseen vaikuttava ja eri vaiheissa poistettava puuston osa. Vain harvoissa tapauksissa voidaan enää myöhemmin merkittävällä tavalla puuttua puiden tilajärjestykseen. Miten tämä alkuvaihe parhaiten saadaan käytäntöön soveltuvalla tavalla onnistumaan, siinä muuan kiitollinen tutkimuskohde. On esitetty mm. nykyistä pitempiä istutusvälejä (H e i k i n h e i m o 1951).

Kun tavoitemetsä on sovitettu metsämaiden keskihyvyyttä vastaavaksi on eräänä merkittävänä edellytyksenä myös oikeiden puulajisuhteiden aikaan saaminen uudistusvaiheessa. Tällä toimenpiteellä voidaan merkittävällä tavalla helpottaa tavoitteiden saavuttamista. Joillakin vesistöalueilla näillä kysymyksillä on hyvin suuri merkitys.

Tavoitemetsikön poistomäärät järjestyvät suorastaan laskennallisesti, koska päämäärä on tunnettu ja koska poistoerien kvantitatiivisen määrän säätäjänä on kunkin ikäkohdan kasvusadannes, joka niin ikään edellytetään tunnetuksi tai joka voidaan luonnossa tarkistaa. Paljon vaikeamman kysymyksen aiheuttavat nykyisten metsiemme käsittelyvaiheet.

Hakkuuvaiheiden seuraaminen

K a s v a t u s h a k k a u k s e t

Tuottohakkauslaskelmassa seurataan puustossa tapahtuvia kvantitatiivisia muutoksia kirjaamalla toisaalta tarkoituksenmukaiset hakkausmäärät kasvatus- ja uudistushakkausvaiheissa, toisaalta laskemalla tuottopuustoon erääntyvä kasvu. Laskelma on siten jatkuvaa yhteen- ja vähennyslaskua. Vähennettävinä ovat hakkausmäärät, yhteenlaskettavina laskelmassa eritelty tuottopuusto ynnä sen kasvu sekä poistopuusto ynnä sen kasvu.

Käytännön hakkuutoiminnassa poiston ja kasvun vaihtelu on voimakkaammin rytmillinen ja dynaaminen ilmiö kuin luonnontilaisessa metsässä, missä se on varsinkin lyhyin aikamitoin tarkasteltuna tasatahtinen ja staattinen ilmiö. Kun siis sanotaan, että kasvatushakkausten yleiset ohjeet ovat luonnon normaalien kasvu- ja tuottotaulukoiden itseharvenemisen määristä johdettavissa, tarkoitettaneen näiden ilmiöiden yleistä teoreettista luonnetta.

K a l e l a (1947, 1951) on nimenomaan metsien puun tuoton kannalta erittäin hyvin tuonut esille luonnonmetsien merkityksen harvennushakkausten yleisenä ohjeena. Lainaamme tähän hänen julkaisustaan (1951, s. 18) pari lausetta. — Voidaan sanoa, että p e r u s t a n m e t s ä n h o i t o t e k n i i k a l l e m u o d o s t a a l u o n n o n m e t s i e n k e h i-

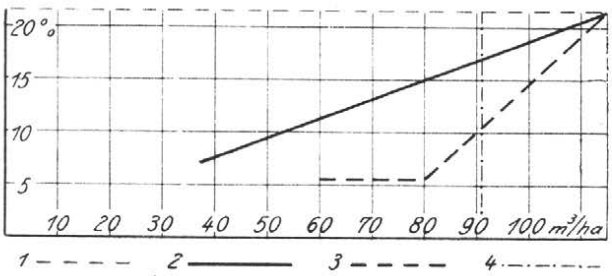
tys. Tässä kehityksessä on suorastaan hidastettuina[1] ja puhtaimpina nähtävissä metsien kehityksen olennaisimmat piirteet — — —. — Toinen erittäin tärkeä näkökohta, johon Kalela usein ja mielellään palaa, on havainto luonnonmukaisen itseharvenemisen kohdistumisesta ennen kaikkea alimpiin latvuskerroksiin ja yleensä metsikön heikoimpiin puuyksilöihin. Luonto siis suosii taloudellisestikin arvokkaita yksilöitä ja poistaa »alhaaltapäin».

Harvennushakkausten jatkuvia taksatoorisia tutkimuksia silmällä pitäen on syytä kosketella eräitä luonnonmetsien ja nykyisten todellisten metsien eroavaisuuksia. Metsätalouden kohteena olevilla metsillä on tietty hakkuukypsyysikänsä, kiertoaikansa, joka säätää harvennushakkausten poistojen ja niiden vahvuuden ajallisen järjestyksen. Luonnonmetsillä ei ole tällaista hakkuukypsyysikää, ellei sellaiseksi katsota puiden fyysillistä ikää, joka eräillä puulajeilla saattaa olla kaksi tai kolme kertaa suurempi kuin jonkin omaksutun kiertoajan pituus. Tässä juuri on se hidasvireisyys, johon Kalela viittaa ja joka on luonnonmetsälle ominainen ja vaikeuttaa vertailua kasvu- ja tuottotaulukoiden aikaan sidottuihin itseharvenemisen määriin. Luonnon normaalissa metsikössä itseharveneminen on nuorella iällä varsin vilkasta, mutta heikkenee nopeasti iän lisääntyessä.

Talouden kohteena olevissa nykymetsissämme on vielä muuan tekijä, johon on huomiota kiinnitettävä. Nykyisten metsiemme puuston kuutiomäärä on todettu varsin pieneksi. Se on tuskin puoltakaan luonnon normaaleista puumääristä, ja alennettuunkin tavoitteeseen verrattuna suhde jää 60—70 %:en vaiheille. Kun puolukkatyypin männiköiden puumäärä ikäluokassa 40—60 v. oli v. 1923 arvioinnin mukaan 98 m^3/ha ja v. 1938 arvioinnin mukaan 91 m^3/ha samalla kun luonnon normaali alennettu tavoite on 142 m^3/ha, voidaan hyvällä syyllä päätellä, että näissä metsiköissä on jo toimitettu erittäin vahvoja harvennuksia ja että hakkuumäärän koostumus on ollut päinvastainen kuin luonnontilaisessa metsikössä itseharvenemisen koostumus. Tästä syystä on tuottohakkauslaskelmassa nykyisten nuorten metsien harvennukset esitetty varsin lieväasteiset.

Harvennushakkauksia on taksatoorisesti tutkittu pääasiallisesti luonnon normaaleissa, täystiheissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. Luonnontilaiset metsiköt saattavat jonkin verran lähennellä metsiemme keskimääräistä tilaa, mutta harvennuskokeet on ilmeisesti asetettu metsikköihin, joissa ei vielä ole hakkuita ollut. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen harvennuskoealoja ovat tutkineet Miettinen (1930) ja Nyyssönen (1950). Jälkimmäisen tutkimuksiin sisältyy yksi VT-koealasarja, joka jossakin määrin lähentelee nykyisten metsiemme keskimääräistä tilaa, mutta on kuitenkin puuston määrän puolesta runsaampi. Koealalla on jo toimitettu useita harvennusvaiheita. Joskaan näin vähästä aineistosta

[1] Korostus tämän kirjoittajan.



Kuva 3. Kasvatushakkausten vahvuuden määrittely nykymetsissä.
1. Luonnon normaali poisto % alkupuustosta.
2. Poistosuhde puuston kuutiomäärän mukaan alenevana.
3. Minimimäärän varaaminen tuottopuustoon.
4. Luonnon normaali tavoite alennettuna 20 %:ella.

Fig. 3. Determination of the intensity of intermediate cuttings in present-day forests.
1. Naturally normal removal, % of initial growing stock.
2. Removal ratio, declining according to the volume of growing stock.
3. Reservation of a minimum quantity for productive growing stock.
4. Naturally normal target, with 20 % reduction.

ei voi varmoja päätelmiä tehdä, viittaavat tulokset kuitenkin siihen, että ensimmäisten harvennusten tulisi olla lieviä.

Kun metsiemme puun tuoton kohottaminen valtaosaltaan perustuu juuri nykyisiin metsiimme, olisi tutkimuksen kohteeksi entistä enemmän otettava metsiemme keskitasoa edustavia, siis jo erilaisilla hakkuilla käsiteltyjä metsiköitä, joiden varassa vastaiset mahdollisuutemme ovat. Olisi selvitettävä, miten vahvoja, miten usein toistuvia ja mihin latvuskerroksiin ja mihin puuluokkiin kohdistuvia tulisi harvennushakkausten olla, jotta niissäkin vielä päästäisiin edistyvään puun tuottoon.

Tuottohakkauslaskelman harvennuspoistoja pääteltäessä on ollut tyydyttävä siihen toteamukseen, että metsiemme tuottopuusto on saatava kohoamaan ja nimenomaan niissä metsien kehitysvaiheissa, missä puuston lisäys on suurin. Kun joudutaan laatimaan useita laskelmia rinnakkain, on tietysti noudatettava yhtenäistä harvennuspoistojen määrittämistapaa. Voidaan esittää useita ehdotuksia.

1. Poisto puuston määrästä riippumatta luonnon normaalin poistosuhteen mukainen.

2. Poistosadannes aleneva puuston määrän pienentyessä.

3. Määritetään jokin alkupuuston minimimäärä, joka sellaisenaan pidetään tuottopuustona.

4. Yleispiirteinen tarkistus siihen, että tuottopuuston kehitys saa kohoavan suunnan.

Vaihtoehtoja 1—3 kuvaa piirros 3. Poistojen määrittelyssä on seurattu yleensä vaihtoehtojen 2 ja 3 ajatuksia. Huomautettakoon tässä vielä, että käytännössä tietysti tulee esille mitä vaihtelevin määrä erilaisia

tapauksia, kun taas tällaisessa laskelmassa liikutaan suurten keskiarvolukujen pohjalla.

Vielä on kosketeltava hakkuukiertoa. Laskelmissa on käytännöllisistä syistä omaksuttu 10-vuotinen hakkuukierto. Näin on samalla tahdottu varmistua siitä, että ulkopuolella taloustoiminnan tapahtuvaa poistumaa ei tarvitse huomioon ottaa. Edellytetään siis, että harvennushakkauksessa jo otetaan ennakolta talteen se puuston osa, joka talouskauden aikana itseharvenemisen johdosta muutenkin katoaisi. Siitä huolimatta voi esiintyä sellaista poistumaa, joka jää talteen ottamatta, etenkin metsiköiden nuorella ikäasteella ja eräissä muissakin tapauksissa sekä oloissa maan pohjoispuoliskossa ja syrjäseuduilla, missä taloudellisen toiminnan mahdollisuudet puuttuvat.

Kymmenen vuoden hakkuukierto on ilmeisesti liian nopea mikäli metsänhoito ei nykyisestä voimakkaasti tehostu. Valtakunnan metsien arvioinnin mukaan on arviointia edeltäneen 10-vuotiskauden tuloksista pääteltävissä hakkuukierron, tai paremminkin toimenpidekierron pituus. Metsiä joissa tänä aikana ei ole mitään toimenpiteitä suoritettu oli

varsinaisissa yksityismetsissä	44.2 %
valtion metsissä	79.4 %
yhtiöiden metsissä	42.1 %
kuntien metsissä	45.9 %
seurakuntien metsissä	47.1 %

Valtion metsien kohdalla on muistettava, että yli puolet niistä on luettava syrjäseutujen metsiin, joissa säännöllistä taloustoimintaa ei ole voitu harjoittaa. Toimenpidekierto on siis ollut yleensä alle 20 vuotta.

Säännöllisessäkin taloudessa ja parhaankin metsänhoidon kohteissa on aina metsiköitä, jotka eri syistä jäävät kierron aikana käsittelemättä. Syynä ovat erittäinkin metsämaiden suuret hyvyysvaihtelut ja niistä johtuva metsiköiden erilainen kehityksen nopeus. Milloin hakkuukierto on joillekin metsiköille liian nopea, voidaan H e i k i n h e i m o n (1944) mukaan suorittaa hakkauksia säännöllistä vahvempina, siis joka toisen kierron aikana. Jossakin määrin tämä tietysti vähentää sitä tulosta, mikä 10-vuosittain tehdyn laskelman mukaan kertyy.

U u d i s t u s h a k k a u k s e t

Uudistushakkausten poistojen määrä kertyy uudistettavan metsäalan laajuudesta ja tällä alalla olevan puumäärän suuruudesta. Jos hakkauslaskelma laaditaan lyhyen kauden tarvetta varten, on uudistusala tavallisesti pinta-alan ja kiertoajan vuosien osamäärä. Mitä pitemmälle ajassa laskelma ulotetaan, sitä enemmän pääsee dynaaminen näkemys asiaan vaikuttamaan. Kun nyt oli tarkoitus selvitellä puuston kehitystä kierto-

ajan loppuun asti, oli kiinnitettävä huomio eri vesistöalueiden metsien ikärakenteeseen.

Vertailun helpottamiseksi tehtiin kunkin alueen metsille yksinkertainen ja yleiskatsauksellinen ikärakennekaava. Kullakin alueella sovellettu kiertoaika (vaihtelu 80—140 vuotta) jaettiin kolmeen osaan siten, että esim. 90-vuotinen kiertoaika käsittää kolmannekset: I (1—30 v.), II (31—60 v.) ja III (61 + v.). Ikäluokka-asetelmasta laskettiin, kuinka monta sadannesta pinta-alasta tulee kunkin kolmanneksen osalle, ja nämä sadannekset merkittiin indeksinä ryhmämerkeille. Säännöllistä ikärakennetta edustaa siten kaava

1. $I\ 33\frac{1}{3}\ \ II\ 33\frac{1}{3}\ \ III\ 33\frac{1}{3}$

Kiertoajan vuosien lukumäärästä johtuen jonkin ikäluokan jakaminen näihin ryhmiin vaihtelee monessa suhteessa, eikä suinkaan ole varmaa, että luonnossa on täysi vastaavaisuus näin saadun tuloksen kanssa. Kun kuitenkin on kysymys hyvin suurista aloista, niin kuin vesistöalueittaisissa tilastoissa on asianlaita, ei erotus voi olla suuri, eikä se aiheuta laskentavirhettä eteenpäin, koska kaavoja käytetään ainoastaan yleispiirteisen vertailun aikaan saamiseksi.

Mainittakoon jo tässä, että tämän esittelyn esimerkkeinä ovat eteläinen rannikkoalue, Pielisen vesistöalueen valtion metsät ja Kemijoen vesistöalue kokonaisuudessaan. Näiden alueiden metsien ikärakennekaavat ovat seuraavat.

2. Eteläinen rannikko .... $I_{13}\ II_{43}\ III_{44}$ (80-vuot. kiertoaika)
3. Pielisen alue ..... $I_{4}\ II_{16}\ II_{80}+$ [1] (100-vuot. kiertoaika)
4. Kemijoen alue ..... $I_{8}\ II_{20}\ III_{72}+$ (140-vuot. kiertoaika)

Näissä kaavoissa näkyy lyhyesti luonnehdittuna eräitä ikärakenteen luonteenomaisia piirteitä ja eri vesistöalueiden erikoisuuksia. Eteläisen rannikkoalueen metsien ikärakenne osoittaa keski-ikäisten ja vanhojen metsien runsautta. Tämä onkin maatilametsiemme yleinen piirre kautta maan. Pielisen alueen valtion metsien ikärakenne on ominainen kaikkein syrjäisimmille metsille. Kun Kemijoen alueen metsien ikärakenne kuitenkin on hieman edullisempi johtuu se siitä, että siinä ovat tässä mukana myös alueen maatilametsät. Länsi-Suomen valtion metsien ikärakenne poikkeaa paljon Pielisen alueen valtion metsistä, ja sen kaava on kaavojen 2 ja 3 välimuoto.

Eteläisen rannikon ikärakenteesta on helppo huomata, että uudistushakkausten mahdollisuudet ovat runsaat ja että ne myös on turvattu kauas eteenpäin keski-ikäisten metsien edustavan määrän johdosta. Sama seikka näkyy havainnollisena ikärakenteen kehitystä valaisevissa ympyrän-

[1] Merkki + osoittaa, että sektoriin sisältyy runsaasti yli-ikäisiä metsiä.

sektoreissa tuonnempana kuvassa 6. Pielisen alueen valtion metsissä samoin kuin Kemijoen alueen metsissä vanhojen uudistushakkauksilla käsiteltävien metsien laajuus on erityisen runsas. Monet seikat puoltavatkin uudistushakkausalan laajentamista lähivuosikymmeninä säännöllistä alaa suuremmaksi. Tällaisia tekijöitä ovat

1. maatilametsissä vajaatuottoisten metsien runsaus, keski-ikäisten metsien suuri määrä sekä vanhojen metsien suhteellisen pienet puuvarat,
2. valtion metsissä vanhojen, jopa suorastaan yli-ikäisten metsien laajuus ja niiden kasvun vähäinen määrä sekä luonnonpoistuman runsas osuus, keloutuminen.

Uudistusala onkin näissä hakkauslaskelmissa erotettu ns. säännöllistä uudistusalaa suuremmaksi. Uudistusalan laajentaminen vaihtelee ikärakenteesta, metsien puuvaroista ja talouspoliittisista tekijöistä riippuen 20—40 vuoden aikana 10—25 % säännöllisestä uudistusalasta. Nyt esimerkkeinä olevissa tapauksissa lisäys on: eteläisellä rannikkoalueella ensi 20-vuotiskautena 10 %, Pielisen alueen valtion metsissä kahtena ensimmäisenä 20-vuotiskautena 10 % ja Kemijoen alueella kahtena 20-vuotiskautena 25 %. Näiden tasoitusaikojen jälkeen siirrytään asteittain ensin säännölliseen ja sen jälkeen supistettuun uudistushakkausalaan. Kun vanhojakin metsiä, sikäli kuin ne eivät kuulu uudistettaviin metsiin, käsitellään kasvatushakkauksilla, karttuu niiden puusto, minkä johdosta uudistushakkausaloilta kertyvä hakkausmäärä voi tuonnempana lisääntyä huolimatta hakkausalan supistumisesta.

Uudistushakkausten poistot ovat näissä laskelmissa tuottohakkauslaskelman mukaiset (1943). Koko uudistuskauden metsät käsitellään siis 20 vuoden kuluessa loppuun hakattavana puustona. Metsänhoidon käytäntö ei tosin vielä tähän sovellu, mutta tässä ei olekaan selitettävänä, miten metsät nykyisen käytännön mukaan kehittyvät, vaan miten niiden tulisi kehittyä, kun pyritään puun tuottoa kohottamaan.

Kasvun ohjaaminen ja tuottopuuston muodostuminen

Kaikki kasvututkimukset osoittavat, että metsikön juokseva kasvu on runsaimmillaan tiheikkövaihetta seuraavina vuosikymmeninä, yleensä siis aiemmin esitetyn ikärakennekaavan II sektorin piirissä. I sektori on perustaa luovaa valmistelevaa kautta, III sektori taas sadonkorjuun aikaa, jolloin uudistuskauden hakkuumäärän ohella myös kasvun merkitys on suuri. Kasvun absoluuttisen määrän suuruus riippuu pääasiallisesti kolmesta tekijästä, pinta-alasta, tällä kasvavan metsän puuvaroista ja kasvuvoimasta sekä puuston laadusta.

Kun nämä seikat tunnetaan on selvää, että vallassamme on o h j a t a

kasvuilmiötä puun tuoton kohottamista silmällä pitäen. Hakkuutoiminnan tulee siis olla päämäärästään tietoista pyrkimystä keräämään kasvua sellaisiin kohteisiin, missä vaikutus on suurin. Olevissa oloissa on kartutettava ennen kaikkea nuorten metsien tuottopuustoa ja kohdistettava hakkuu sellaisiin puuyksilöihin ja sellaisiin metsikköihin, joiden merkitys puun tuoton kohottamisen kannalta on toisarvoinen. Yksityiskohtien suhteen viitattakoon vain Lönnrothin (1925) perustavaan tutkimukseen metsikön sisäisestä rakenteesta sekä uusimpiin samalla pohjalla saavutettuihin tietoihin (Nyyssönen 1950).

Kuten jo edellä on mainittu, on kasvu- ja poistotapahtumien keskinäinen suhde taloudellisesti käsitellyissä metsissä toinen kuin luonnon normaaleissa tapauksissa. Etenkin vahvat hakkaukset vaikuttavat tuottopuuston kasvua kohottavasti, mutta samalla ne vähentävät puuston määrää. Yksityisissä metsälöissä on mahdollista tutkia näitä ilmiöitä metsiköittäin ja siten saada kuhunkin tapaukseen sovellettavat kasvun lukuarvot. Kun taas on kysymys laajoista vesistöalueista, niin kuin tässä tutkimuksessa, ei yksityisillä hajahavainnoilla ole suurta merkitystä, vaan tarvittaisiin laajoja kasvututkimuksia. Nyt on kuitenkin juuri tällaisiin laskentakohteisiin käytettävänä valtakunnan metsien arviointiin perustuvat nykymetsien kasvusadannekset ikäluokittain eriteltynä (Ilvessalo 1948, ss. 126—129). Nämä sadannekset esitetään julkaisussa kasvullisten metsämaiden kolmelle pääpuulajille, männylle, kuuselle ja koivulle, kullekin kolmena sarjana, nykymetsille tiheysluokille 0.6—0.7 ja 0.8—1.0 ynnä lisäksi luonnon normaaleille metsiköille. Lukusarjat ovat erikseen maan eteläpuoliskoa ja pohjoispuoliskoa varten. Edelleen ne on muokattu sekä kuorettomaan että kuorelliseen puustoon kohdistuvina siten, että kasvu kummassakin tulee lasketuksi kuorettomana. Näiden kuutiokasvusadannesten käyttäminen tarjoaa tällä erää ilmeisesti ainoan käyttökelpoisen tien metsiemme tulevan todennäköisen kehityksen päättelemiseksi.

Kuutiokasvusadannesten eritteleminen eri tiheysasteen metsiköille on tehnyt mahdolliseksi seurata samassa laskelmassa nykyisten metsiemme puustossa tapahtuvia muutoksia ja sen rinnalla tulevan metsäpolven, tavoitemetsän kehitystä. Tavoitemetsän kehitystä kirjattaessa on käytetty tiheysluokan 0.8—1.0 kasvulukuja sitä mukaa kuin uusi puusto laskelmaan mukaan tulee. Viimeisissä laskentajaksoissa kiertoajan lopussa ovat siis kaikki kasvusadannekset jo tiheysluokan 0.8—1.0 lukuarvoja.

Kuten jo kasvatushakkausten perusteita kosketeltaessa mainittiin, on tuottohakkauslaskelmassa omaksuttu luonnonmukaisen näkemyksen toimintaperiaatteet. Tämän johdosta on kasvusadannekset laskelmaa varten sovellettu kahtena muunnettuna lukusarjana, erikseen tuottopuustolle ja poistopuustolle.

Jos metsiköstä harvennuksessa poistetaan alimpien latvuskerrosten ja

heikoimpien puuluokkien yksilöitä, on näiden kasvu pienempi kuin tuottopuustoon jäävien samankokoisten puiden. Kun samalla jäljelle jäävien puiden kasvutila laajenee on seurauksena kasvun lisääntyminen.

Kun siis tällaista ohjelmaa noudatetaan, otetaan sen vaikutus luonnossa huomioon myös hakkauslaskelmassa. Tässä esitetyissä laskentaesimerkeissä on tuottopuuston kasvusadanneksia korotettu 7 %:lla. Tässä ei ole omaksuttu kantaa siitä, korottavatko metsänhoidolliset harvennushakkaukset metsikön puun tuottoa. Niinpä onkin poistopuuston kasvusadanneksia vastaavasti alennettu, usein likimääräisesti, mutta usein myös tarkistettuna yhtälöstä

$$P\,x = A\,z_1 - T\,z_2$$

jossa P = poistopuusto, A = alkupuusto ja T = tuottopuusto, sekä x poistopuuston, z_1 alkupuuston ja z_2 tuottopuuston kuutiokasvusadannekset, joista kaksi viimeksimainittua edellytetään tunnetuiksi. Puuston lisäys koituu siis tuottopuuston hyväksi suhteellisesti runsaampana kuin poistopuustoon.

Uudistushakkausvaiheet merkitsevät hyvin vahvoja puuston kuutiomäärän vähennyksiä ja samalla kasvun kohoamista jäljelle jäävässä puustossa. Edellyttäen että metsikön uudistaminen vaatii aikaa kaksikin vuosikymmentä, muodostuu koko tämä aika runsaaksi kasvun tallentumiskaudeksi. K a l e l a (1951) käyttääkin tästä metsikön käsittelyvaiheesta nimitystä »lihottaminen». Kasvun kulku on tänä kautena usein puuskittaista, so. kohoaminen voi kasvusadanneksina ilmaistuna olla jopa kaksinkertainen metsikön säännönmukaiseen tai iänmukaiseen sadannekseen verrattuna, mutta laskee nopeasti kunnes seuraava hakkuuvaihe aiheuttaa uuden kohoamisen (P e t r i n i 1927, 1936, B a r t h 1929, L i h t o n e n 1943). Esimerkkeinä esitetyissä tapauksissa on koko uudistuskauden kasvusadannes korotettu 30 %:ella. Kun uudistuskausi on 20 vuotta ja laskenta tapahtuu 10-vuotisin kierroin, on osa puustosta laskentajakson alkupuoliskona tuottopuustoa. Kun kuitenkin koko uudistuskausi käsitetään yhtenäisenä jatkuvana tapahtumasarjana, on siinä kasvusadannes laskettu samaksi puuston eri osien kasvua laskettaessa.

Uudistuskautena merkitsee siis puuston lisäys varsin paljon. Maatilametsissä, joissa uudistettavat metsät eivät vielä ole kovin vanhoja, on puuston lisäys jopa 40 % uudistuskauden alkupuustosta, kun taas valtion metsissä, missä on hyvinkin vanhoja ikäluokkia, lisäys supistuu 20 %:een ja maan pohjoisosissa vieläkin pienempään määrään. Nämä suhteet vaihtelevat kuitenkin kiertoajan kuluessa melkoisesti. Niinpä maatilametsälöjen runsaat keski-ikäiset metsät jakaantuvat uudistettaviksi n. 30—40 vuoden aikana. Uudistettavien metsien ikä siis joidenkin laskentajaksojen aikana kohoaa ja kasvusadannes vastaavasti alenee. Valtion metsissä taas

riittää uudistuskauteen aina kaikkein vanhimpia ikäluokkia, ja vasta kiertoajan päättyessä päästään uudistushakkauksissa käsittelemään sovitun hakkuukypsyysiän mukaisia metsiä.

Tämä katsaus osoittaa, että ellei metsien uudistamiseen hyvin laajassa mitassa ryhdytä, on seurauksena metsiemme keski-iän jatkuva kohoaminen, mikä samalla merkitsee kasvun alenevaa suuntaa.

Hakkauslaskelma ja metsänhoito

Hakkauslaskelmalta ei yleensä ole vaadittu muuta kuin kuutiomäärinä esitetty tieto hakkuissa vuosittain kertyvästä puumäärästä ja sen jakaantumisesta tavaralajeihin. Ns. metsänhoidollinen hakkausmäärä ei sellaisenaan edusta hakkauslaskelmaa, vaan se on arvioinnin perusteella koottu tilasto sellaisesta hakkausmäärästä, mikä kertyy tiettyä metsänhoitotekniikkaa sovellettaessa; sellaisenaan arvokas vertailukohde hakkauslaskelmalle.

Metsätalouden järjestelyssä on siis metsänhoito, hakkaustapojen päätteleminen ja hakkausten vahvuus jätetty kokonaan toimeenpanevan elimen asiaksi. Usein on kuitenkin esitetty ne hakkaustavat, joita toimitusmies on pitänyt suotavina ja joita on edellytetty hakkauslaskelmaa laadittaessa.

Kun tuottohakkauslaskelman tarkoituksena on osoittaa vuotuisen hakkausmäärän suuruus tiettyjen edellytysten mukaan ja kohoavaan puun tuottoon pyrittäessä, on siinä metsänhoidollisten näkökohtien huomioon ottamisella jo alun perin määräävä asema. Kasvatushakkausvaiheissa merkitsee tuottopuuston kasvusadannesten korottaminen tiettyä metsänhoidollista näkökulmaa, terveiden elinvoimaisten vallitsevien latvuskerrosten varaamista tuottopuustoon. Lievien harvennusmäärien esittäminen on omansa kohottamaan tuottopuustoa ja samalla kasvua. Uudistushakkauksissa taas edellytetään sellaisia hakkuuvaiheita, joiden tuloksena saadaan riittävä uusi puusukupolvi jatkuvaa puun tuottoa varmistamaan. Toiminnan tuloksena vaaditaan siten riittävän ja kasvupaikalle sopivan taimiaineksen saaminen välittömästi uudistuskauden tuloksena.

Välillisesti laskelma pyrkii myös hyvälaatuisen puuston aikaan saamiseen. Tämä näet on suoranainen seuraus kasvatushakkauksissa vallitsevien periaatteiden noudattamisesta. Viime aikoina ilmennyt voimakas kannatus luonnonmukaisen metsänhoidon puolesta metsien kaikissa käsittelyvaiheissa tukee siten tuottohakkauslaskelmassa omaksuttuja suuntaviivoja.

Uudistusalan laajentaminen ns. säännöllistä uudistusalaa suuremmaksi palvelee sekin hyvän metsänhoidon nykytilalle asettamia vaatimuksia. Ilvessalo (1948) on valtakunnan metsien arvioimistuloksista laskenut

maatilametsissämme olevan sellaisia vajaatuottoisia metsiä, jotka pikaisesti uudistamalla olisi saatettava tuottokuntoon, kaikkiaan 1 670 000 hehtaaria eli n. 13 % maatilametsien alasta. Keski-ikäisten metsien runsaus ja niiden siirtyminen vuosikymmen vuosikymmeneltä iässä eteenpäin aiheuttaa ikärakenteen vanhojen metsien siivellä ennen pitkää samanlaisen ruuhkan kuin nyt on olemassa valtion metsissä. Maatilametsien vanhimpien ikäluokkien suhteellisesti pienet puuston määrät puoltavat myös niiden korvaamista uudella sukupolvella, tavoitemetsällä. Valtion metsien ikärakenne suorastaan vaatii uudistusalan laajentamista.

Tutkimuksen tuloksia

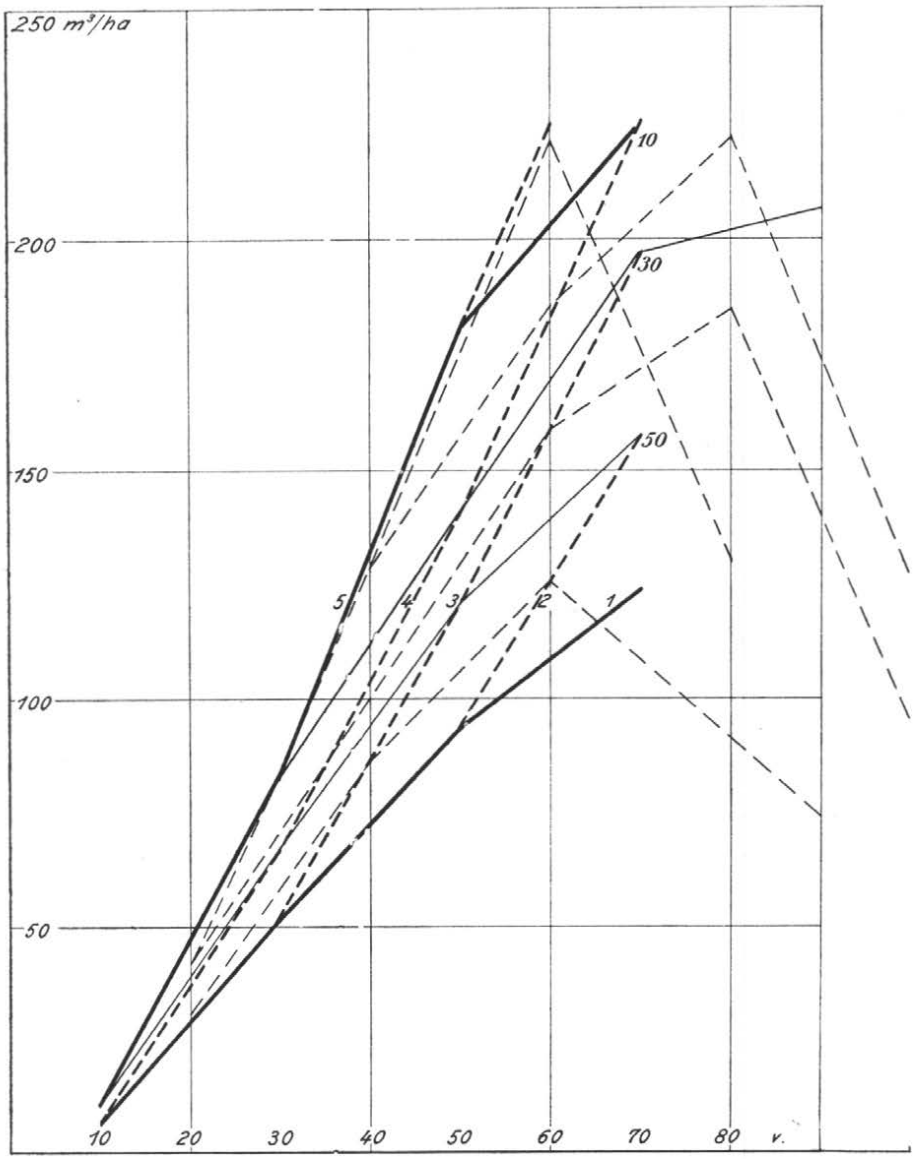
Tutkimus kokonaisuudessaan käsittää maamme kaikkien päävesistöalueiden metsien hakkauslaskelmat kiertoajan loppuun asti johdettuina. Kun ne eräiltä osiltaan ovat vielä lopputarkistusta vailla ja kun tämän kirjoituksen tarkoituksena on lähinnä tutkimusmenetelmän kuvaaminen, riittää tässä joidenkin edustavien tapausten esitteleminen. Laajan tilan vaatimia laskelmia ei voida tähän ottaa. Esitettäköön vain yleispiirtein eräitä tärkeimpiä tuloksia ja nekin pääosaltaan piirroksina. Alueet ovat samat, joista edellä jo on joitakin yksityiskohtia ollut esillä.

Puuston kuutiomäärän kohoaminen

Yleisesti tunnettu ja tunnustettu ajatus on, että metsiemme puuston kuutiomäärä eri ikävaiheiden keskiarvona on aivan liian pieni ja että sen kartuttaminen puun tuoton kohottamiseksi on välttämätöntä. Valtakunnan metsien arvioimistuloksena tiedetään metsiemme nykytila. Aiemmin on jo myös johdettu tavoitemetsien kiintokohdat. Näin ollen on käytettävänä kaksi raja-arvoja esittävää kehityssarjaa, nykymetsien ja tavoitemetsien.

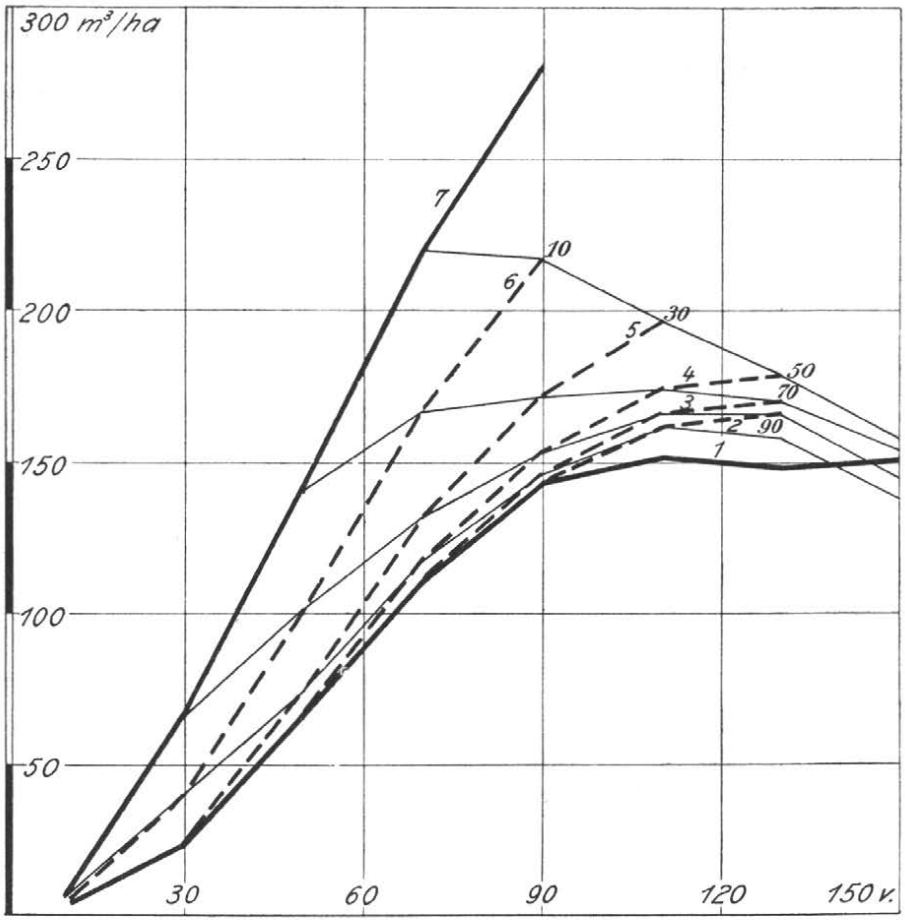
Piirroksessa 4, joka kuvaa eteläisen rannikkoalueen metsien kehitystä, osoittavat vahvat yhtenäiset viivat 1 ja 5 näitä raja-arvoja. Kiertoajan kuluessa tapahtuu näiden välillä puuston jatkuvia muutoksia, joita 10-vuotiskausittain osoittavat ohuet viivat. Niiden mukaan puuston määrä kohoaa jokaisena laskentakautena ja saavuttaa lopulta tavoitemetsän, raja-arvon 5. Vahvoin katkoviivoin on taas merkitty saman metsikön kehityskulku, so. lähtökohdassa 50-, 30- ja 10-vuotiaiden metsiköiden kehitys hakkuukypsyyteen asti, viivat 2, 3 ja 4.

Piirroksessa 5 esitetään samat seikat Pielisen vesistöalueen valtion metsistä. Laskentajaksojen välivaiheista on piirrokseen merkitty vain joka toinen kymmenvuotiskausi. Pitkälle ulottuvan ikärakenteen johdosta ovat tässä piirroksessa mukana vielä 90- ja 70-vuotiaat metsikköryhmät, katkoviivat 2—3. Raja-arvoina ovat nykymetsien tila, viiva 1 ja tavoitemetsä, viiva 7.



Kuva 4. Eteläisen rannikkoalueen metsien puuston kuutiomäärän kehitys.
1. Metsien nykyinen tila
2—4. Nykyisten 50-, 30- ja 10-vuotiaiden metsiköiden kehitys
5. Tavoitemetsän kehitys
Ohuet viivat ja ohuet katkoviivat esittävät puuston muutoksia hakkauslaskelman tuloksena.

Fig. 4. Development of growing stock in the forests of the Southern coast area.
1. Present condition of forests.
2—4. Development of the present 50-, 30- and 10-year-old stands.
5. Development of the target forest.
The thin lines and thin broken lines indicate the changes in growing stock as a result of the calculated cut.



Kuva 5. Pielisen alueen valtion metsien puuston kuutiomäärän kehitys.

1. Metsien nykyinen tila
2—6. Nykyisten 90-, 70-, 50-, 30- ja 10-vuotiaitten ikäluokkien kehitys
7. Tavoitemetsän kehitys
Ohuet viivat osoittavat puuston kuutiomäärän muutoksia laskentajaksosta toiseen.

Fig. 5. Development of the volume of growing stock in state forests in the District of Pielinen.

1. Present condition of the forests.
2—6. The development of the present 90-, 70-, 50-, 30- and 10-year age classes.
7. Development of the target forest.
The thin lines indicate the changes in the volume of growing stock from one calculation interval to another.

Piirroksista on helppo huomata, että nykyisten metsiemme puun tuotto ei voi saavuttaa tavoitemetsän tasoa, siihen niiden nykyinen puuston kuutiomäärä on riittämätön. Mutta samalla piirroksesta selviää, että mitä nuorempia metsät laskennan alkuhetkenä ovat, sitä lähemmäksi tavoitemetsää niiden kehitys voidaan ohjata.

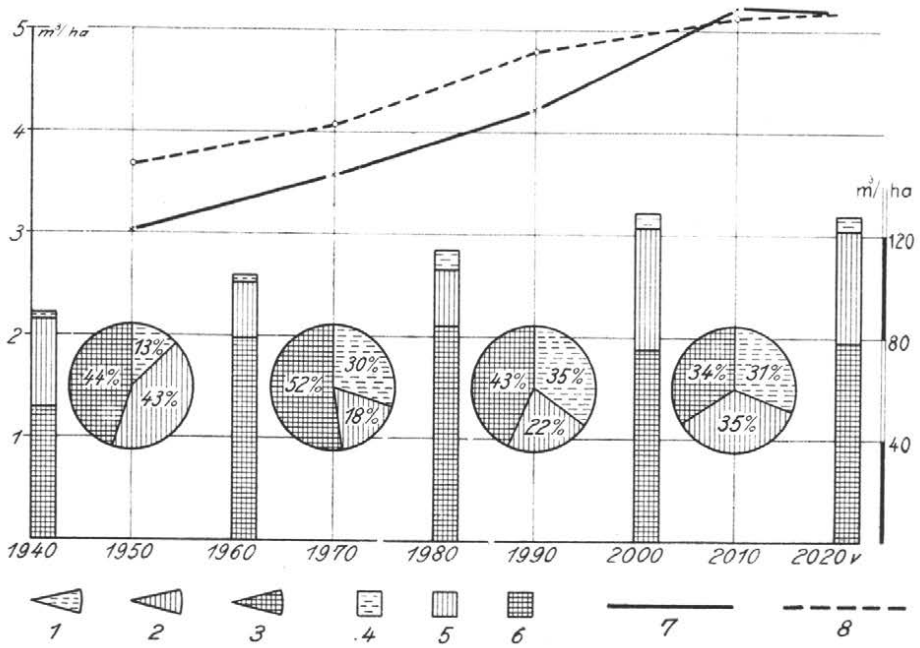
Eteläisellä rannikkoalueella ovat uudistuskauteen luetut metsät valtaosaltaan 70-vuotiaita. Niissä on pääasiana metsän uudistumisen aikaan saaminen ja tietysti hyvään hakkuutulokseen pyrkiminen. Nykyisten keski-ikäisten metsien runsauden takia joudutaan osa näistä kasvattamaan edelleen ja uudistamaan lopullisesti n. 100-vuotiaina, kuten piirroksen 2. ja 3. laskentajaksoista voidaan huomata. — Sen sijaan on ikäluokissa 50, 30 ja 10 vuotta, joita vahvat katkoviivat osoittavat, tavoitteena hyvälaatuisen puuston kartuttaminen. Viivojen kulku osoittaa, että soveltamalla käytännössä luonnonmukaisia ja metsikön laatua parantavia heikkoja harvennusasteita lähennytään tavoitetta, ja sitä enemmän, mitä nuorempina metsiköt käsittelyn kohteeksi joutuvat.

Pielisen alueen valtion metsissä ovat uudistuskauteen luetut metsät 90-vuotiaita ja sitä vanhempia. Tästä syystä on kasvatushakkauksilla käsiteltäviin metsiin jäänyt myös 70- ja 90-vuotiaita metsiä. Niiden kehitystä valaisevat katkoviivat 2 ja 3 osoittavat, että niiden puuston kuutiomäärän kohoaminen jää vähäiseksi. Tämä tietysti johtuu puiden kasvuvoiman vähenemisestä (kasvusadannesten alhaisesta lukuarvosta), osaksi myös siitä, että näiden ikäluokkien metsiköissä on toimitettava jo vahvojakin väljennyshakkauksia. Kuitenkin toteutuu jo aikaisemmin esitetty vaatimus uudistushakkausten kohoavasta hakkausmäärästä (vrt. s. 19) myöhempinä aikoina, jolloin uudistushakkausten pinta-ala asteittain pienenee. Puun tuoton kohottamisessa näiden metsien merkitys on vähäinen; sen sijaan ne ovat välttämättömät taloustoiminnan ylläpitämiseksi siihen asti, kunnes uudet tavoitemetsät varttuvat hakkuutuloksia antamaan.

Puuston ikäluokittainen rakenne

Metsien ikäluokittaisella rakenteella on mitä suurin merkitys puuston ja kasvun kehityksessä. Puuston tuntuvin lisäys tapahtuu nuorissa ja keski-ikäisissä metsissä, lähinnä aiemmin kuvatun II sektorin piirissä. Jos tämä sektori on laaja ja puuvaroiltaan runsas, on myös kasvu runsaimmillaan. Tämän artikkelin rajoitetun tilan vuoksi tarkastellaan näitäkin suhteita vain piirrosten avulla, kuvat 6—8.

Kuvassa 6 esitetään eteläisen rannikon alueen metsien muuttuminen kiertoajan kuluessa. Ympyräin sektorit valaisevat muutoksia ikärakenteen laajuussuhteina ja pylväät vastaavasti puuston ikärakennetta vastaavina määrinä. Lähtökohdassa on I sektoria, taimikko- ja tiheikkövaiheiden metsiä niukasti, kun taas keski-ikäiset metsät (II sektori) ja vanhat metsät (III sektori) ovat vallitsevina. Hakkauslaskelman mukaiset runsaat uudistushakkaukset aiheuttavat ikärakenteessa suuria muutoksia. Aluksi I sektori ja pian sen jälkeen myös II sektori laajenee ja ikärakenne tasoittuu.



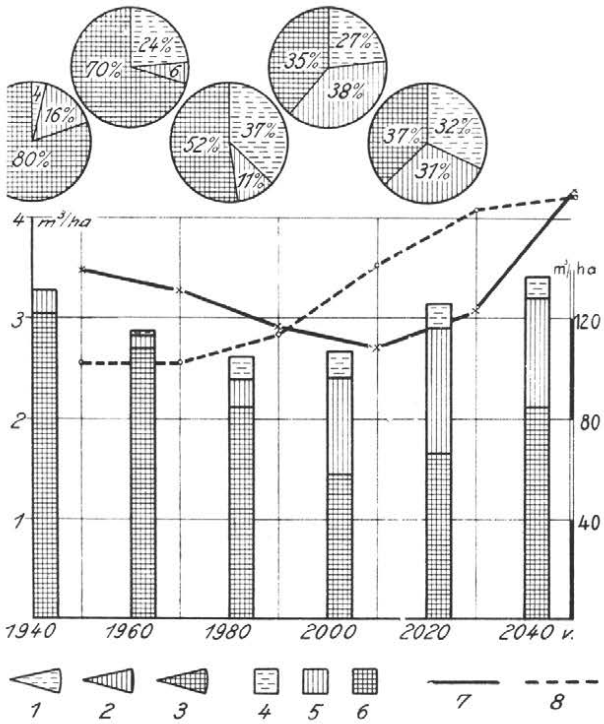
Kuva 6. Eteläisen rannikon alueen metsien kehityspiirteitä.

1. nuorten, 2. keski-ikäisten, 3. vanhojen metsien pinta-alaosuus
4. nuorten, 5. keski-ikäisten, 6. vanhojen metsien kuutiomääräosuus
7. Hakkuusuunnite
8. Kasvu.

Fig. 6. Characteristics of the development of forests in the Southern coast area.
Proportionate area covered by 1. young, 2. medium-aged, 3. old forests.
Proportionate volume of 4. young, 5. medium-aged, 6. old forests.
7. Planned cut.
8. Increment.

Puustossa tapahtuu samanaikaisesti liikuntoja. Toisaalta puustoa siirtyy pylväissä ylhäältä alaspäin, toisaalta koko puustossa tapahtuu kasvun aiheuttamaa lisäystä, ja hakkuiden aiheuttamaa vähentymistä, joka voimakkaimmin tuntuu vanhoissa metsissä, III sektorin alueella. Sitä mukaa kuin tavoitemetsät lisääntyvät, kohoaa puuston kuutiomäärä jatkuvasti kiertoajan loppuun asti.

Hyvin paljon selvempinä ja jyrkempinä samat seikat näkyvät piirroksessa 7, joka esittää Pielisen alueen valtion metsien kehitystä. Metsien valtaosa, 80 % alasta, on vanhoja ikäluokkia, nuoria ja keski-ikäisiä metsiä on perin vähän. Puuston jakaantumisessa eri sektorien osalle sama seikka tulee esille vielä enemmän kärjistyneenä sen johdosta, että vanhojen metsien puuvarat ovat hyvin runsaat, kun taas nuoremmat ikäluokat alikasvosmetsikköinä kehittyneinä ovat heikkopuustoisia. Ikärakenteen alan muutokset tapahtuvat laskelman mukaisessa järjestyksessä; puuvarojen tasoittuminen on tietysti hyvin hidasta. Kun ikärakenteen



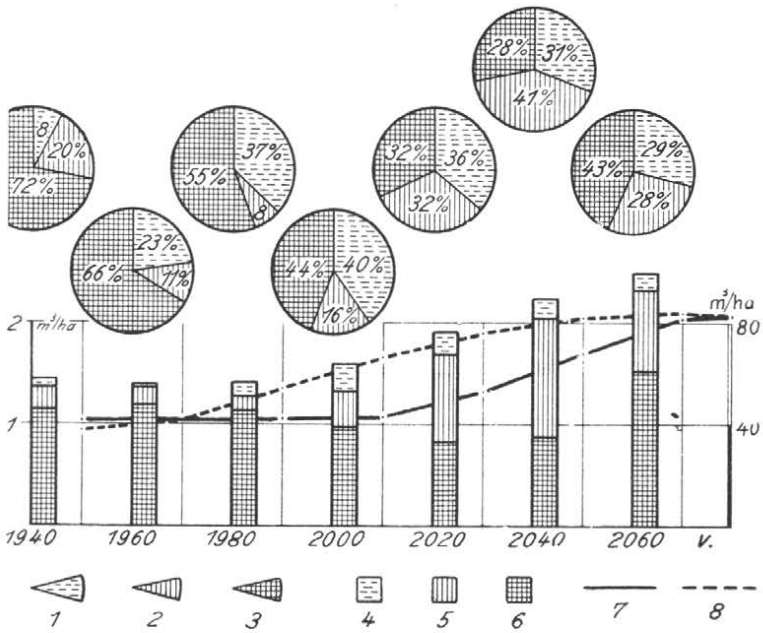
Kuva 7. Pielisen alueen valtion metsien kehityspiirteitä.
Kuvien merkinnät samat kuin kuvassa 6.

Fig. 7. Characteristics of the development of state forests in the District of Pielinen. Subheadings from Fig. 6.

II sektori pian siirtyy III:een, tasoittuvat I ja II sektorin puustosuhteet vasta sen jälkeen, kun niiden laajuus on saavuttanut oikeat mittasuhteensa ja niiden puuvarat ennättäneet tavoitemetsän kiintokohtiin. Samanaikaisesti vähenee III sektorin puuston määrä jatkuvasti uudistushakkausten johdosta. Kun sektorin puuston lisäys sekä siirtymän että kasvun johdosta on hidas, on seurauksena pitkäaikainen puuston kokonaismäärän aleneminen, mikä päättyy ja muuttuu nousuksi vasta sen jälkeen, kun tavoitemetsien paino saa ratkaisevan aseman kokonaisuudessa.

Erityisen huomattavaa on, että puuston kokonaismäärä kiertoajan lopussa ei ole sanottavasti nykyistä puuston määrää suurempi. Yksinomaan se seikka, että tämä puusto jakaantuu ikärakenteen eri sektoreille oikeassa suhteessa, saa aikaan tuntuvan muutoksen kasvun määrässä.

Kemijoen vesistöalueella suhteet muistuttavat paljon edellistä kuvaa, mutta puuvarat ovat jo alussa pienet ja kehityksen tempo hidas. Täällä joudutaan vielä paljon kauemmin toimimaan nykyisen vanhan puuston varassa. Suhteet II ja III sektorin puuston määrissä vaikuttavat oudoilta. Selitykseksi onkin viitattava nykyisten vanhojen metsien suhteellisen heikkoihin puuvaroihin. Kun II sektori tuonnempana saavuttaa suurimman



Kuva 8. Kemijoen alueen metsien kehityspiirteitä.
Kuvien merkinnät samat kuin kuvassa 6.

Fig. 8. Characteristics of the development of forests in the Kemi District. Sub-headlings from Fig. 6.

laajuutensa täysine puuvaroineen, on sen puuston määrä suuri ja kasvu jyrkästi nouseva. Suhteiden osittainen tasoittuminen tapahtuu vasta viimeisen pylvään osoittamassa kuvassa, jolloin koko puusto jo on tavoitemetsän muodostama.

Kasvun ja hakkuusuunnitteen kehitys

Hakkauslaskelmista on koottu tulokset taulukkoon 1 kunkin 20-vuotisen laskentajakson keskiarvona vuotta kohden. Lähtökohtavuosi on pyöristetty vuodeksi 1940 ja katsauksen helpottamiseksi vuosiluvut merkitty tasaisina 20-lukuina.

Havainnollisesti näiden tekijäin muutokset selviävät kuvista 6—8. Eteläisen rannikon alueella (kuva 6) kasvun lukuarvo pysyttelee koko kiertoajan loppuun asti hakkuusuunnitteen yläpuolella, ja vasta kiertoajan päättyessä, jolloin ikärakenteen tasoittuminen ja optimipuumäärän saavuttaminen ja sen jakaantuminen eri sektoreille on saanut edullisen koostumuksen, molemmat viivat yhtyvät.

Piirroksessa 7 valaistaan samoja suhteita Pielisen alueen valtion metsistä. Lähtökohta, johon edellä jo on saatu tutustua, on täällä aivan toisen-

Taulukko 1. Eräitä metsien kehityksen piirteitä lukuarvoina.
Table 1. Certain features in the development of forests, expressed in figures.

20-vuotiset laskentajaksot vuodesta 1940 lähtien *20-year calculation periods from 1940*	Etel. rannikko *Southern coast*			Pielisen alue *District of Pielinen*			Kemijoen alue *District of the Kemi River*		
	Alkupuusto *Initial growing stock*	Kasvu *Increment*	Hakkuusuunnite *Planned cut*	Alkupuusto *Initial growing stock*	Kasvu *Increment*	Hakkuusuunnite *Planned cut*	Alkupuusto *Initial growing stock*	Kasvu *Increment*	Hakkuusuunnite *Planned cut*
	kiintokuutiometriä hehtaaria kohden *cubic metres of solid measure per hectare*								
1940—1960	89	3.68	3.04	131	2.57	3.25	59	0.92	1.02
1960—1980	103	4.07	3.53	115	2.56	3.05	57	1.11	1.10
1980—2000	121	4.79	4.23	105	2.96	2.90	61	1.39	1.12
2000—2020	129	5.16	5.23	107	3.57	2.74	71	1.67	1.15
2020—2040	—	—	—	126	4.12	3.06	86	1.92	1.36
2040—2060	—	—	—	137	4.21	4.30	96	2.05	1.70
2060—2080	—	—	—	—	—	—	100	2.08	2.04

lainen. Vanhojen metsien runsaus niin pinta-alassa kuin puuston määrässä suorastaan velvoittaa kasvua runsaampaan hakkausmäärään. Hakkuusuunnite onkin kasvua suurempi ja pysyttelee n. 50 vuoden aikana sen yläpuolella. Tästä on tietysti seurauksena puuston määrän väheneminen, mikä pääosaltaan kohdistuu III sektorin puustoon, ja vasta sen jälkeen kun I ja II sektorit saavuttavat laskelman edellyttämään laajuuden ja tavoitemetsien puumäärän, alkaa kasvun nopea kohoaminen. Hakkuusuunnitteen aleneva suunta pysähtyy, kääntyy nousuksi ja jyrkkenee yhä, kun tavoitemetsät saavuttavat hakkuukypsyysiän. Kiertoajan päättyessä viivat yhtyvät.

Viitattakoon tämän yhteydessä vielä kuvaan 1, jossa tavataan samat piirteet kasvun ja hakkuusuunnitteen kuluessa ja niiden tasoittumisessa. Tutkimusmetodi on erilainen, laskennan kohde, osittain perusteetkin toiset, mutta päämäärä ja ratkaisu asiallisesti samat. Pielisen alueen maatilametsien kehitys erikseen laskettuna osoittaisi ilmeisesti samoja piirteitä kuin eteläisen rannikkoalueen metsien kehitys kuvassa 6. Erotusta olisi vain asteikon suhteissa ja toiminnan tempossa. Juuri näihin seikkoihin perustuu se ajatus, että samanaikaisesti kun valtion metsissä toimitetaan runsaita ja kasvun lukuarvon ylittäviä hakkauksia, kartutetaan maatilametsien tuottopuustoa tyytymällä kasvun määrää pienempään hakkuusuunnitteeseen (L i h t o n e n 1946). Tämä on tietysti mahdollista vain siellä, missä molempien omistajaryhmien metsiä on siinä määrin, että tällainen työnjako käy laatuun. Näin on asianlaita mm. juuri Pielisen vesistöalueella.

Kemijoen alueella ovat metsien puuvarat, niin vanhoja kuin metsät pääosaltaan ovatkin, varsin etäällä tavoitemetsän kiintokohdista. Kun

lisäksi metsien kehityksen suhteellinen hitaus ja useat talouspoliittiset ja metsätalouden järjestelyn näkökohdat (vrt. Lihtonen 1950) ovat toiminnan rajoittajina, on metsien tuleva kehitys ollut rakennettava aluksi tasaisena pysyvän hakkuusuunnitteen varaan. Hakkuusuunnite pääsee kohoamaan vasta sen jälkeen, kun tavoitemetsien puusto vaikuttaa asiaan.

Nämä kolme piirrosta ilmenevät niitä pääsuuntia, joita metsiemme tuleva kehitys seuraa metsänhoidollisten edellytysten vallitessa. Eteläisen rannikkoalueen metsien muutokset kiertoajan kuluessa edustavat maatilametsiemme yleistä kehitystä, joskin laskelmien yksityiskohdat tietysti poikkeavat tämän alueen lukuarvoista siinä määrin, kuin kullakin erillisellä alueella vallitsevat perusteet ja asetetut tavoitteet ratkaisuun vaikuttavat. Pielisen ja Kemijoen alueiden metsien kehitys edustaa syrjäisimpien metsiemme mahdollisuuksia. Molemmille on ominaista toiminnan hidasvireisyys.

Yleispäätelmiä

Näyttäisi siltä, että tässä kuvattu tutkimusmetodi antaisi mahdollisuuden seurata minkä tahansa metsälön tai metsäalueen metsien tulevaa kehitystä ja siten tarjoaisi keinoja jo alun pitäen ohjata kehitystä tavoiteltuun suuntaan. Laadittuna siis läpi koko kiertoajan tuottohakkauslaskelma siten vastaisi ko. metsälön kasvu- ja tuottotaulukoita, joista voidaan päätellä hakkausmäärä, kasvu ja eräitä muita tekijöitä ajassa eteenpäin. Mihin erilaisiin tarkoituksiin tällaisia tietoja voidaan käyttää, jääköön tässä tarkastelematta.

Sen sijaan voidaan tuloksista tehdä eräitä yleisiä ja laajakantoisiakin päätelmiä. Niinpä voidaan aluksi eräänä yleisenä toteamuksena esittää, että se näkemys, mikä Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella ja Suomen Metsätieteellisellä Seuralla oli v. 1929 niiden antaessa lausuntonsa Taloudelliselle neuvottelukunnalle, oli oikea. Nehän katsoivat, että metsiemme puun tuotto voidaan kohottaa kaksinkertaiseksi, ajatus joka sen jälkeen on voimakkaana iskulauseena toistunut mitä moninaisimmissa yhteyksissä.

Tämän tutkimuksen tulosten mukaan selitettynä puun tuoton kohoaminen koostuu seuraavalla tavalla. Maan yksityismetsissä, joissa kasvu jo nyt runsaiden kasvuvoimaisten metsien johdosta on suhteellisen hyvä, ei puun tuoton pysyvää tasoa voida kohottaa enempää kuin 40—60 % nykyisestä määrästä, eräillä alueilla poikkeuksellisesti enemmänkin. Maan pohjoispuoliskossa ja nimenomaan valtion metsissä on metsien nykyinen kasvu vanhojen metsien ylivoimaisen laajuuden takia niin pieni, että muuttamalla metsien ikärakenne ja samalla puuston kehitysrakenne

nykyistä edullisemmaksi voidaan puun tuotto nykyisestä kaksinkertaistaa. Kun lisäksi otetaan huomioon ne mahdollisuudet, joita metsäojituksilla voidaan saavuttaa (vrt. esim. M u l t a m ä k i 1952), ei varmaankaan olla kaukana nykyisen kasvun kaksinkertaisesta määrästä. Samalla on muistattava, että näissä tutkimuksissa on vertailukohta luonnon normaalia tasoa pienempi.

Kun tällaisesta tavoitteesta puhutaan, ei koskaan saa unohtaa niitä edellytyksiä, joita toiminnassa vaaditaan. Niinpä nyt viimeksi kulunut kymmenluku oli aikaa, josta tässä suhteessa ei voida hyvää sanoa; se on monella tavalla kaventanut mahdollisuuksia. Tästä syystä myös tämän tutkimuksen tulevaisuuden perspektiivit ovat aikataulusta ainakin nuo kymmenen vuotta jäljessä, ja niiden todennäköisyys alkaa vasta siitä päivästä, jolloin laskelman edellytykset toteutuvat.

Koottakoon vielä yhteen ne tärkeimmät tekijät, jotka metsiemme puun tuoton kohottamisessa ovat ratkaisevia.

1. Tuottopuuston kartuttaminen. Pienestä puuston kuutiomäärästä ja huonolaatuisesta puustosta ei millään menetelmällä saada suurta puuston lisäystä. Iskulause: »Pienimmästä puustosta mahdollisimman suuri tuotto» on meidän oloissamme huonoa propagandaa, mikäli tuotolla tarkoitetaan puuston määrän kohottamista.
2. Nykymetsien puuston kartuttamiseksi on kasvatushakkauksissa tyydyttävä y l e e n s ä heikkoihin harvennusasteisiin. Vain tällä tavoin voidaan nykyisissä metsissämme saada tuottopuuston määrä kohoamaan ja kiihkeimpien kehitysvuosien kasvu talletetuksi.
3. Mitä nuorempia nykymetsämme ovat, sitä suuremmat ovat mahdollisuudet metsänhoitotoimenpitein saavuttaa tyydyttäviä, jopa hyviäkin tuloksia. Nuorten metsiköiden pilaaminen on mitä raskain virhe.
4. Luonnonmukaisten harvennushakkausten merkitystä puuston laadun parantamiseksi on syytä korostaa.
5. Todellisten uudistushakkausten toteuttamiseen on kiire, ja työtä on tehtävä ylimitoitetussa laajuudessa. Uudistushakkauksiin on luettava vajaatuottoiset metsät, vanhimmat ikäluokat ja kasvupaikalle soveltumattomien puulajien muodostamat metsät. Metsiemme keski-ikä on saatava alenemaan.
6. On huolehdittava riittävän ja nopeasti aikaan saatavan taimiaineksen nousemisesta uudistusaloille. Ellei luonnonsiemennys onnistu, on turvauduttava metsänviljelyyn.
7. Metsityskelpoisten soiden ojituksia on laajennettava suuressa mittakaavassa.

Metsiemme kehitys nykyisen suuntauksen vallitessa

Edellä on tarkasteltu, miten metsämme kehittyvät metsänhoidon ja tarkoituksen mukaisen metsätalouden järjestelyn tuloksena. Artikkelin otsikko velvoittaa tarkastelemaan kehityksen suuntaa myös nykyisin vallitsevan metsän käytön jatkuessa.

Ei ole oikein väittää, että metsiemme käsittely olisi aikaisemmasta huonontunut. Jo useita vuosikymmeniä jatkunut tieteellinen tutkimustyö on luonut pohjaa metsätalouden käytännölle, ja samanaikaisesti laajentunut valistus- ja ohjaustoiminta on jättänyt jo paljonkin jälkeä. Metsänhoito on saanut jalansijaa laajoissakin piireissä, ja niinpä voitaneen odottaa, että alueittain hyvinkin huomattava metsien entistä parempi käsittely saattaa III valtakunnan metsien arvioinnissa ilmetä näkyvinäkin tuloksina. Mutta ei toisaalta voida myöskään sanoa, että metsänhoito olisi läheskään niin yleistä, kuin edellä kuvattu tuleva kehitys vaatisi. Maata kokonaisuutena tarkasteltaessa metsänhoidon kohentuminen on voinut vain vaikuttaa sen, että metsiemme yleistila ei ole nykyistä huonompi.

Metsiemme yleisin hakkaustapa lienee edelleen eräänlainen jatkuva harventaminen, valtaosaltaan vallitseviin latvuskerroksiin kohdistuvana ja metsiköiden keski-iältä lähtien selvästi harsinnan luonteisena. Selvää eroa kasvatushakkausten ja uudistushakkausten välillä ei vielä yleisesti osata tehdä.

Nuorten metsiköiden kehitys I valtakunnan metsien arvioinnista II arviointiin ei ole lupaava. Maan eteläpuoliskon 40—60-vuotiaiden metsiköiden puuston kuutiomäärä oli v. 1938, kuten jo aiemminkin on mainittu, pienempi kuin v. 1923. Voidaan tietysti ajatella useitakin seikkoja tämän selittämiseksi, kuten esim. tähän ikäluokkaan luettujen metsiköiden keskittymistä ikäluokan aikapuoliskoille eri tavalla eri arvioinneissa. Paremmalla syyllä voitaneen kuitenkin otaksua, että arviointien välisenä aikana tämän kehitysluokan metsiköitä on käsitelty vahvemmilla hakkauksilla kuin aikaisemmin. Siihen viittaa myös puuston järeiden läpimittaluokkien väheneminen ja pienten läpimittaluokkien lisääntyminen. Tällainen hakkuiden suunta on täysin niiden ajatusten vastainen, joita edellä on edullisen kehityksen vaatimuksena pidetty ja aivan vastoin niitä biologisia perusteita, joihin edellä K a l e l a a n viitaten on vedottu. Niinpä onkin paikallaan eräänlaisena oireena metsiemme tulevan kasvun kehityksestä viitata juuri nyt kosketeltujen nuorten metsien alentuneisiin puuvaroihin. Kun

juuri tämä ikäluokka on metsiemme laajin ja kun sen absoluuttinen kasvu on hehtaaria kohden laskettuna korkein, eivät alentuneet puuvarat suinkaan kasvua silmällä pitäen näytä ennustavan hyvää. Viitattakoon vielä siihen aiemmin kosketeltuun seikkaan, että metsien keski-ikä maan eteläpuoliskossa on pysynyt paikallaan.

Keski-iän paikallaan pysymiseen, mikä nykyisen ikärakenteen mukaan merkitsee sen kohoamista, ovat vaikuttaneet eräät toiset kehitystä jarruttavat tekijät. Metsiemme uudistaminen on toimenpide, jonka tarpeellisuutta aivan viime aikoina on kyllä usein korostettu, mutta jossa ei ole päästy tekoihin asti. Metsiemme uudistumislaajuus (vrt. s. 6) näyttää olevan enemmän sattumanvaraista kuin järjestettyä taloustoimintaa. Selviä runsaita ja onnistuneita metsän uudistustöitä on eräissä valtion hoitoalueissa 1920- ja 1930-luvuilla toimitettu runsaastikin, samoin yhtiöiden metsissä, mutta varsinaisissa yksityismetsissä niiden merkitys on uudistettavien metsien laajuuteen katsoen jäänyt vähäiseksi. Kaiken kaikkiaan ne, 1930-luvun usein mainitusta metsänhoidon edistymisestä huolimatta, ovat niin vähäiset, että ne koko maata koskevissa tilastoissa eivät pääse esille.

On näin ollen odotettavissa, että yksityismetsien kehityksessä ollaan menossa siihen tilaan, mikä nyt vallitsee valtion metsissä, so. vanhojen metsien runsauteen. Eroavaisuutta on vain siinä, että valtion metsien vanhat ikäluokat ovat säilyneet menekkiolojen heikkouden takia ja ovat sen takia yleensä vielä runsaspuustoisia, kuten Pielisen alueella, kun taas yksityismetsissä vanhojen metsien puuston määrä on pieni. Lopputuloksena täytyy siis olla vajaatuottoisten metsien lisääntymiuen.

Hakkuutoiminnassa on siis ilmeisesti valtavasti parantamisen varaa, ennen kuin metsissämme yleisesti ja todella vaikuttavassa määrässä päästään edistyvään puun tuottoon.

On siten paikallaan kysyä: — mitä olisi tehtävä? —

On todettava, että sellainen kuva kuin edellä on annettu, on liian synkkä. Voidaan esittää useita valopilkkuja jotka viittaavat kehityksen suunnan kääntymiseen. Niin ikään on huomattava, kuten aiemmin on jo mainittukin, että tuntuvatkaan parantuneen metsänhoidon tulokset eivät heti pääse arvioinnin lukuarvoissa näkymään.

Metsien kohonnut arvo on tietysti omansa kiinnittämään huomiota niiden oikeisiin käsittelytapoihin. Metsänhoitoyhdistyslain voimaan tulo vaikuttanee ennen pitkää laajojen metsänomistajapiirien käsitysten muuttumiseen. Metsälainsäädäntöä kehitetään parhaillaan entistä tehokkaammaksi, ja tällöin on viitattu mm. mahdollisuuksiin vaikuttaa sellaisiinkin tekijöihin kuin tuottopuuston säilyttäminen ja metsänhoidon saattaminen velvoittavaksi tehtäväksi. Luetteloa voisi jatkaa pitkällekin.

Metsänhoito olisikin liitettävä maatilatalouden pysyvään työohjelmaan samalla tavalla kuin siihen kuuluvat maa- ja karjatalouden jokavuotiset tai kausiluonteiset tehtävät.

Tämän tutkimuksen tulokset, joista tässä on vain esimerkin vuoksi joitakin kohtia esitetty, viittaavat nimenomaan maatilametsien puun tuoton kohottamisen suuriin mahdollisuuksiin. Tämän ajatuksen perustelemiseksi viitattakoon tässä vain eräisiin päätekijöihin.

1. Maatilametsien sijainti maamme ilmastollisesti ja kasvupaikkasuhteiden kannalta edullisimmilla seuduilla osoittaa, että metsän kasvattamisen biologiset edellytykset ovat hyvät.

2. Maatilametsien liiketaloudellinen sijainti on edullinen. Taloudelliset edellytykset ovat hyvät.

3. Maatilametsissä on vielä runsaasti kehityskelpoisia ikäluokkia. Puun tuoton pikaisen kohottamisen edellytykset ovat hyvät.

Maatilametsiin verrattavia ovat kuntien ja seurakuntien metsät.

Yhtiöiden metsät ovat jo hieman epäedullisemmassa asemassa ja valtion metsät hyvin etäällä em. edellytyksistä. Valtion metsillä sen sijaan on etuna hyvälaatuista puuta sisältävien metsien runsaat hakkuumahdollisuudet.

Edellä on kosketeltu metsätalouden käytännön kohentamiseen johtavia näkökohtia. Tarvitaan myös lisävakuuksia asian oikeutuksen puolesta.

Tieteellinen tutkimustyö on aluksi kohdistunut puhtaasti teoreettisiin kysymyksiin. On tutkittu täystiheitä, luonnon normaaleja ja luonnontilaisia metsiä ja edelleen tyypillisiä puhtaita tapauksia, olkoon kysymys kasvupaikan laadusta, puulajista, metsikkömuodosta, hakkaustavasta jne. Tämä on tietysti ollut välttämätöntä metsien kehityksessä vallitsevien lakien selvittämiseksi.

Suurena edistysaskeleena on käytännön kannalta pidettävä valtakunnan metsien arviointien saamista tutkimusohjelmaan. Omistajaryhmittäin ja alueittain laaditut erittelyt ovat antaneet yhä varmempaa aineistoa metsien todellisen tilan päättelemiseksi; samoin ne erikoistutkimukset, joita jo paljonkin on tehty.

Tutkimustyötä olisi laajennettava ja syvennettävä vielä nimenomaan pitkän ajan suunnittelujen tarkoituksia tyydyttämään. Edellä viitattiin jo tavallisimpien nykymetsien tilasta eteenpäin tähtääviin tutkimuksiin. Nykyiset metsämme, joissa on yhtä paljon keskitasoa heikompia kuin sitä parempia, ovat käytännön metsänhoidon lähin ja tärkein kohde. Tarvitaan luotettavia tietoja näiden metsien kehittymisestä nykyisessä tilassaan ja eri tavoin käsiteltyinä; tarvitaan tietoja siitä, miten suuri on tuottopuuston määrä erilaisissa tapauksissa oleva; miten pitkää kiertoaikaa sovellettava;

miten kasvu kehittyy ja miten pian voidaan odottaa tulosten ilmaantuvan. Tarvitaan samojen metsälöjen, esim. esikuvametsälöjen kehitystä, niin metsänhoidollista kuin taksatoorista, valaisevia aika ajoittain uudistuvia arviointeja ja tutkimuksia. Edelleen kysytään tietoja edullisimmista työmenetelmistä, työn rationalisoimisen mahdollisuuksista jne.

Tällaisten tutkimusten yhtenä eikä suinkaan kaikkein vähimpänä tarkoituksena tulisi olla ammattikunnan, niin metsänhoitaja- kuin metsäteknikkokunnan saaminen vakuuttuneeksi oikeiden menetelmien edullisuudesta. Vain tältä pohjalta voimme odottaa tuloksia tuottavaa työtä metsiemme puun tuoton kohottamiseksi.

Kirjallisuutta

Barth, Agnar. 1929. Skjermforyngelsen i produksjonsøkonomisk belysning. AFF 34. Helsinki.

Heikinheimo, Olli. 1944. Metsien käsittely poikkeuksellisissa oloissa. Helsinki.

—»— 1951. Metsänistutukset huokeammiksi ja yleisemmiksi. Metsälehti 1951/45.

Heikkilä, T. 1914. Tuotantotaulut pääpuulajeillemme männylle, kuuselle ja koivulle. A. G. Blomqvistin aineiston perusteella. S. metsänhoitoyhd. julk., erikoistutk. 2. Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1920. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen. AFF 15. Helsinki.

—»— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1922—24 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. Summary: The forests of Suomi (Finland). MTJ 11. Helsinki.

—»— 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in central Nord-Suomi (Finland). MTJ 24. Helsinki.

—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. MTJ 30. Helsinki.

—»— Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.

—»— 1948. Yksityismetsiemme heikkoudet ja niiden korjaaminen. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.

Kalela (Cajander), Erkki K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. MTJ 19. Helsinki.

Kalela, Erkki K. 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. SF 64. Helsinki.

—»— 1951. Metsänhoidon taustaa ja tekniikkaa. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.

Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. Selostus: Tutkimuksia tasaikäisen mäntykoivusekametsikön kehityksestä. MTJ. 15. Helsinki.

Lihtonen, V. 1943. Tutkimuksia metsän puuston muodostumisesta. Tuottohakkauslaskelma. Referat: Untersuchungen über die Bildung des Holzvorrates des Waldes. AFF 51. Helsinki.

—»— 1946. Valtakunnan metsätalouden järjestely metsiemme poistuman ja tuottohakkausmäärän valossa. Summary: Regulation of finnish forestry in the light of removal and rental cut. AFF 53. Helsinki.

—»— 1950. Mitä Perä-Pohjolan metsät lupaavat. Metsätaloudellinen aikakauslehti.

Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der südhälfte Finnlands. AFF 30. Helsinki.

—»— 1927. Zur Frage der Waldbetriebsregelung mit besonderer Berücksichtigung der Waldverhältnisse Finnlands. AFF 32. Helsinki.

Lönnroth, Erik. 1929. Theorethisches über den Volumzuwachs und -abgang des Waldbestandes. AFF 34. Helsinki.

Miettinen, Leevi. 1930. Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. Referat: Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung. MTJ 16. Helsinki.

—»— 1932. Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände. MTJ 18. Helsinki.

Multamäki, S. E. 1952. Suo metsän kasvupaikkana. MTJ 40.

Nyyssönen, Aarne. 1950. Vertailevia havaintoja hoidettujen ja luonnontilaisten mänuiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: Comparative observations on the structure and development of tended and natural pine stands. SF 68. Helsinki.

Petrini, Sven. 1936. Om kantträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt. 29. Stockholm.

Rancken, Torsten. 1951. Keskustelua istutusvälien pidentämisestä. Lausunto Metsälehdessä 1951/48. Helsinki.

Saari, Eino. 1949. The sustained yield in forestry. Proceedings of the III World forestry congress. Helsinki.

Watts, Lyle F. 1946. Gaging the timber resource of the United States. Report 1 from a reappraisal of the forest situation. U. S. Department of Agriculture. Forest Service.

Viro, P. J. 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil. MTJ 35. Helsinki.

Lisäyksiä:

AFF = Acta forestalia fennica.

MTJ = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. — *Communicationes instituti forestalis Fenniae.*

ON THE FUTURE DEVELOPMENT OF FINNISH FORESTS

On research methods

Summary

With the increasing importance attached to forestry more attention than before must be devoted to the future potential of forests. On this future potential are based many far-reaching decisions, such as investments benefiting forests, development of legislation, availability of raw timber for forest industries, etc. In forestry the usual short-term planning must be accompanied by long-term plans.

The old generation of forests, naturally originated and naturally grown, is decreasing. It has been and is being replaced increasingly by a new generation, man-made either directly or indirectly. A study of the future and most favourable possible development of forests requires another new conception, the t a r g e t f o r e s t, i.e. the reasonable maximum limit of the yield of wood that can be considered the objective of forest growing.

Among the methods of research into future development, the best known is that which bases its conclusions on growth and yield tables, compiled in Finland by A. G. B l o m q v i s t in 1872 and Yrjö I l v e s s a l o in 1920 and 1937. Both of them were worked out for fully-stocked naturally normal stands for which reason they are not as such serviceable for a study of the future development of the present forests.

The repeated national forest surveys, carried out in Finland in 1922—24 and 1936—38, with a third survey started in 1951, provide material mainly for short-term planning, although they permit conclusions pertaining to longer periods as well.

Where a thoroughly reliable basis is lacking it becomes necessary to form conclusions from general, known factors and probabilities, employing trend-like investigations. Such investigations have been made e.g. into the development of forests in the United States of America in 1946 (W a t t s 1946). Fig. 1.

The method of rental cut calculation developed by the author (1943, 1946) provides a means of calculating, starting from the condition of existing forests, the future development of forests resulting from fellings, by ten-year periods. An investigation based on this method will be reported on in the following.

An experiment on the determination of the future development of forests

In determining the future development of forests, a target forest must be constructed which indicates the yield of wood from the forests within the range of possibility and at which the development of forests should aim in practical forestry. A separate target forest of this type may be formulated for each site quality class, for stands of different tree

species, etc. As the future development of the forests of the whole country is studied in this investigation on the basis of water-system areas, the target forest conceived is the mean value of forests on different forest sites and composed of different tree species, i.e. a value weighted according to the relative importance of the different properties. Fig. 2 gives certain set values of the target forests, as ratios of the volume of growing stock and age of forest. These diagrams are derived from the course of development of naturally normal tree stands by reducing the table values with 20 %.

Endeavours will be made in the forests being established at present and in those to be established in the future to meet the requirements indicated by the target forest. A condition will be the obtainment of sufficient seedling material as a result of regeneration cuttings or by forest cultivation. Future felling quantities from the target forest will accord with known and predetermined set values, whereas the phases of treatment of present forests introduce numerous problems, for the objective must be an increasing yield of wood in their case as well.

The tree stand of the present forests are known from the national forest surveys (I l v e s s a l o 1927, 1942). Their growing stock is far below the target forest level at different ages, and it is no longer possible to attain the target. However, it is important to achieve as great an increase in the growing stock as possible, and this can be done by keeping the productive stock abundant and vigorous. Hence, less intense thinnings are applied as intermediate cuttings; mainly slow-growing and inferior individuals are removed. The felling cycle is made to conform with the inspection cycle, i.e. 10-year period.

The biggest felling result is obtained from regeneration cuttings and depends on the size of the regeneration area and on the quantity of its growing stock. Due to the great variation in age distribution, and in order to facilitate comparison, a brief age distribution formula has been prepared from the age-class table of each area. The rotation has been divided into three sectors, I, II and III, i.e., young, medium-aged and old forests. An index figure indicating the area of the sector as a percentage of the whole forest area has been computed for each sector. In the cases serving as examples in the present investigation the formulae of comparison are as follows:

1. Southern coast ..... I_{13} II_{43} III_{44} (rotation 80 years)
2. District of Pielinen ..... I_{4} II_{16} III_{80} (» 100 »)
3. District of the Kemi River .. I_{8} II_{20} III_{72} (» 140 »)

These formulae alone show that it is advisable to extend the area of regeneration cuttings beyond the normal. This has, in fact, been done, in Case 1 for 20 years by 10 %, in Case 2 for 40 years by 10 % and in Case 3 for 40 years by 25 %. Factors influencing the decision, apart from forest management problems, have been those connected with economic policy.

The calculation aims at achieving a silviculturally acceptable programme, and it, therefore, takes into account the influence of good silviculture. The purpose is to concentrate the growth in material — young forests, favourable tree species, valuable tree individuals, etc. — in which the effect of growth is greatest and most rapid. Increases in growing stock are calculated on the basis of growth percentages arrived at from the results of national forest surveys (I l v e s s a l o 1948). There is a choice of three series of figures; for the present calculations the growth figures for present-day forests (density class $0.6-0.7$) have been applied, and for the target forests the series of figures for density class $0.8-1.0$. These series of figures have been modified both for the stock to be removed — for which reduced percentages have been used, and for the stock left to grow — for which slightly increased percentages have been used, as it has been found that light thinnings and removal of the poorest trees increase the growth of the remaining trees stand. This has been observed particularly in regeneration phases with heavy fellings.

Results of the investigation

The results of the investigation are given principally in diagrammatic form. Fig. 4 and 5 show how the volume of growing stock increases by age classes from its present amount (thick line 1) up to the set values of the target forest (lines 5 and 7). The present forests cannot attain the level of the target forest as their growing stock is insufficient in quantity, but the sketch shows at the same time that the younger the forests are at the time their treatment according to silvicultural requirements is begun, the more they will approach the general course of development of the target forest, as is indicated by the thick broken lines 2—6.

The changes in age distribution and in the structure of the corresponding growing stock are illustrated by Fig. 6—8. The changes in the areas of the age classes are indicated by the variations in the sectors of the circle and by their becoming more even out towards at the end of the rotation; the changes in the structure of the tree stand are illustrated by the columns. The position of the initial moment of the calculation, the present time, affects very much the results and their chronological development.

In Fig. 6—8 the thick lines indicate the planned cut, and the thick broken lines the variations in growth up to the end of the rotation. In farm forests, represented in the first place by Fig. 6, the growth exceeds the planned cut, throughout, and the lines join and level off at the end of the rotation when the quantity and structure of growing stock are close to their optimum. In state forests, represented by Fig. 7, the ration is different. Due to the abundance of old forests the planned cut exceeds the growth for approx. 50 years. To start with the amount of growing stock decreases, but when the target forests predominate the ratio evens out at the end of the rotation. Reference may be made here to Fig. 1, where the same features of development are found.

The final conclusions drawn from the investigation are as follows:

— the productive growing stock in Finnish forests must be increased.

— in order to achieve this, the thinnings in young and medium-aged forests must be of low grade on an average,

— the younger the present-day forests are when their silvicultural treatment is begun, the more their yield of wood will increase, both in rapidity and in quantity,

— fellings aimed at the regeneration of forests must be materially very greatly extended, and

— the regeneration of forest, in doubtful cases, must be effected through artificial means.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.23
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.23

METSÄKASVIEN KUKINTA-AJOISTA JA NIITTEN AIHEUTTAMISTA VÄRINÄKYMISTÄ

U. PERTTULA

ON THE BLOSSOMING PERIODS AND THE COLOUR ASPECTS OF FOREST FLOWERS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Johdanto

Kasvien kukkiminen kuuluu fenologisten ilmiöitten joukossa eniten tutkittuihin. Kun tiedot meikäläisten kasvien kukinta-ajoista kuitenkin rajoittuvat pääasiassa niitten alkamishetkeä käsitteleviin ja kun fenologisissa tutkimuksissani olen kiinnittänyt varsin seikkaperäistä huomiota kasvien kukinta-aikoihin, katson niitä koskevien tulosten julkaisemisen aiheelliseksi. Vielä aiheellisemmaksi olettaisin otsikon jälkipuoliskon, jota tosin jo K a i r a m o (1921) yleisluontoisesti ja K a i k k o (1945) enemmän maisematieteen näkökulmasta sekä eräät muutkin tutkijat, mm. C a j a n d e r (1905) ja J a l a s (1945) muunlaisten kasviformaatioitten osalta ovat kosketelleet.

Pitempiaikaisia fenologisia tutkimuksia olen suorittanut jo vuosina 1928, 1929 ja 1933 Metsätieteellisen Tutkimuslaitoksen Solbölen kokeiluaseman metsissä Bromarvin pitäjässä sekä sittemmin vuosina 1942 ja 1943 sodanaikaisissa olosuhteissa Juksovon seudun metsissä Syvärin yläjuoksun eteläpuolella. Jonkinverran tein niitä myöskin kesällä 1934 edellämainitulla paikalla sekä 1944 viimeksimainitulla seudulla. Sitäpaitsi on fenologista havaintoaineistoa kertynyt muutamilta muiltakin 1930- ja 1940-luvun kesiltä sekä kesältä 1951 pääasiassa Etelä-Suomesta.

Lukuunottamatta eräitä pikku katkelmia tein yhtäjaksoisimmat muistiinpanot kesinä 1933 ja 1942, edellisenä kesänä aikana 10. V—31. VIII ja jälkimmäisenä koko kasvukauden kuluessa. Katkeamien ja kevään 1933 tiedot on saatu osittain kyselyjen ja kirjallisuuden, osittain toisiin kesiin vertailujen avulla, eivätkä ne nähdäkseni juuri poikkea todellisuudesta.

Käytännössä tehtiin havaintoja kahdella tavalla: pysyvillä koealoilla, joilla käytiin säännöllisesti pari kertaa viikossa, sekä erillisiä yksityishavaintoja jatkuvilla retkeilyillä muitten tutkimusaiheitten yhteydessä. Havaintojen muistioinnin jouduttamiseksi käytettiin lyhennysmerkintöjä. Näistä merkinnöistä, jotka ulotettiin muillekin fenologian haaroille, kehkeytyi vähitellen painoasuunkin sovellettu kaaviollinen merkintä (vrt. P e r t t u l a 1949, s. 111).

Edellämainittujen kesien sääsuhteita ilmentää taulukko n:o 1. Sen Solböleä koskevat lämpötila-arvot on saatu kokeiluasemalta n. 20 km kaakkoon olevalta Högsandin havaintoasemalta sekä sademäärä- ja pilvisyysarvot n. 10 km:n päässä sijaitsevilta Särkisalon ja Bromarvin Kivitokin asemilta. Juksovon meteorologiset tiedot perustuvat siitä n. 25 km:n päässä kaakossa olevasta Wosnesenjasta saatuihin havaintoihin, joita silloisen armeijamme VII:n divisioonan sääasema suoritti. Nämä arvot eivät oleellisesti poikenne fenologisten havaintopaikkojen todellisista arvoista.

Taulukko 1. Solböleä ja Juksovoa vastaavat sääsuhteet huhti-elokuussa allamainittuina vuosina. S. = Solböle, J. = Juksovo.

Table 1. Weather conditions at Solböle and Juksovo in April—August in the years listed below.

		IV	V	VI	VII	VIII
Lämpötila C° *Temperature C°*	S. 1928	2.3	7.8	10.1	13.1	14.1
	S. 1929	1.5	7.6	10.6	14.4	14.6
	S. 1933	2.2	7.6	14.9	17.0	14.5
	S. 1934	3.2	10.3	14.2	18.3	18.0
	Km. S. 1926—35	1.8	7.9	12.6	16.7	15.6
	J. 1942	2.0	7.3	12.6	15.8	14.6
	J. 1943	3.7	10.2	15.5	18.3	15.1
	J. 1944	0	8.1	—	—	—
Pilvisyys % *cloud %*	S. 1928	68	65	67	46	75
	S. 1929	63	57	48	50	60
	S. 1933	62	59	26	52	55
	S. 1934	45	45	34	63	36
	Km. S. 1925—34	63	58	49	50	61
	J. 1942	38	51	42	59	42
	J. 1943	79	64	64	35	69
	J. 1944	39	41	—	—	—
Sademäärä mm *Precipition mm*	S. 1928	39.2	96.1	61.4	43.1	97.7
	S. 1929	34.5	87.8	30.5	107.7	52.6
	S. 1933	50.6	17.3	18.0	83.1	85.6
	S. 1934	27.6	52.2	12.7	87.0	61.7
	Km. S. 1925—34	36.4	55.3	36.5	72.6	78.9
	J. 1942	—	60.9	45.0	83.8	53.9
	J. 1943	34.1	18.6	30.1	29.5	62.1
	J. 1944	15.8	87.8	—	—	—

Metsäkasvien kukinta-ajoista

K u k i n n a n a l k a m i n e n. Tarkastelemme ensiksi kesää 1933 Solbölessä. Sen kukintailmiöitten alkaminen näkyy havainnollisesti diagrammasta n:o 1. Diagramman aikamääritykset tarkoittavat, kuten kaikki muutkin tässä kirjoitelmassa (lukuunottamatta taulukossa 4 olevia), vain keskimääräisiä arvoja. Yksityiset versot edullisissa olosuhteissa pääsevät jonkin verran aikaisemmin kukalle kuin saman tyypin yleinen kukinta alkaa.

Y l e i s e t k u k i n t a i l m i ö t a l k o i v a t v a s t a h u h t i k u u n p u o l i v ä l i n j ä l k e e n. Tässä kuussa kukintansa aloittaneiden lajien lukumäärä jäi alle 5 % kaikista kesän kuluessa kukkineista lajeista. Parhaimmassa tapauksessa aloitti tässä kuussa kaksi lajia kukintansa samana päivänä samassa tyypissä. T o u k o k u u s s a aloitti kukintansa n. $^1/_5$ kaikista kukkivista lajeista. Parhaimpina päivinä pääsi yksityisissä tyypeissä neljäkin lajia kukalle. K e s ä k u u o l i k u k i n n a n a l k a m i s e n s u h t e e n p a r a s k u u k a u s i, sillä hieman yli puolet kaikista kukkivista lajeista aloitti kukintansa tässä kuussa. Kuun ensim-

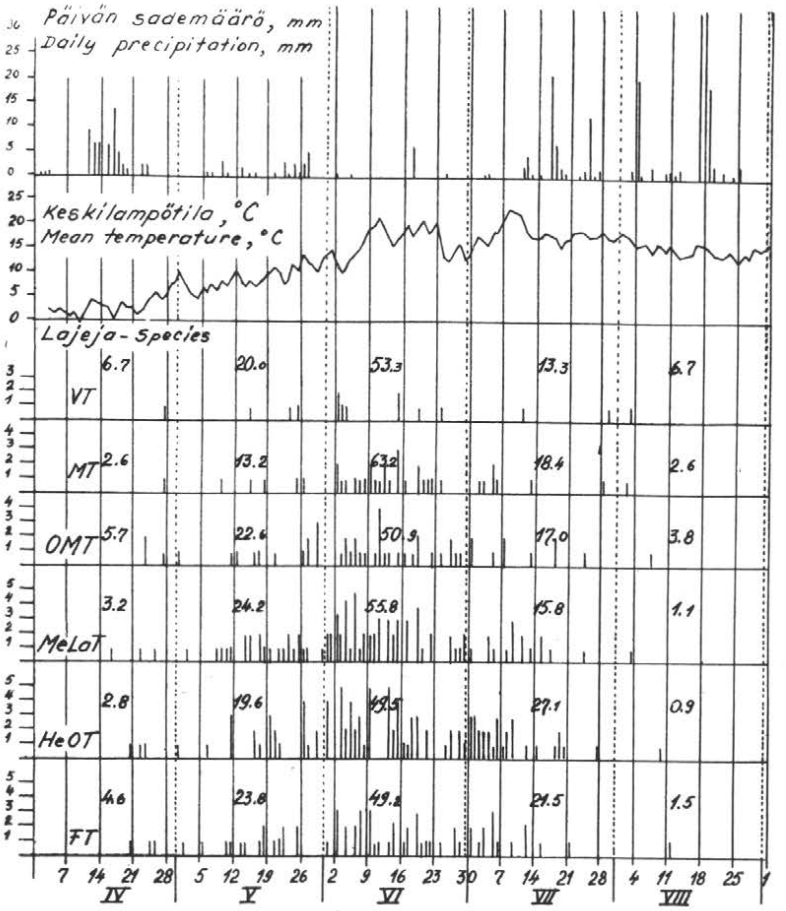


Diagramma 1. Kukintansa aloittavien lajien päivittäinen lukumäärä Solbölen metsissä kesällä 1933. Diagramman keskellä olevat numerot tarkoittavat alkamisten %-lukua kunakin kuukautena.

Diagram 1. The daily number of species starting to blossom in Solböle forests in the summer 133. The figures on the diagram indicate the percentage of starts in each month.

mäisellä ja toisella viikolla ilmestyi metsäkuvaan uusia kukkalajeja nopeammassa tahdissa kuin vanha sananparsi »kuin sieniä sateella» kykenee ilmentämään. Viisi uutta kukkaan puhkeavaa lajia samassa tyypissä yhden päivän aikana oli tämän kuun ennätys. Heinäkuun kukinnan alkaminen oli runsaudeltaan samaa luokkaa kuin toukokuun. Parhaimpien päivien saavutukset samassa tyypissä supistuivat jo kolmeen kukkimisensa aloittavaan lajiin. Elokuussa tuli kukalle vielä vähemmän lajeja kuin huhtikuussa, vain 2 à 3 % kaikista. Elokuun jälkeen ei mikään uusi laji enää puhjennut kukalle. Mikäli uusia kukkimisia ilmaantui, ne olivat refloraatioita (vrt. s. 13).

Erinäiset perinnölliset syyt, kuten erilainen kasvunopeus, varren lopullinen korkeus, kukka-aiheitten syntymisaika jne., määräävät luonnollisesti, minä kesän ajanjaksona kasvi kukkii. Kukinta ja siis sen alkaminenkin voi kuitenkin sääsuhteista riippuen sijoittua varsin eri kohdille tässä ajanjaksossa, niinkuin vanhastaan on tunnettua. Toisin sanoen: kukinnan alkaminen on visseissä rajoissa sääsuhteitten funktio. Vaikka Solbölen muiden kesien fenologinen tilasto (ks. taulukkoa 2) koskee vain osaa metsälajeista ja vaikka olen toistaiseksi ennättänyt saada Juksovon lajistosta vain osan »puhuvaan» järjestykseen, tuntuu ilmeiseltä, että näillä Fenno-Skandian leveyksillä — Solböle on vain vajaa 1° etelämpänä kuin Juksovo — metsäkasvien enemmistö on predestinoitu aloittamaan kukkimisensa kesäkuun aikana. Tämän kuukauden lämpötilat näyttävät olevan useimpain lajien kukintaan jo riittävät. Kesäpäivän seisaus, jolloin solaarinen valaistus on voimakkaimmillaan, sattuu kuun puolivälin jälkeen, eikä pilvisyyskään aseta tämän kukinnalle tärkeän tekijän tielle esteitä, sillä kesäkuu on kesäkuukausistamme kirkkain. Toisinaan ovat kesäkuun aikana sattuvat poutakaudet kukinnalle kohtalokkaitakin. Aukeilla ja kuivilla niityillä monet lajit mainittuna kesänä kuivuivat kesken kukintaansa; metsissä tämä vaara ei ollut niin vakava, metsäkallioita lukuunottamatta. Kun kesäkuu v. 1933 oli Solbölessä kumminkin normaalia huomattavasti lämpimämpi ja jokseenkin puolta vähäsateisempi sekä tuntuvasti aurinkoisempi, on mahdollista, ettei kesäkuu viileämpinä ja sateisempina kesinä muodostu kukinnan alkamisen suhteen yhtä ylivoimaiseksi heinäkuun rinnalla kuin v. 1933. Samoin näyttää Juksovon tilasto (ks. taulukkoa 3), että aikaisempina lämpiminä kesinä toukokuukin kukinnan alkamisessa näyttelee huomattavaa osaa.

Palaamme uudelleen kesään 1933 Solbölessä. Sen huhtikuun kukinnan alkamisten niukkuuteen oli syynä ennen kaikkea alhainen keskilämpötila ja kevätpakkaset. Kuun alkupuoliskolla lämpötila laski kuutena päivänä 0°:n alapuolelle alhaisimpien lämpötilojen ollessa 8:ntena (−2.1°) ja 9:ntenä (−3°) pv:nä. Loppupuoliskolla lämpötila putosi 0°:n alle vain kahtena pv:nä, nim. 16:ntena (−2°), jolloin keskilämpötilakin jäi arvoltaan negatiiviseksi, sekä 22:ntena pv:nä. Tässä kuussa alle 5°:n päivän keskilämpötilassa kykenivät aloittamaan kukintansa *Corylus avellana*, *Alnus glutinosa* (hieman pohjoisempana myös *A. incana*), *Daphne mezereum* (ei aivan tutkimusalueella, vaan hieman pohjoisempana), *Luzula pilosa*, *Hepatica triloba* ja *Pulmonaria officinalis*.

Toukokuussa ei ollut enää lainkaan yöpakkasia. Tässä kuussa alle 10°:n päivän keskilämpötilassa aloittivat kukintansa *Betula* sp., *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Ulmus scabra*, *Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Ribes alpinum*, *R. Schlechtendalii*, *Carex digitata*, *Hierochloë australis*, *Caltha*

Taulukko 2. Kukinnan yleinen alkaminen Bromarvin Solbölessä vv. 1928—29 ja 1933—34. Kukinnan ennättäminen merkitty — merkillä, myöhästyminen + merkillä (pv:issä).

Table 2. General start of blossoming at Solböle in Bromarv in the years 1928—29 and 1933—34. An early start beavs the — mark, a late start the + mark; deviations from the normal starting time are expressed in days.

Laji *Species*	Tyyppi *Site type*	1928	1929	1933	1934
Pulmonaria officinalis	FT	3. V	± 0	— 5	— 7
Anemone nemorosa	FT	12. V	—	— 6	— 6
Betula sp.	HeOT	22. V	± 0	— 5	— 12
Oxalis acetosella	OMT	24. V	± 0	— 3	— 9
Lathyrus vernus	MeLaT	24. V	+ 2	— 7	— 13
Stellaria holostea	MeLaT	2. VI	— 2	— 11	—
Vaccinium myrtillus	OMT	3. VI	± 0	— 6	— 14
Dentaria bulbifera	FT	3. VI	—	— 3	—
Picea excelsa	OMT	6. VI	± 0	— 7	— 13
Lathyrus montanus	MeLaT	6. VI	— 1	— 6	— 13
Viola riviniana	OMT	6. VI	— 2	— 7	— 14
Quercus robur	MeLaT	9. VI	— 2	— 7	— 15
Lonicera xylosteum	MeLaT	9. VI	— 2	— 9	—
Vaccinium vitis-idaea	MeLaT	11. VI	—	— 6	— 14
Convallaria majalis	MeLaT	12. VI	— 1	— 10	—
Polygonatum officinale	MeLaT	14. VI	— 2	— 11	—
Melica nutans	MeLaT	14. VI	— 2	— 11	—
Sorbus aucuparia	HeOT	16. VI	—	— 8	—
Melandrium dioecum	FT	16. VI	± 0	— 6	— 10
Ranunculus acer	HeOT	16. VI	± 0	— 8	— 12
Geranium silvaticum	MeLaT	17. VI	— 2	— 12	—
Actaea spicata	HeOT	18. VI	— 3	— 11	—
Majanthemum bifolium	HeOT	21. VI	— 3	— 9	—
Melampyrum pratense	MeLaT	22. VI	—	— 11	—
Avena pubescens	MeLaT	23. VI	— 1	— 11	—
Ranunculus polyanthemos	MeLaT	25. VI	— 5	— 10	—
Listera ovata	FT	29. VI	—	— 9	—
Viburnum opulus	FT	30. VI	— 2	— 9	—
Aegopodium podagraria	MeLaT	6. VII	—	— 16	—
Campanula persicifolia	MeLaT	13. VII	—	— 13	—
Filipendula ulmaria	LT	25. VII	—	— 14	—
Calluna vulgaris	MT	12. VIII	—	— 14	—

palustris, *Ranunculus ficaria*, *Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*, *Corydalis solida*, *Viola mirabilis* ja *Oxalis acetosella*.

Kesäkuun ensimmäisellä täysinäisellä viikolla lämpötila nousi jyrkästi, ja jo 28. V alkanut poutakausi jatkui kesäkuun 18:nteen pv:ään asti. Tätä säänkehitystä säestivät fenologisesti erittäin tiheät kukinnan alkamiset ikäänkuin monet lajit olisivat »kiirehtineet» kukkimaan siitäkin huolimatta, että toukokuun loppuun mennessä tai kesäkuun alkupäivinä lehtipuiden varjostus oli jo ehtinyt jokseenkin täyteen tehoonsa. Eri puulajit pääsivät näet täysikokoiseen lehteensä aikaisintaan seuraavasti: *Sorbus aucuparia* 22. V, *Prunus padus* 25. V, *Betula* sp. 27. V, *Acer platanoides* 4. VI, *Salix caprea* 4. VI, *Fraxinus excelsior* 10. VI, *Quercus robus* 12. VI ja *Populus*

Taulukko 3. Kukinnan yleinen alkaminen Juksovossa vv. 1942—44. Kukinnan ennättäminen merkitty — merkillä, myöhästyminen + merkillä pv:issä.

Table 3. General start of blossoming at Juksovo in the years 1928—29 and 1933—34. An early start bears the — mark, a late start the + mark; deviations from the normal starting time are expressed in days.

Laji *Species*	Tyyppi *Site type*	1942	1943	1944
Alnus incana	AT	26. IV	— 16	± 0
Chrysosplenium alternifol.	ChrFT	26. IV	— 10	— 1
Daphne mezereum	OGeT	27. IV	— 15	± 0
Corydalis solida	PiT	2. V	— 9	—
Pulmonaria officinalis	OGeT	5. V	— 12	± 0
Salix caprea	OGeT	12. V	— 13	— 1
Populus tremula	OGeT	14. V	— 10	— 2
Luzula pilosa	PiT	14. V	— 10	— 1
Betula sp.	AT	18. V	— 9	— 1
Adoxa moschatellina	ChrFT	20. V	— 10	± 0
Oxalis acetosella	ChrFT	20. V	— 9	± 0
Caltha palustris	AT	23. V	— 11	+ 1
Stellaria holostea	PiT	24. V	— 13	+ 2
Ranunculus cassubicus	AT	24. V	— 12	— 2
Vaccinium myrtillus	OMaT	26. V	— 10	± 0
Lonicera coerulea	OGeT	28. V	— 15	—
Prunus padus	AT	29. V	— 14	— 3
Trollius europaeus	OGeT	31. V	— 9	— 1
Convallaria majalis	PiT	3. VI	— 8	—
Quercus robur (*puistopuu* park tree)	—	6. VI	—	—
Vaccinium vitis-idaea	PiT	7. VI	— 8	—
Geranium silvaticum	AT	9. VI	— 9	—
Majanthemum bifolium	AT	10. VI	— 8	—
Lonicera xylosteum	AT	10. VI	— 9	—
Aconitum septentrionale	AT	12. VI	— 8	—
Sorbus aucuparia	OGeT	13. VI	— 8	—
Polygonum bistorta	AT	23. VI	— 12	—
Filipendula ulmaria	PiT	5. VII	— 10	—
Aegopodium podagraria	AT	6. VII	— 10	—
Angelica silvestris	AT	24. VII	— 9	—
Calluna vulgaris	PiT	30. VII	— 12	—

tremula 13. VI. Kesäkuun viimeisellä viikolla on kukintain alkamisessa kautta linjan ilmenevä tauko, mikä todennäköisesti on seurausta viikon alhaisemmasta keskilämpötilasta, sateista ja suuremmasta pilvisyydestä. Tällainen selvänpuoleinen tauko luonnehti myöskin toukokuun neljättä viikkoa lämminrinteistä MelaT:ä lukuunottamatta.

Yksityisten lajien kukinnan alkamisen riippuvaisuutta erilaisten kesien sääsuhteista ilmentävät taulukot n:o 2 ja 3, joiden havaintoarvot on saatu samanlaisilta kasvupaikkatyypeiltä, osin samoilta m^2:iltäkin. Tulokset puhuvat selvää kieltään. Kesän 1928 huhtikuu oli ilmastollisesti jotenkin normaali, mutta toukokuu jo normaalia hieman pilvisempi sekä lähes kahta vertaa normaalia satei-

sempi. Sensijaan kesän 1933 toukokuussa satoi vähemmän kuin kolmannes normaalimäärästä. Toukokuussa 1928 kukintansa aloittaneet lajit jäivätkin kesän 1933 saavutuksista jälkeen useita päiviä, jopa viikonkin. Kesä- ja heinäkuun matalampia lämpötiloja vastaten — heinäkuun keskilämpö saavutti v. 1928 alimman arvonsa 40 edellisvuoteen verrattuna — jäivät kesäkuun kukkijat jälkeen jo viikon tai puolitoista, heinäkuun kukkijat kaksi viikkoa ja ylikin kesän 1933 saavutuksista. Kesä 1934 oli vieläkin lämpöisempi kuin 1933. Heinäkuu saavutti tällöin korkeimman keskilämpöarvonsa kymmenvuotiskautena 1926—35. Vajavaisista havainnoistani käykin ilmi, että mainittu kesä oli fenologisesti vielä kesää 1933:kin aikaisempi: kesäkuussa kukintansa aloittaneiden osalta jokseenkin kokonaisen viikon.

J u k s o v o n k e s i s t ä oli kesä 1943 sekä klimatologisesti että fenologisesti aikaisin, ja jo varhaiskeväästä alkaen. Kevätkasvitkin olivat kukinnassaan jopa kaksi viikkoa edellä edellisestä kesästä. Sensijaan ainakin alkukesä 1944 oli aikaisuudessaan jokseenkin kesän 1942 veroinen.

Solbölen tavallista aikaisempi kesä 1933 on ollut jokseenkin samaa aikaisuusluokkaa kuin Juksovon kesät 1942 ja —44. Missä määrässä Juksovon kesä 1943 on poikkeavaisuudessaan rinnastettavissa Solbölen kesään 1933, on vaikea sanoa, kun sen pitemmälle ajanjaksolle pohjautuvia keskimääräisiä säätietoja eri kesäkuukausilta ei ole ollut käytettävissäni. Fenologisesti oli kesä 1943 joitakin päiviä edellä kesästä 1933. Mutta miten on saman kesän fenologian laita molemmilla paikkakunnilla? Varhaisten kevätkasvien osalta päässee Solböle Juksovosta huomattavastikin edelle. Niinpä lomalla käydessäni maaliskuussa 1943 oli harmaaleppä kukalla jo Mariannpäivänä (25. III) Lempäälässä, joka on jokseenkin samoilla leveyksillä kuin Juksovo. Sensijaan ennättänevät Juksovon kesäkukkijat ilmaston nopeamman lämpiämisen ja keskimääräisestikin hieman korkeamman kesälämmön takia Solbölen saavutuksista edelle siitä huolimatta, että edellinen paikkakunta on n. 50' pohjoisempana.

M e t s ä t y y p i n v a i k u t u s t a k u k i n n a n a l k a m i s e e n selvittää taulukko n:o 4. Siitä huomaamme ensinnäkin, että korkeampien puiden osalta ei tyypillä ole yhtä suurta merkitystä kuin pensaitten ja ruohojen osalta. Samassakin metsätyypissä voivat tosin erinäiset kasvupaikkatekijät olla vaihtelujen alaisia, joita ei tässä ole eritelty ja joihin alempana palataan. Tärkeimpiä näistä lienevät erilainen varjostus ja ekspositio. Toiseksi näemme, että t o i s i s t a a n e n i t e n p o i k k e a v i e n m e t s ä t y y p p i e n a i h e u t t a m a t f e n o l o g i s e t a i k a e r o t v o i v a t o l l a s a m a a l u o k k a a k u i n e r i k a s v u k a u s i e n k i n a i k a a n s a a m a t. Tämän takia kaikessa vastaisessa fenologisessa työskentelyssä on pidettävä tiukasti kiinni kasvupaikkamerkintöjen tekemisen välttämättömyydestä. Ellei kasvupaikkaa varteenoteta, on koko fenologisen huomioimisen vaivannäöllä vain suhteellisen vähäpätöinen todistusvoima.

Taulukko 4. Eräitten metsäkasvien kukinnan ensimmäisen alkamisen ero (pv) Solbölen kosteissa (FT:ssä) ja kuivissa (MeLaT:ssä) lehdoissa v. 1933.

Table 4. Differencies (in days) in the start of first blossoming of some forest flowers in wet (FT) and dry growes (MeLaT) at Solböle in 1933.

Laji *Species*	Ero, pv. *Difference in days*	Laji *Species*	Ero, pv. *Difference in day*
Picea excelsa	4	*Majanthemum bifolium*	6
Salix caprea	4	*Convallaria majalis*	6
Betula sp.	4	*Paris quadrifolia*	6
Sorbus aucuparia	6	*Listera ovata*	7
Prunus padus	8	*Melandrium dioecum*	12
Acer platanoides	5	*Cerastium caespitosum*	14
		Ranunculus acer	4
Ribes alpinum	5	*Hepatica triloba*	4
Viburnum opulus	6	*Anemone nemorosa*	6
Lonicera xylosteum	8	*Viola riviniana*	11
		Potentilla erecta	14
Vaccinium myrtillus		*Fragaria vesca*	
(HeOT — MeLaT)	7	(HeOT — MeLaT)	18
V. vitis-idaea (MT — MeLaT)	6	*Rubus idaeus*	7
		Filipendula ulmaria	21
Moehringia trinervia	10	*Vicia sepium*	10
Melampyrum silvaticum	7	*V. silvatica*	16
M. pratense	7	*Anthriscus silvester*	8
		Angelica silvestris	6
Luzula pilosa	6	*Trientalis europaea*	4
Carex digitata	6	*Pulmonaria officinalis*	9
C. pallescens	8	*Veronica chamaedrys*	6
Melica nutans	8	*Solidago virga-aurea*	9
Poa nemoralis	4	(*Chrysanth. leucanthemum*)	15
		Hieracium triviale	8

Eksposition merkityksestä mainittakoon seuraava kouriintuntuva esimerkki Solbölestä. Luoteeseen viettävällä lehtorinteellä oli *Convallaria* 20. VI. 28 vielä melkein nupulla, kun se taaskin saman peltoaukeaman kaakkoispuoleisella ja varjoisemmalla lehtorinteellä 15. VI oli jo parhaassa kukassa. On huomattava, että Solbölen havaintoalue kokonaisuudessaankin viettää pohjoiseenpäin eikä näin ollen hyvin edusta leveyspiiriään. Puiden vielä ollessa lehdettömiä keväällä saavat etelänpuoleiset rinteet enemmän aurinkoa kuin pohjanpuoleiset. Lämpimillä lehtorinteillä luovuttaa Firbasin (1927, s. 185) mukaan keväinen maanpinnan lehtikarike huomattavia lämpömääriä alemmille ilmakerroksille edistäen täten kasvien nopeata kehitystä. Sitäpaitsi on monia satunnaisluontoisia kasvupaikasta johtuvia kukintaan vaikuttavia tekijöitä: paikalliset keväthallat, jokin notkelma, jossa lumi viipyy kauemmin, karikepeitteen kasautuminen tavallista vahvempaan jollekin paikalle antaen normaalia enemmän työtä nousevalle versostolle tai taimistolle, kehitystä hidastavat kasvitaudit jne.

Kukinnan jatkuminen ja sen kesto. Diagrammasta n:o 2 nähdään, että kukinnan päästyä vauhtiin voi tuoreissa HeOT:n lehdoissa kesäkuun puolivälissä olla 36 lajiakin samanaikaisesti kukalla ja saman verran myöskin kuivissa MeLaT:n lehdoissa. Kukinnan »korkea-

paine» sattui kuitenkin kosteissa ja tuoreissa lehdoissa heinäkuun alkupuoliskolle, jolloin HeOT:ssä saattoi olla jopa 41 lajia yhtäaikaa kukalla. Kuivissa lehdoissa sensijaan jäi kerrallaan kukkivien lajien heinäkuinen määrä kesäkuisesta ennätyksestä jälkeen. Onko tämä kukinnan kaksihuippuisuus jokakesäinen ilmiö, vai johtuuko se vain yksinkertaisesti kesä-heinäkuun vaihteen keskilämmön laskusta v. 1933? Viimemainittu tuntuu todennäköisemmältä.

Kukinnan keston puolesta jaan kukkakasvit kahteen pääryhmään: k a u s i - i n t e n s i i v i s i i n l. lyhyesti k a u s i k u k k i j o i h i n sekä k e s t o - e k s t e n s i i v i s i i n l. lyhyesti k e s t o k u k k i j o i h i n. Edellisillä tarkoitan lajeja, joiden yleiskukinta on tempoltaan lyhyt tai suhteellisen lyhyt, mutta kerrallisena ilmiönä intensiivinen, jälkimmäisillä päinvastoin lajeja, joiden kerrallinen kukinta on heikompaa jatkuen kuitenkin suhteellisen kauan, kerran alettuaan usein kasvukauden loppuun asti. Edellisissä erotan vielä lyhytkautiset, joiden yleiskukinnan kesto on n. 2 vk, ja pitkäkautiset, joilla se on huomattavasti enemmän kuin 2 vk. Edellisten efemeerisillä l. hetkenkukkijoilla tarkoitan lajeja, joiden yleiskukinta kestää vain n. viikon päivät tai vähemmän. Tavallisimmin on kukkimisaika päätelty teriön kuihtumisen perusteella, eräissä tapauksissa kuitenkin hetiön tai emiönkin mukaan. Kukinnan alkamis- ja lopettamispäivä on laskettu eri päiviksi.

Metsäkasvien k a u s i k u k k i j a t ovat melkein kaikki pollakantteja (tai pleiosyklisiä hapaksantteja, so. kerran kukkivia monivuotisia kuten *Angelica silvestris*). L y h y t k a u t i s i s t a ovat efemeeriset melkein poikkeuksetta saroja ja heiniä: *Carex digitata*, *Milium effusum*, *Agrostis tenuis*, *Calamagrostis epigejos*, *C. purpurea*, *Avena pubescens*, *Melica nutans*, *Poa angustifolia*, *P. nemoralis*, *Festuca ovina* ja *Agropyrum caninum*, taikka puita: *Betula* sp. ja *Quercus robur*. Lyhytkautisiin kukkijoihin kuuluvat edelleen muut metsien sarat ja heinät sekä ruohoista *Majanthemum bifolium*, *Polygonatum officinale*, *Convallaria majalis*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus cassubicus*, *Actaea spicata*, *Corydalis solida*, *Dentaria bulbifera*, *Rubus saxatilis*, *Lathyrus vernus*, *L. montanus*, *Oxalis acetosella* (chasmogamiset kukat), *Trientalis europaea*, *Veronica chamaedrys*, *Hypochoeris maculata* (syväriläisissä lehdoissa lajin kukintakesto oli pitempi; vrt. s. 17) ja *Crepis sibirica*, varvuista tai varpumaisista *Vaccinium myrtillus* ja *Linnaea borealis*, lehtipensaista kaikki paatsamaa (18 pv) ja koiranheisipuuta (18 pv) lukuunottamatta ja puista *Picea excelsa* (todennäköisesti myöskin *Pinus silvestris*), *Alnus*-lajit, *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus padus*, *Tilia cordata* ja *Acer platanoides* (vuorijalavasta ja saarnesta havainnot puuttuvat).

P i t k ä k a u t i s i s t a (arvot ovat kesältä 1933) kukkijoista mainittakoon vain muutamia esimerkkejä: *Orchis maculatus* n. 26 pv, *Listera ovata* n. 18 pv, *Rumex acetosella* n. 21 pv (♀-versot; metsäkallioilla), *Melandrium dioecum* n. 22 pv (♀-versot), *Stellaria holostea* n. 27 pv, *Ranunculus*

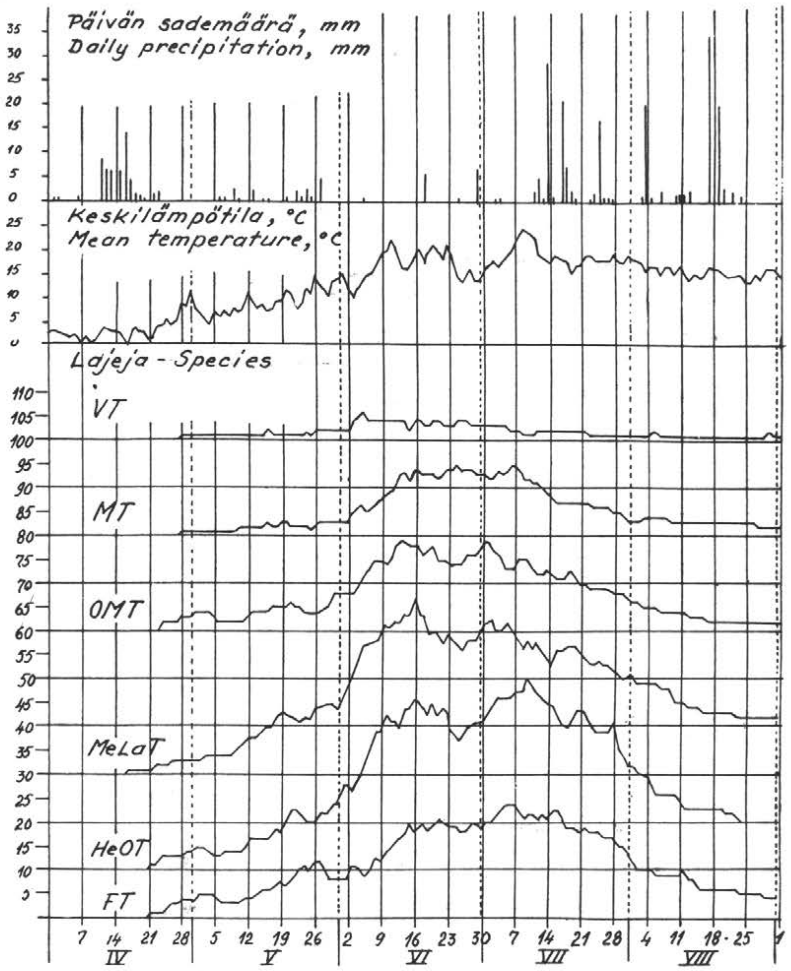


Diagramma 2. Yhtäaikaa kukalla olevien lajien päivittäinen lukumäärä Solbölen metsissä kesällä 1933.

Diagram 2. The daily number of species flowering at the same time in Solböle forests in the summer 1933.

ficaria n. 26 pv, *Hepatica triloba* n. 27 pv, *Anemone nemorosa* n. 32 pv, *Caltha palustris* n. 26 pv, *Viola* cfr. *montana* n. 27 pv (chasmogamiset kukat), *Sedum telephium* n. 33 pv, *Rubus idaeus* n. 19 pv, *Circaea alpina* n. 33 pv, *Anthriscus silvester* n. 19 pv, *Angelica silvestris* n. 24 pv, *Melampyrum silvaticum* & *M. pratense* n. 60 pv — muita varsinaisia hapaksantteja ei kausikukkijoihin metsissä kuulunutkaan — *Pulmonaria officinalis* n. 31 pv, *Knautia arvensis* n. 53 pv, *Taraxacum vulgare* n. 24 pv ja *Lactuca muralis* n. 48 pv.

K e s t o k u k k i j o i h i n kuuluvat edellämainitsemattomat varsinaiset hapaksantit sekä pollakanteista seuraavat: *Urtica dioeca* (varsinkin

♂-versot), *Rumex acetosella* (♂-versot; metsäkallioilla), *Melandrium dioecum* (♂-versot), *Dianthus deltoides* (metsäkallioilla), *Stellaria graminea*, *Aconitum septentrionale*, *Viola*-lajit (kleistogamiset kukat), *Potentilla erecta*, *P. argentea* (metsäkallioilla), *Epilobium adenocaulon*, *Oxalis acetosella* (kleistogamiset kukat), *Prunella vulgaris*, *Leontodon autumnalis* ja *Hieracium umbellatum*.

Edellämainittujen lisäksi on kausikukkijoista kestokukkijoihin v ä l i t t ä v i ä lajeja, joilla on jokseenkin selvä kausiluontoinen kukinta, mutta tämä jatkuu heikentyneenä lyhyemmän tai pitemmän aikaa varsinaisen sesongin jälkeen. Silti ei ole kysymys uudelleen kukkimisesta, r e f l o r a a t i o s t a, tai m e t a n t h e s i k s e s t a, kuten W i t t r o c k (1883) on ilmiötä kutsunut. Tällaisia lajeja ovat *Stellaria longifolia*, *Ranunculus acer*, *R. auricomus* coll., *R. repens*, *R. polyanthemos*, *Chelidonium majus* (metsäkallioilla), *Hypericum maculatum*, *Fragaria vesca*, *Lathyrus pratensis*, *L. silvester*, *Vicia sepium*, *V. silvatica*, *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Lysimachia vulgaris*, *Epilobium montanum*, *Chamaenerium angustifolium*, *Campanula rotundifolia*, *C. glomerata*, *C. persicifolia*, *Solidago virga-aurea*, *Achillea millefolium*, *Cirsium palustre* ja *Hieracium triviale*. Sitäpaitsi on mahdollista, että erinäiset pitkäkautiset kukkijat sääsuhteista riippuen ja eräillä kasvupaikoilla voivat venyttää kukintaansa, niin että ne voidaan tällaisissa tapauksissa alistaa myöskin tähän ryhmään.

Todellista refloraatiota, jota tapahtui uusilla myöhempään kehittyneillä versoilla taikka fertiili-ikään varttuneilla siementaimilla, tavattiin Juksovon metsissä seuraavilla lajeilla: *Poa nemoralis* PiT 20. X. 42, *Dactylis glomerata* OMaT 9. X. 42, *Alnus incana* (!) AT 18. V. 44 (nuori pensasmainen yksilö), *Polygonum bistorta* AT 9. X. 42, *Viscaria vulgaris* puolilehto 2. X. 42, *Stellaria holostea* PiT 8. VII. 42, *Trollius europaeus* AT 24. IX. 42, *Caltha palustris* FT 2. X. 42 (tästäkin kukinnasta kehittyi normaaleja ja kypsiä siemeniä), *Rosa acicularis* PiT 9. X. 42, *Alchemilla vulgaris* coll. (ainakin alalajeilla *strigosula* ja *acutangula*) AT 24. IX. 42, *Geum urbanum* Konetsin koulun puisto 5. IX. 42, *Angelica silvestris* AT 22. X. 42, *Anthriscus silvester* PiT 10. X. 42, *Epilobium montanum* AT 9. X. 42, *Melampyrum nemorosum* puolilehto 18. IX. 42, *Veronica chamaedrys* OMaT 20. X. 42, *Galium mollugo* Plotitsnon hautausmaa 2. X. 42, *Campanula glomerata* AT 5. IX. 42, *C. rotundifolia* AT 2 ja 20. X. 42, *Chrysanthemum leucanthemum* AT 5. IX. 42, *Centaurea phrygia* AT 12. IX, 20. X. 42, *Cirsium oleraceum* UT 28. IX. 42, *Leontodon hispidus* PiT 2. VIII, 5. IX, 12. IX. 42, *Taraxacum vulgare* AT 18. IX, 20. X. 42. Aukeilla kasvupaikoilla nämä uudestaankukinnat olivat vielä yleisempiä ilmiöitä. Todennäköisesti niitä sattui myöskin v. 1943, mutta niihin ei ollut silloin tilaisuutta kiinnittää huomiota. H u s t i c h (1945, s. 51) onkin Juksovosta n. 60 km länteen sijaitsevan Pitkäjärven lehtoniityillä mainittuna vuonna havainnut lukuisia myöhäiskukintoja, joista *Campanula glomeratan*, *Leontodon hispiduksen*, *Melandrium albumin*, *Satureja vulgariksen*, *Veronica officinaliksen* ja *Trollius europaeuk-*

sen kukinnat ovat olleet varmoja refloraation tapauksia. Mainittakoon vielä, että refloraatioita syntyy hyvin usein myöskin silloin, jos parhaillaan kukalla olevia yksilöitä tai versoja niitetään tai laiduntaminen katkoo niitä.

Myöskin yleiskukinnan keston määräävät sekä sisäiset perinnölliset että ulkoiset tekijät, ennen kaikkea säät. Perinnöllisiä tekijöitä ovat yksityisten kukkien lukumäärä ja niitten kukintakesto sekä kukkimisjärjestys, so. kukkivatko ne enemmän tai vähemmän yhtäaikaisesti vai toinen toisensa jälkeen. Viimemainittu seikka riippuu kukinnon morfologisesta rakenteesta. Yksityisten kukkien kukintakestosta olen tehnyt havaintoja Lempäälän tuoreissa lehdoissa alkukesällä 1941. Seurasin tällöin värillisten lankojen avulla kukkayksilöitten kehitystä. Valitettavasti katkaisi sota havaintoni kesken. Havaintoaika oli jokseenkin poutaista. Metsälajien osalta muodostuivat tulokset seuraavanlaisiksi (kukinnan alkamis- ja loppumispäivä on laskettu eri päiviksi): *Veronica chamaedrys* 2 pv, *Carex vaginata* (♂-kukinto) 3 pv, *Pulmonaria officinalis* 3 pv, *Gagea minima* 4 pv, *Polygonatum officinale* 4 pv, *Lathyrus vernus* 4 pv, *Lonicera xylosteum* 4 pv, *Betula* sp. (♂-kukinto) 5 pv, *Salix pentandra* (♂-kukinto) 6 pv, *Oxalis acetosella* 6 pv, *Ribes alpinum* 6 pv, *Taraxacum vulgare* 6 pv (kukinto), *Fragaria vesca* 6—7 pv, *Viola mirabilis* 6 pv (aikaisemmat chasmogamiset vanakukat), 8 pv (myöhäisemmät lehtisen varren chasmogamiset kukat), *Vaccinium myrtillus* 6—7 pv, *Ranunculus auricomus* 7 pv, *Picea excelsa* (♂-kukinto) 8—9 pv, *Ranunculus cassubicus* 8—9 pv, *Ribes Schlechtendalii* 8—9 pv, *Prunus padus* 9 pv, *Ribes nigrum* 9 pv, *Viola riviniana* 10 pv, *Viola* cfr. *montana* 10 pv, *V. palustris* 10 pv, *Convallaria majalis* 12 pv, *Caltha palustris* 12—13 pv, *Hepatica triloba* 17 pv ja *Anemone nemorosa* 17—19 pv. Kukinta on päätelty teriön avautumisen ja surkastumisen, uorkkokukkaisilla hetiön pölisemisen perusteella. Sudenmarjalla, jonka kukinta ei havaintoaikana ennättänyt loppuun, voi olla viikkokin teriön avautumisen ja siitepölyn tarttumisen välillä. Rohtoimikän kukka on nuppuasteella ja puhkeamispäivänään väriltään punainen, toisena päivänään sinipunainen ja kolmantena päivänä lakastuessaan haalean sininen. Linnunherneen kukanväri kehittyy seuraavaan tapaan: puhkeamispäivänä purje on karmiininpunainen, venho vaalean sinertävä, toisena päivänä purje sinipunainen, venho sininen, kolmantena päivänä purje sininen, venho vihertävä, neljäntenä päivänä lakastuessaan purje on vaalea ja veltto vihrein vivahtein sekä venho täysin vihreä.

Verrattaessa edellämainittuja kukintakestoja Sipilän (1935, s. 128) Keski-Pohjanmaan Ähtävän niityiltä saamiin arvoihin, todetaan niiden olevan hieman lyhyempiä. Hän ei tosin ole ilmoittanut, onko hän laskenut kukinnan alkamis- ja loppumispäivät yhdeksi vai eri päiviksi. Kukintakestot vaihtelevat eri lajeilla hänen mukaansa 1 (*Rumex acetosa*, ♂-kukka) — 10 (*Lysimachia vulgaris*) pv:ään. Voikukan kukinnon kukinta-aika on hänellä 3—4 pv. Ilmeistä onkin, että metsissä kukinta-ajat ovat pitemmät kuin avoimilla niityillä.

Metsäkasvien aiheuttamista värinäkymistä

Havupuuvaltaisissa boreaalisissa metsissämme eivät kasvien kukinnan aiheuttamat värinäkymät saa osakseen sellaista huomiota kuin esim. Keski-Euroopassa. Mutta meilläkin, nimenomaan eteläsuomalaisissa lehdoissa, saattavat eräät lajit aiheuttaa aspekteja, joita me syystä ihailemme. Tarkastelemme seuraavassa, miltä eri metsätyyppimme kukintasuhteittensa puolesta näyttävät huomioonottaen vain yhtenäisiä värinäkymiä aiheuttavat runsaammat kukinnat. Kutsumme viimemainittuja *värivaiheiksi*. Asian luonnosta johtuu, että varsinaisia värivaiheita aiheuttavat pääasiassa vain kausikukkijat. Pohjakasvillisuuden tärkeimpien ja silmäänpistävimpien värivaiheitten mukaan — ei puulajien, sillä niiden kukinta ei juuri luo yhtenäisiä ja samalla kertaa selvästi eroittuvia värinäkymiä — eroitamme sitten koko kukintakaudessa seuraavat fenologiset vuodenajat:

Varhaiskevät, joka kestää n. 2 vk, sinivuokon kukinnan alkamisesta valkovuokon kukinnan alkuun (keskim. v. 1933 21. IV—6. V).

Kevät: n. 2 vk valkovuokon kukinnan alkamisesta käenkaalin kukinnan alkuun (keskim. v. 1933 6—19. V).

Myöhäiskevät: vajaat 2 vk käenkaalin kukinnasta mansikan kukintaan (keskim. v. 1933 19—31. V).

Varhaiskesä: n. 2 vk mansikan kukinnasta oravanmarjan kukintaan (keskim. v. 1933 31. V—13. VI).

Alkukesä: n. $3\,^1/_2$ vk oravanmarjan kukinnasta mesiangervon kukintaan (keskim. v. 1933 13. VI—7. VII).

Sydänkesä: runsas 3 vk angervon kukinnasta kangaskanervan kukintaan (keskim. v. 1933 7—30. VII).

Loppukesä: kangaskanervan kukinta-aika, n. 4 vk (keskim. v. 1933 30. VII—28. VIII).

Syksy: n. 6 vk kangaskanervan kukinnan loppumisesta koivunlehden varisemisajan loppuun (keskim. v. 1942 Juksovossa 28. VIII—10. X).

Myöhäissyksy: varsin vaihteleva ajanjakso koivunlehden varisemisajan lopusta pysyvän lumipeitteen tuloon (v. 1943 10. X—4. XI).

Käsittelemme erikseen Solbölen lehtoja, joiden havainnot on tehty edellämainittuna ajanjaksona v. 1933 ja Juksovon lehtoja, joiden havainnot ovat v:lta 1942. Kuten muistamme, mainitut kesät olivat fenologisesti jotenkin yhtä aikaisia. On siis pidettävä mielessä, että puheeksi tulevien värinäkymien ajankohta voi kesän sääsuhteista riippuen heilahtaa ilmoitettua aikaisemmaksi tai myöhäisemmäksikin.

Kuivissa lehdoissa sattuvat aikaisimmat kukinnat. *Solbölen* valoisissa koivuvaltaisissa lehdoissa (*Melica-Lathyrus*-tyyppi MeLaT; Perttula 1941, s. 47—50) puhkeavat ensimmäiset sinivuokot kukalle jo 15. IV, mutta vasta kuiden vaihteessa on lajin aiheuttama *varhaiskevään sinivaihe* (17. IV—15. V), tosin vain paikoitellen,

selvä. Tämän vaiheen aikana, vaikkei Solbölen lehdoissa, kukkii eteläsuomalaisissa kuivalehdoissa *Alnus incana* ja *Daphne mezereum*. Mainittu vaihe tekee toukokuun puolivälissä tietä tyypin I valkovaiheelle (*Anemone nemorosa* 3. V—2. VI, jopa 250 fert. versoa m²:llä), jonka aikan *Betula* (15—24. V) kukkii, samoin *Ribes alpinum* (16—30. V) ja monia lehtorinteitä itsenäisestikin kauniin sinipunakirjaviksi (vrt. s. 14) pukeva *Lathyrus vernus* (17. V—5. VI; jopa 13 f. versoa m²:llä) ja joka jatkuu pitkin kevättä ja myöhäiskevättä.

Varhaiskesä alkaa hyväntuoksuisella II valkovaiheella (*Convallaria majalis* 2—16. VI; jopa 36 f. versoa m²:llä), jonka parhaimmillaan ollessa I on jo täysin sammunut mutta joka ei ole yhtä loistava eikä niin laajoja pinta-aloja hallitseva kuin tämä. Tätä vaihetta elävöittävät vielä *Lathyrus montanus* (31. V—18. VI), *Melica nutans* (3—9. VI) ja *Vicia sepium* (4 → 19. VI)[1] sinipunaisin sekä *Veronica chamaedrys* (7—24. VI) vähän myöhemmin syvänsinisin lisin. Nuotiosijoille voi latenttisesta tilastaan tällöin myöskin nousta *Geranium bohemicum* (9. VI — jokseenkin syyskuun loppuun; 117 f. versoakin m²:llä). Sen aiheuttamat värinäkymät ovat kuitenkin vain pikku läiskiä, joskin puhtaita ja kauemmaksikin eroittuvia. Pääasiassa alkukesän kukintaa edustavat vaalean sinertävät *Vicia silvatica*- (11. VI→13. VII) ja keltaiset *Lathyrus pratensis*-laikut (14. VI →8. VII) sekä *Hypochoeris maculata* (20. VI—10. VII) luoden oman kirjovaiheensa. Sydänkesän ryhmän karakteristisin laji lienee *Campanula persicifolia* (30. VI→26. VII), mutta kauan kukkivat *Melampyrum silvaticum* (14. VI—15. VIII; jopa 178 f. versoa m²:llä) ja *M. pratense* (11. VI—12. VIII; 150:kin f. versoa m²:llä) kehittävät sekä alku- että sydänkesällä runsaan kukinnan luoden todellisen, joskaan ei varsin kauas näkyvän keltavaiheen sinne, missä tyypin sydän- ja loppukesällä dominanttisena rehoittava *Calamagrostis arundinacea* (12—21. VII) ei ole saanut ylivaltaa. Keltavaihe siis jatkuu suuresti heikentyneenä vielä elokuun puolellekin. Syksyllä ei kukinnan aiheuttamia värivaiheita enää juuri ole; ne ovat vaihettuneet lehtien aikaansaamiin värinäkymiin.

Tyypin varjoisissa *Acer* (20. V—1. VI) — *Quercus* (2—10. VI) — *Tilia* (16—29. VII) -lehdoissa ei yhtenäisiä värinäkymiä varjoisuuden takia juuri pääse syntymään. Puolilehtoisissa puolukan rikastamissa tyypeissä, etenkin niitten hakkuualoilla, on oma mainitun varvun luoma valkovaiheensa (5—21. VI).

Syväriläisten kuivalehtojen *Pirola*-tyypissä (PiT), joka siellä välittää kuiviin kangasmetsiin ja on puoleksi lehtomainen (Perttula 1950, s. 45), edustavat *Stellaria holostea* (24. V—20. VI), *Trientalis europaea* (5—15. VI) ja *Rubus saxatilis* (3—18. VI) I valkovaihetta

[1] Nuoli tarkoittaa sitä, että kukinta jatkuu heikentyneenä vielä varsinaisen sesongin jälkeenkin, siis kausikukkijoista kestokukkijoihin välittäviä lajeja.

varhaiskesällä, jolloin mänty kukkii. II valkovaiheen luojina ovat *Vaccinium vitis-idaea* (7—23. VI) ja *Majanthemum bifolium* (10—20. VI) varhais- ja alkukesän taitteessa; lisäväriä antaa vaiheelle paikoitellen *Geranium silvaticum* (3→26. VI). Alkukesälläkin on oma ja paikoin sangen kaunis valkovaiheensa *Pirola rotundifolian* (15. VI—10. VII) ansiosta. Yhtä hyvin tai ehkä paremminkin voidaan edellämainittu kukintasukkessio käsittää kolmihuippuiseksi varhais- ja alkukesän valkovaiheeksi. Oudolta tuntui nähdä täällä *Stellaria holostean* kukkivan runsaana tiheässä puolukkavarvikossa. Tyypin hakkuualoille muodosti tämä tähtimölaji laajoja ja kauniita kukkakenttiä. I valkovaiheen ajoilta alkaen kukkii kestokukkija *Potentilla erecta* (7. VI →)[1], jonka kerrallinen värinäkymä jää kuitenkin heikoksi. Kesäheinäkuun vaihteessa seuraa tässäkin tyypissä keltavaihe (*Melampyrum silvaticum* ja *M. pratense*, *Leontodon hispidus* 17. VI→18. VII ja *Hypochoeris maculata* 22. VI→12. VII), jonka kulttuurin pitelemissä metsissä *Leontodon* tekee varsin värikkääksi. Tyypin myöhäisemmille aspekteille antavat värieloa vielä etenkin *Hieracium umbellatum* ja *Succisa pratensis* (13. VIII—28. IX) loppukesällä ja alkusyksystä sekä paikoitellen hakkuualoille *Chamaenerium* ja *Calluna*, edellinen pääasiassa sydän-, jälkimmäinen loppukesällä.

Syväriläisen *Vaccinium-Fragaria*-tyypin ja *Vaccinium-Rubus*-tyypin puolilehtoja värittävät nimenomaan mansikka, puolukka, nurmitädyke, metsä- ja kangasmaitikka sekä sarjakeltano, paikoin — varsinkin kylien läheisillä mänty—leppä-saarekkeilla — lehtomaitikka. Viimemainittu aloitti v. 1943 kukintansa tällaisilla paikoilla jo 6. VI ja oli parhaassa kukassa alkukesästä.

Hakkuualoille kaikissakin metsätyypeissä saattaa syntyä sangen kirjavia kukkakenttiä. Niissä saa kasvipeite suurentuneen valonnautinnan ja lisääntyneen ravintomäärän takia usein epästabiilin rakenteen synnyttäen shakkilautamaisen laikuston runsaine kukintoineen.

Tuoreet lehdot. Solbölen *Hepatica-Oxalis*-tyyppiä (HeOT) ja *Oxalis-Majanthemum*-tyyppiä (OMaT) luonnehtii varhaiskevästä myöhäiskevääseen erittäin voimakas sinivaihe (*Hepatica* 21. IV—24. V; 23 f. versoakin m²:llä, läheisessä Framnäsissä jopa 75 kpl), jolle *Pulmonarian* (29. IV—27. V) samoinkuin sinivuokonkin nuoret kukat luovat vaaleanpunervaa lisäväriä. Vaiheen alussa kukkivat pähkinäpensas (23. IV—2. V), tervaleppä (24. IV—3. V) sekä hieman kauempana etelärannikosta myöskin näsiä ja harmaaleppä. Lähiötä sävyttää vaiheen aikana *Luzula pilosa* (1—18. V; jopa 70 f. vartta m²:llä) ruskein kiuhtein. I valkovaihe (*Anemone nemorosa* 7. V—10. VI; HeOT:ssä 350:kin f. versoa

[1] Nuoli tarkoittaa kukinnan jatkumista melkein kasvukauden loppuun tai loppuun osoittaen siis kestokukintaa.

m²:llä) on HeOT:ssä voimakkaampi kuin missään muussa tyypissä ja yleensä voimakkaampi kuin mikään muu myöhemmistäkään kukinnan vaiheista kestäen kauan, peräti keväästä alusta varhaiskesän lopulle. Laajat lehtoalueet kylpevät yhtenäisenä valkeana kukkamerenä osoittaen oltavan todellisessa keskieurooppalaistuntuisessa tammiformaatiossa. Tällä valkovaiheella on kaksi maksimia, joista jälkimmäistä kevään ja kesän taitteessa edustaa *Oxalis* (20. V—8. VI) n. viikkoa myöhemmin kuin edellinen. Moniain paikoin HeOT:ssä ei niitä voikaan eroittaa toisistaan (vaikka käenkaalilla voi ollakin peräti 576 f. vanaa m²:llä), mutta OMaT:n kuusenjuurilla (jopa 190 f. vanaa m²:llä) jälkimmäinen maksimi näkyy selvästi. Vaiheen ensimmäiselle maksimille antaa HeOT:ssä lisäväriä *Viola mirabilis* (12. V—3. VI) chasmogamisilla kukillaan ja toiselle maksimille *Viola riviniana* (27. V—15. VI), tosin vain siellä täällä. Toisen maksimin aikana kukkii *Ribes Schlechtendalii* (20. V—2. VI).

Kuusen, *Picea excelsa* (28. V—7. VI), ja tuomen, *Prunus padus* (30. V—13. VI), kukinta merkitsee jo varhaiskesän alkamista. Alkukesän kukkijoista kehittää *Majanthemum bifolium* (12—23. VI; 50:kin f. versoa m²:llä) II valkovaiheen OMaT:ssä ja *Fragaria vesca* (10. VI→6. VII; 102:kin f. versoa m²:llä) HeOT:ssä. *Veronica chamaedrys* (16. VI—3. VII) myötäilee mansikan valkoista. *Sorbus aucuparia* (8—20. VI) kukkii pääasiassa tämän vaiheen aikana. Myöhemmin alku- ja sydänkesällä kehittävät vielä *Melampyrumit* selvän keltavaiheen ja sydänkesällä *Aegopodium podagraria* (29. VI—23. VII; jopa 60 f. versoa m²:llä) paikoin laikkuina HeOT:ssä esiintyvän III valkovaiheen. Sydän- ja loppukesän kukkijoista huomattavin on *Angelica silvestris* (19. VII—11. VIII); sydänkesällä kukkii myöskin *Tilia cordata* (18—31. VII), joka on myöhäisimpään kukkiva puulajimme.

Huomattakoon myöskin, miten tuoreitten lehtojen sammaleisilla metsäkivillä *Geranium robertianum* kehittää kukkia 7. VI alkaen melkein kasvukauden loppuun asti.

Syväriläisistä tuoreista lehdoista (*Aconitum*-tyyppi, AT; *Oxalis-Geranium*-tyyppi, OGeT: Perttula 1950, s. 29—38; *Oxalis-Majanthemum*-tyyppi, OMaT) jää pois kokonaan varhaiskevään sinivaihe sekä keväinen pursuva valkovaihe vuokkojen puuttumisen takia. Tästä syystä pysyy metsän värikuva paljon köyhempänä ja huomattavasti keltaisempana. Ruohoista kukkii aikaisimpaan seudulla *Chrysosplenium* (26. IV—5. VI; 1150 f. versoakin m²:llä) ja kehittää AT:ä varhaiskeväästä varhaiskesään asti voimakkaasti luonnehtivan I keltavaiheen, jota paikoin pienet *Gagea minima*n (7—27. V; jopa 1000 f. versoa m²:llä) keltaiset laikut kulttuurin pitelemissä metsissä kevään ja myöhäiskevään aikana vahvistavat. *Alnus incana* (26. IV—4. V) kukkii tämän vaiheen alussa ja haapa (14—23. V) sen puolivälissä. Sama keltavaihe saa loppuaikoinaan edelleen vahvistusta *Ranunculus* cfr. *fallax* coll:n (17.V

—5. VI) ja paikoin myöskin *R. cassubicuksen* (24. V—8. VI) kukinnasta. *Betulan* (18—28. V) kukinta tyypissä ilmentää jokseenkin hyvin myöhäiskevään kestoa.

Myöhäiskevään ja varhaiskesän taitteessa kehittää *Oxalis* (21. V—10. VI) vain paikoin AT:ssä, mutta selvemmin OMaT:ssä todellisen I valkovaiheen.

Tuomen (*Prunus* 29. V—8. VI) kukinta alottaa Juksovossakin varhaiskesän. Tämän ja alkukesän AT:n ja OGeT:nkin vähemmän pideltyjä luonnonmetsiä värittää *Stellaria holostean* (26. V—26. VI) luoma erittäin voimakas II valkovaihe. Vaiheen aikana *Lonicerat*, ensin *L. coerulea* (AT 1—18. VI) ja sitten *L. xylosteum* (AT 10—22. VI) kukkivat. Jokseenkin saman vaiheen aikuinen on *Trolliuksen* (3—20. VI) ja *Ranunculus* cfr. *palmatus* coll:n (2. VI—?) aikaansaama II keltavaihe AT:n kulttuurin voimakkaammin muokkaamissa metsissä. Vaikka tämä vaihe alkaakin ennenkuin I keltavaihe on ennättänyt sammua, on sillä kuitenkin ± selvä maksimikautensa, joka kuitenkin pian vaihettuu todelliseksi kirjovaiheeksi, mikä AT:ssä käsittää valkoista: *Anthriscus silvester* (8. VI—12. VII) — etupäässä vain kylien lähimetsissä — sinipunaista: *Geranium silvaticum* (9. VI—9. VII) ja vaisun sinistä: *Aconitum septentrionale* (12. VI—9. IX) sekä OGeT:ssä koiranputken valkoista — samoin kylien lähimetsissä — ja etenkin metsänkurjenpolven sinipunaa. Metsän valoisemmilla kohdilla ja aukkopaikoissa värikuva tulee nimenomaan kurjenpolven ansiosta erittäin viehättäväksi, sillä vaikka lajin yksityiset kukat kukkivat verrattain joutuisasti, kehittyy niitä kuitenkin runsaasti (yli 60:kin kpl isoimmissa yksilöissä), ja kun ne ovat kookkaita, näkyvät ne myöskin kauemmaksi. Ukonhattu kestokukkijana sävyttää vielä myöhäisempiäkin vaiheita, mutta sen värivaikutus ei yleensä muodostu voimakkaaksi. Vaiheen loppupuolella kukkivat ruusut (*Rosa acicularis* 18. VI—12. VII ja *Rosa cinnamomea* 26. VI—12. VII).

Sydänkesällä kehittää *Aegopodium podagraria* (6—22. VII) II valkovaiheen AT:ssä siellä, missä varjostus ei ole liian voimakas, ja paikoin myöskin OGeT:ssä. Tämäkin valkovaihe on oikeastaan kaksihuippuinen, joista jälkimmäistä edustaa *Filipendula ulmaria*, tosin paljon heikompana kuin vuohenputki ja ainoastaan AT:n aukiossa. Siellä täällä AT:ssä esiintyy sekä sydän- että loppukesällä *Impatiens noli-tangeren* (chasmog. kukat 4. VII—27. VIII) tiheitten versostojen (taimiasteella on lajilla ollut jopa 1200 tainta m²:llä) keltaisia läiskiä. Samoissa yksilöissä on ollut sekä chasmogamisia että kleistogamisia kukkia, ensinmainittuja syvässäkin varjossa.

Kosteat lehdot. Bromarvilainen *Filices*-tyyppi (FT) on HeOT:ä paljon värittömämpi. Siellä, missä ei ole saniaisia yhtenäisinä kasvustoina, saattaa kuitenkin esiintyä väriläiskiä, jotka kehkeytyvät suunnilleen samassa järjestyksessä kuin HeOT:ssäkin, mutta 0—4 pv myöhem-

min. Niitä luovat varhaiskeväästä myöhäiskevääseen samat lajit kuin HeOT:ssä. Sitkeimmin varjostusta näyttää kestävän *Oxalis*, joka kukkii vielä suurten saniaispehkojen juurillakin.

Paris (26. V—17. VI; jopa 56 f. versoa m²:llä) kukkii pääasiassa varhaiskesällä, mutta värinäkymää se pystyy jossakin määrässä kehittämään vasta marjoillaan, ja silloinkin vain lähiössä. *Ribes nigrum* (31. V—5. VI) kukkii niinikään varhaiskesällä. *Geum rivale* (3—30. VI) ei herätä juuri sen suurempaa huomiota kuin edellinenkään. Sen kukinta ulottuu jo alkukesänkin piiriin. Alkukesästä kukkii myöskin *Viburnum opulus* (21. VI—8. VII). Sopiville aukkopaikoille aiheuttaa *Aegopodium* (28. VI—20. VII) pääasiassa sydänkesällä intensiivisiä valkoläikkiä, samoin *Filipendula ulmaria* (13. VII—6. VIII) vähän myöhemmin.

Paikoitellen voivat muutkin lajit luoda diminutiivisia väriläikkiä sopiville kohdille, kuten *Ranunculus ficaria* (12. V—7. VI), *Viola palustris* (23. V—19. VI), *Orchis maculatus* (1—28. VII), *Stachys silvaticus* (7—30. VII), *Circaea alpina* (10. VII—12. VIII) ja *Cirsium heterophyllum* (16. VII—14. VIII).

Syväriläisessä ChrFT:ssä (Perttula 1950, s. 13—20) kehittää linnunsilmä samaan aikaan ja vielä kauniimman keltavaiheen kuin AT:ssä. Paikoitellen Svjatuha-joen varren lehdoissa sävytti tätä vaihetta *Ranunculus ficaria* (2. V—2. VI 43!) erittäin tiheillä keltaisilla laikuilla. Myöhäiskevään ja varhaiskesän taitteessa on *Oxaliksen* ja *Viola epipsilan* (18. V—14. VI) aiheuttama kirjovaihe, jonka aikana myöskin *Adoxa moschatellina* (20. V—17. VI) kukkii moniain paikoin. Sen fertiilisyys on kuitenkin niukanpuoleinen, eivätkä sen vaatimattomat kukat saa aikaan varsinaista värinäkymää.

Varhaiskesän lopulla ja alkukesästä on I varsinainen valkovaihe, jonka *Stellaria holostea* (hieman myöhemmin kuin AT:ssä), *S. nemorum* (6—26. VI) ja *Cardamine amara* (6—24. VI) eräille kohdille muodostavat. Vaiheen loppupuolella alkaa myöskin *Ranunculus repens* (16. VI→16. VII) kukkia luoden sinne tänne märimmille notkopaikoille keltaisia läiskiä puroluhtakaalin joukkoon tai vierelle, kun taaskin edellämainittu *S. holostean* valkoinen keskittyy mätästymille. Sydänkesän valkovaiheen luovat vuohenputki ja mesiangervo suunnilleen samoihin aikoihin kuin AT:ssäkin.

Ulmaria-tyypissä (vrt. Perttula 1950, s. 20—21) käenkaalin valkovaihe seuraväreineen puuttuu — vaatimatonta tesmayrttiä on kyllä runsaasti — muiden vaiheiden ollessa jokseenkin samanlaisia kuin edellisessä tyypissä, paitsi että *Ulmarian* valkovaihe on pursuava (tyyppi esiintyy järvenrantalehdoissa, joiden rannanpuoleisessa metsäreunassa esiintyy tähän aikaan kauemmaksikin järvelle näkyvä valkea vyö) ja että sitä sävyttävät vielä *Crepis paludosa* (8. VII—?) ja harvinaisempana isomykeröinen, kullankeltainen *Crepis sibirica* (15. VII—10. VIII) ja paikoitellen myöskin

mahtavamykeröinen vaalean sitruunankeltainen tai melkein oljenvärinen *Cirsium oleraceum* (aukeammilla puronvarsilla 15. VII→15. VIII, mutta varjoisilla kohdilla saattoi kukinnan alkaminen siirtyä jopa 10. VIII), joka on siis sydän- ja loppukesän, vieläpä syksynkin kukkija.

Tuoreet kangasmetsät. *Hepatica*n luomalla sinivaiheella samoinkuin *Anemonen* (12. V—14. VI) kehittämällä I valkovaiheella on enää merkitystä vain OMT:ssä ja sielläkin ainoastaan paikka paikoin. Sitä tärkeämpi on *Oxaliksen* (21. V—9. VI) aiheuttama I varsinainen valkovaihe (käenkaalilla voi olla 316 f. versoa m²:llä) varhaiskesän koitteessa. Tässä tyypissä sävyttää sitä kuitenkin lähiössä mustikka, *Vaccinium myrtillus* (28. V—11. VI; 55:kin f. versoa m²), vieläpä niin runsaana, että käenkaali monin paikoin hukkuu näkyvistä, koska mustikan lehdet puhkeavat samanaikaisesti kukkien kanssa. MT:ssä voitaisiinkin käenkaalin puuttumisen takia puhua tämän ajan punavaiheesta (27. V—5. VI), joka selvemmin näkyy vain läheltä, mutta joka kauempaakin katsottaessa puuntaa vaisun punervalta.

Edellinen vaihe OMT:ssä ei ole ennättänyt täysin vielä sammua, kun jo *Trientalis europaea* (4—16. VI; jopa 32 f. versoa m²:llä) sytyttää tyypin uuden II valkovaiheen varhaiskesän aikana. MT:ssä tämä vaihe (3—14. VI) merkitseekin vasta tyypin I valkovaihetta. Kun tämä vaihe on jo himmenemässä, kirkastaa *Majanthemum bifolium* valkoisen hohtamaan kauniisti vielä kerran, OMT:ssä (14—24. VI; 55:kin f. versoa m²:llä) III valkovaiheena, MT:ssä (10—18. VI; jopa 63 f. versoa m²:llä) II valkovaiheena. Vaikka yllämainitut kolme valkovaihetta jatkuvatkin välittömästi toisikseen, on niillä selvät maksiminsa n. 9—10 pv:n väliajoin. Yksikään edellämainituista vaiheista ei kuitenkaan omaa sitä pursuvaa kukkarunsautta, mikä mahtuu lehtometsien toukokuiseen valkovaiheeseen.

Myöhemmistä kukkijoista vain *Melampyrum*it sydän- ja loppukesällä kykenevät aikaansaamaan yhtenäisiä värinäkymiä, jotka ainakin lähiössä ovat selvästi eroittuvia, mutta joista varsinkin *M. pratense*n vaaleampi sävy paistaa hieman kauemmaksikin. Tätä vaihetta koristavat paikoin *Platanthera bifolia*n (21. VI—14. VII) puhtaan valkoiset ja hyvänluoksuiset kukkatertut kauaksikin hohtavina. Hakkuualoille luo *Chamaenerium* (3. VII→8. VIII) sydänkesällä etenkin MT:ssä kauas näkyvän ja sangen kauniin punavaiheen.

Kivisillä metsämailla voi *Linnaea borealis* luoda somia ja hyvältä tuoksuvia pikku laikkujaan varsinaisen metsämaahorisontin yläpuolelle. Laji kukkii alkukesästä (OMT:ssä 20. VI—5. VII ja MT:ssä 14. VI—1. VII).

Kuivat kangasmetsät. Bromarvilaisessa *Vaccinium*-tyypissä (VT) on puolukan, *Vaccinium vitis-idaea* (5—22. VI), luoma alkukesän valkovaihe selvemmin havaittavissa vain vanhemmissa ja valoisem-

missa tyypin metsissä ja hakkuualoilla. Kangasmaitikan, *Melampyrum pratense*, aiheuttama keltavaihe kehkeytyy jokseenkin samoihin aikoihin kuin kuivissa lehdoissakin. *Calluna*-tyypissä (CT) kangaskanerva (30. VII—30. VIII; jopa 165 f. versoa m^2:llä) luo yhtenäisen värinäkymän vasta loppukesästä. Tämänkin punavaiheen värisävy on vaalea. Vähän tummemman punainen värinäkymä kehittyy kuitenkin *Chamaeneriumin* kukinta-aikana kuivien kangasmetsien hakkuualoille. Paikallisesti voivat muutkin lajit luoda pienehköjä ja intensiivisiäkin väriläiskiä näihin metsiin tai niitten kallioille, kuten esim. *Viscaria vulgaris* (4—21. VI), *Arctostaphylos uva-ursi*, *Antennaria dioeca* ja *Hieracium pilosella*.

Lopuksi toteamme lyhyesti, että tutkituissa lehtometsissä kasvien kukinnan aiheuttama värikuva on voimakkaampi ja monivivahteisempi kuin kangasmetsissä, että nimenomaan lehtometsissä tämä värikuva on pursuavimmillaan varhaiskeväällä ja keväällä, että tutkittujen metsien kukinnan päävärit ovat valkoinen ja keltainen ja että värikuva vaihtelee myös maantieteellisen sijainnin mukaan.

Metsälajiemme kukkien värit ovat yleensä varsin hillittyjä. Esim. punaiset värit ovat sangen vaisuja jääden kaus jälkeen tropiikkikukkien värien eksoottisesta räikeydestä. Syvimmät värivivahdukset kehittyvät aukeilla hakkuualoilla.

Kirjallisuusluettelo

Cajander, A. K., 1905, Beiträge zur Kenntnis der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. II. Die Alluvionen des Onega-Thales. — Acta Soc. Scient. Fenn., 33, N:o 6, p. 1—55. Helsingfors.

Firbas, F., 1927, Über die Bedeutung des thermischen Verhaltens der Laubstreu für die Frühjahrsvegetation des sommergrünen Laubwaldes. — Beih. Bot. Centralbl., 44, Abt. II, p. 179—198.

Hustich, I., 1945, Pflanzengeographische Übersicht über das Kuujärvi-Gebiet am mittleren Swir in Fern-Karelien. — Memor. Soc. F. Fl. Fenn., 20., p. 46—77.

Jalas, J., 1945, Kasvifenologiset havainnot junamatkojen lyhentäjinä. — Luonnon Ystävä 49, n:o 6, p. 241—245.

Kaikko, J., 1945, Maiseman vuodenaikainen rytmi Suomen kasvipeitteessä ja tekomuodostossa. (Deutsches Referat: Der jahreszeitliche Rhytmus der finnischen Landschaft in der Pflanzendecke und im umgeformten Stoff). — Terra, 57, n:o 2, p. 69—76 (+ 76—78).

Kairamo, A. O., 1921, Kasvikunnan vuosijaksottaisista ilmiöistä. — Oma maa, II painos, II, p. 629—642.

Perttula, U., 1941, Untersuchungen über die generative und vegetative Vermehrung der Blütenpflanzen in der Wald-, Hainwiesen- und Hainfelsenvegetation. Akad. Abh. — Ann. Acad. Scient. Fenn., Ser. A, 58, N:o 1, p. 1—388.

—»— 1949, Über die Phänologie und Vermehrungsökologie einiger östlichen Pflanzenarten in Juksowo südlich des Swir. — Oikos 1, Fasc. 1, p. 82—113.

—»— 1950, Kasvillisuudesta ylisellä Syvärillä sekä siihen etelässä rajoittuvalla Juksovon seudulla. (Deutsches Referat: Über die Vegetation am oberen Lauf des Flusses Swir nebst der im Süden anschliessenden Gegend von Juksowo). — Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. »Vanamo», Tom. 23, N:o 6, p. 1—204.

Sipilä, Taimi, 1935, Havaintoja yksityisten kukkien ja kukintojen kukinta-ajasta ja hedelmien kypsymisnopeudesta Ähtävällä. — Luonnon Ystävä, 39, n:o 1, p. 127—129.

Wittrock, V., B., 1883, Bidrag till den medelsvenska höstflorans morfologi och biologi. — Bot. Not., p. 20—25.

ON THE BLOSSOMING PERIODS AND THE COLOUR ASPECTS OF FOREST FLOWERS

Summary

The investigation is based on observations constituting part of a more extensive phenological programme, mainly in the summers mentioned in the tables, in the forests of Solböle Experimental Station of the Forest Research Institute, situated in the parish of Bromarv on the coast of South-West Finland (60°02′ N, 23°01′ E Greenw.) — and during the war in the Juksovo district forests south of the upper course of the River Syväri (60°51′, 61°02′ N and 34°39′, 35°11′ E).

The forest site types on which the observations were made, were as follows. Wet groves were represented by the *Filices* type (FT), *Chrysosplenium-Filices* type (ChrFT) — encountered in Juksovo only, *Ulmaria* type (UT) — also in Juksovo alone. A fairly wet type also was *Aconitum* type (AT), in Juksovo only. Examples of moist groves were the *Hepatica-Oxalis* type (HeOT), a vicarious type represented by the *Oxalis-Geranium* type (OGeT) in Juksovo, and the *Oxalis-Majanthemum* type (OMaT). The dry groves class included the *Melica-Lathyrus* type (MeLaT) found in Solböle, while intermediate types were represented by the *Pirola* type (PiT) in Juksovo, sometimes moister, sometimes on border of transition to dry forests on firm land, the *Vaccinium-Fragaria* type (VFrT) and *Vaccinium-Rubus* type (VRT). The other types were forests on firm land: *Oxalis-Myrtillus* type (OMT), *Myrtillus* type (MT) and *Vaccinium* type (VT). The type structures mentioned have been described in detail by the author in 1941 (pp. 43—55) and 1950 (pp. 13—54).

The most important results of the first part of this investigation are:

First blossoming, in the majority of cases, at least in summers approaching the normal, takes place in June (Diagram No. 1).

The start of the blossoming of individual species is greatly dependent on weather conditions in the different summers (Tables 2 and 3).

The first blossoming of individual plant species varies considerably according to site also (Table 4), so much even that phenological work has very little importance unless the site type of the observation areas is indicated.

The principal blossoming occurred during June—July.

The duration of flowering of forest species varies greatly. Employing this basis they are classified into season-intensive and season-extensive species. The former are subdivided into ephemeral — with a duration of flowering of about one week, short-seasonal — little over two weeks in duration, and long-seasonal — where the flowering lasts well over two weeks. In addition, intermediate species between season-intensive and season-extensive were found, with which reduced flowering continued beyond the season proper. The longest duration of flowering with season-intensive species was two months (*Melampyrum pratense* and *M. silvaticum*).

The duration of flowering for individual flowers or inflorescences varied from 2 to 19 days.

In the summer of 1942 a number of cases of refloration were found in Juksovo. Evidently they occurred in other summers as well, although no observations were recorded.

The latter part of the article deals with the colour aspects of the most important forest species with the most conspicuous flowering in the different forest site types. These colour aspects are called colour phases. The fullest and most conspicuous colour phases are produced by the white-flowered species of the spring and early summer, such as *Anemone nemorosa*, *Stellaria holostea*, *Oxalis acetosella*, *Fragaria vesca*, *Anthriscus silvester*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium vitis-idaea* and *Majanthemum bifolium*, as well as certain later white-flowered species, above all *Aegopodium podagraria* and *Filipendula ulmaria* (in their order of flowering in Solböle in the summer of 1933). Mostly, however, the phases are more or less variegated and not pure in colour. In the grove forests investigated the colour picture produced by the flowering of the plants is more intense and diversified than in forests on firm land. The main colours of flowering in forests are white and yellow. The colour picture also varies according to geographical location.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.24
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.24

SKOGSODLINGSVERKSAMHETEN PÅ BOLAGSMARKERNA I FINLAND ÅREN 1940—1950

JARL LINDFORS

REFORESTATIONS IN THE FORESTS OF TIMBER COMPANIES IN FINLAND 1940—1950

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapaino Oy.

Åren före det andra världskriget var en period av intensivt skogsvårdsarbete på bolagsmarkerna i Finland. De bolag, vilka ingingo i Privatforstmästarföreningens statistik över bolagsskogsbruket, använde under femårsperioden 1935—39 för skogsvårdsarbeten sammanlagt 81.85 milj. mk, varav 20.32 mmk för skogsodling, 42.98 mmk för skogsdikning och 18.55 mmk för övriga skogsvårdsåtgärder, såsom hyggesröjning och -bränning, markberedning, röjning i plantbestånd o.dyl. Nu ifrågavarande bolagsmarker omfattade denna femårsperiod i medeltal c:a 1 927 700 ha skogsmark, varför alltså på skogsvårdsarbeten lades ned c:a 8: 50 mk per år och ha, i en stigande serie från 7: 20 år 1935 till 9: 60 år 1939.

Skogsodlingarna, som i det följande närmare skall beröras, omfattade under nämnda femårsperiod 19 550 ha sådd och 13 200 ha plantering, varvid användes 23 160 kg frö och 30 128 000 st. plantor. I dessa arealer och frö- resp. plantmängder ingår icke några kompletteringskulturer; för dessa har endast kostnaderna men icke arealerna och ej heller mängderna skogsodlingsmaterial inrapporterats. Sammanlagt användes för skogsodlingar, som redan nämndes, 20.32 milj. mk, vilket i medeltal per år och ha skogsmark gör 2: 11 mk. Även här är serien stigande, från 1: 78 år 1935 till 2: 47 år 1939, då, kompletteringskulturerna oräknade, 6 660 ha skogsodlades med 2 400 kg frö och nästan 7 860 000 plantor.

Vi kan i detta sammanhang anse 1939 vara ett fredsår, ty huvudsakligen utfördes skogsodlingsarbetena dåförtiden på våren. Redan på hösten samma år var förhållandena helt annorlunda och det skulle dröja några år efter krigsslutet förrän verksamheten började återgå i någotsånär normala spår. Huru har allt detta inverkat på skogsodlingarnas omfattning i vårt bolagsskogsbruk?

Innan vi närmare skärskådar de siffror som föreligger härom, måste ett par omständigheter beröras.

Bolagens skogsareal efter kriget är ej densamma, som i slutet av 1930-talet. Av de bolagsskogar om 1 942 140 ha, som 1939 ingick i Privatforstmästarföreningens statistik, kom 208 500 ha att ligga österom den nya gränsen. Och vid den kolonisationsverksamhet, som efter krigen pågått och pågår för att skaffa jord åt den förflyttade befolkningen, åt frontmän, krigsänkor o.a. samt tillskottsjord åt för små brukningsdelar, har bolagsskogarna fått sitta hårt emellan. I statistiken för 1950 redovisas en skogsareal om endast 1 408 000 ha vilket är 72.5 % av 1939 års areal. Differensen mellan sistnämnda siffra och 1 733 640 ha, d.v.s. den del av 1939 års skogs-

areal som blev på vår sida om gränsen, motsvarar dock icke som sådan den areal kolonisationen tagit, ty samtidigt har justering av arealsiffror skett i samband med revisioner, nymätningar o.dyl.

Den försämring av penningvärdet som skett under och i synnerhet efter kriget gör alla jämförelser mellan kostnadssiffror för olika år haltande. Dessa har därför meddelats dels som sådana, i sina ursprungliga mk-belopp, dels reducerade till 1939 års penningvärde. Vid denna omräkning har använts proportionen mellan de normerade dagslönerna i skogsarbete i Finlands sydhälft, varvid antagits att ungefär $^3/_4$ av skogsodlingarna verkställts i maj och juni samt resten i september. Härvid har erhållits följande serie:

Sammanställning 1. — *Table 1.*

	År — *Year*											
	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Dagslönenorm mk — *Daily wage norms mk*	34	39	48	54	75	80	157	210	245	344	355	460
Jämförelsetal — *Conversion factor*	1 000	872	708	630	453	425	217	162	139	99	96	74

För att komma till mk-belopp av 1939 års värde skall t.ex. ett under år 1942 använt belopp multipliceras med 0.630, ett under år 1949 använt med 0.096 o.s.v.

Under elvaårsperioden 1940—50 har skogsodlingarna på bolagsmarkerna omfattat följande arealer:

Sammanställning 2. — *Table 2.*

År — *Year*	Förberedande arbeten *Preparatory measures* ha	Sådd *Seedin* ha	Plantering *Planting* ha	Sammanlagt sådd och plantering *Total seeding and planting* ha
1940	335	433	2 038	2 471
1941	383	749	1 744	2 493
1942	136	578	1 119	1 697
1943	151	624	1 188	1 812
1944	189	1 097	693	1 790
1945	378	875	386	1 261
1946	382	126	99	225
1947	467	219	174	393
1948	711	502	322	824
1949	2 194	4 801	287	5 088
1950	2 972	5 711	303	6 014
Sammanlagt — *Total*	8 298	15 715	8 353	24 068
I medeltal per år — *Average per year*	754	1 429	759	2 188
1935—39 i medeltal per år — *Average per year 1935—39*	2 667	3 912	2 635	6 547
1939	1 708	2 880	3 779	6 659

De förberedande arbetena under ett visst år kan dels hänföra sig till områden, som skogsodlats samma år, dels till områden där sådden resp. planteringen verkställts först påföljande år eller t.o.m. ännu senare.

Sammanställningen visar huru s å d d a r e a l e r n a omedelbart rönte inflytande av kriget. Frö kan lagras och vid arbetskraftsbrist ransoneras ut på flera år. Fr.o.m. 1945 inverkar dessutom den återhållsamhet, som den begynnande kolonisationen manade till. Härtill kommer den omständigheten, att det under dessa år har varit ovanligt dåliga fröår, och först efter 1948 har i detta avseende en ändring inträtt, vilken för sin del torde bidragit till såddarealernas ökning 1949 och 1950. Sammanställningen över frömängderna senare i texten visar, att det dessa två år nästan enbart varit fråga om tallsådder. Siffrorna över de arealer, som förberedelsevis behandlats, visar en motsvarande stegring 1949 och 1950; det har härvid i stor utsträckning rört sig om hyggesbränning, som sedan följts av tallsådd.

P l a n t e r i n g s a r e a l e r n a visar en helt annorlunda utveckling. När kriget bröt ut bör bolagens plantskolor ha haft en kapacitet, som för de närmaste åren garanterade 7.5 à 8 miljoner plantor årligen. Denna produktion stod ej att bromsa upp med ens, och statistiken visar, att man flerstädes bemödade sig om att få ut det planteringsfärdiga materialet. Helt har man dock ej lyckats, utan stora mängder plantor måste senare

Sammanställning 3. — *Table 3.*

År — *Year*	Frö, kg — *Seed, kg*				Plantor, 1000 st. — *Plants, in thousend*			
	Tall *Pine*	Gran *Spruce*	Övrigt *Others*	S:a *Total*	Tall *Pine*	Gran *Spruce*	Övrigt *Others*	S:a *Total*
1940	306	—	—	306	100	4 858	44	5 002
1941	685	—	—	685	93	4 685	14	4 792
1942	590	69	40	699	53	3 273	13	3 339
1943	559	38	—	597	18	3 100	22	3 140
1944	1 018	7	1	1 026	5	1 747	14	1 766
1945	758	332	—	1 090	—	1 022	11	1 033
1946	89	10	—	99	—	267	2	269
1947	182	19	—	201	6	456	4	466
1948	328	3	1	332	152	777	—	929
1949	2 819	—	1	2 820	127	711	2	840
1950	3 758	6	—	3 764	262	776	3	1 041
Sammanlagt — *Total*	11 092	484	43	11 619	816	21 672	129	22 617
I medeltal per år — *Average per year*	1 008	44	4	1 056	74	1 970	12	2 056
1935—39 i medeltal per år — *Average per year 1935—39*	3 034	1 578	19	4 631	122	5 780	123	6 025
1939	2 363	35	4	2 402	78	7 685	94	7 857

slopas som förvuxna. Under krigsåren lades en hel del plantskolor ned och i återstoden minskade man betydligt på driften. Först på allra senaste tid kan en svag ökning av plantproduktionen förmärkas, i den mån frötillgången medgivit det och fruktan för kolonisationen icke verkat hämmande.

Mängden skogsodlingsmaterial har från år till år varierat såsom sammanställningen nere på föregående sida utvisar. Häri ingår icke de mängder som gått åt till komplettering av tidigare skogskulturer.

Liksom den tidigare sammanställningen över skogsodlingsarealerna visar även ovanstående sammanställning det, som redan i samband med arealerna påpekades: att vid inträdande arbetssvårigheter sådderna kraftigt inskränktes medan man däremot försökte att i så hög grad som möjligt få plantskolornas alster ut på kulturytorna. Den använda mängden frö avspeglar dessutom variationerna i fröårens intensitet och möjligheterna att anskaffa frö. Plantmängdernas variation visar å sin sida huru produktionen i plantskolorna dalar och når sitt minimum 1946 samt därefter småningom stiger, utan att ännu 1950 ens närmelsevis komma till förkrigsnivån, även om minskningen i bolagsskogarnas areal tages i beaktande.

Kostnaderna per besådd resp. planterad ha visar naturligtvis år för år stigande siffror. I nedanstående sammanställning är mk-beloppen anförda som sådana samt även reducerade till 1939 års penningvärde. Jämsides härmed anföres siffrorna för frö- resp. plantåtgången per skogsodlad ha, vilka delvis förklarar vissa oregelbundenheter i kostnadsserierna. De anförda kostnadssiffrorna inkluderar icke de förberedande arbeten, som före själva skogsodlingsskedet verkställts på kulturytorna.

Sammanställning 4. — *Table 4.*

År — *Year*	Såddkostnader mk/ha *Seeding costs, mk/ha*		Fröåtgång *Seed quantity* kg/ha	Planteringskostnader mk/ha *Planting costs, mk/ha*		Plantåtgång *Plant quantity* per ha
	Faktiska *Actual*	Reducerade *Relative*		Faktiska *Actual*	Reducerade *Relative*	
1939	301	301	0.83	765	765	2 079
1940	331	289	0.71	858	748	2 454
1941	468	331	0.92	1 324	937	2 748
1942	723	455	1.21	1 858	1 171	2 984
1943	869	394	0.96	2 045	926	2 643
1944	904	384	0.94	2 206	938	3 141
1945	1 562	339	1.25	4 016	871	2 676
1946	2 970	481	0.79	4 846	785	2 717
1947	2 538	353	0.92	5 768	802	2 678
1948	3 316	328	0.66	9 576	948	2 885
1949	4 518	434	0.59	13 551	1 301	2 927
1950	5 482	406	0.66	15 204	1 126	3 436

Kostnadernas variation från år till år kan även till en del bero på att förbandet i medeltal ej varit detsamma alla år. Statistikens primärmaterial

ger dock icke möjligheter att granska denna omständighet. För såddernas vidkommande kan den olika stora frömängden per ha dels bero på olika förband men även på att fröets grobarhet varierat. På planteringskostnaderna verkar i hög grad de använda plantornas ålder. Stegringen i de till 1939 års nivå omräknade planteringskostnaderna under nu ifrågavarande periods början kan delvis bero på att en allt större proportion överåriga plantor då ingick i materialet. Under de allra sista åren av perioden spelar den relativa rikligheten tallplantor, vilka till största delen torde ha satts ut som 2-åriga, in på kostnadsnivån. Medan antalet tallplantor i slutet av 1930-talet höll sig under 5 % av totala antalet utsatta plantor, var motsvarande siffra i början av 1940-talet 1 à 2 %, 1943 och 1944 under 1 %, 1945 och 1946 noll, 1947 1.3 % men 1948—1950 resp. 16.4, 15.1 och 25.2 %. Detta förklarar även till en del de stora plantmängderna per ha under de tre sistnämnda åren.

Till slut skall här ges en sammanställning över de penningbelopp de i statistiken ingående bolagen totaliter använt för skogsodling. Till dessa arbeten har räknats alla de förberedande röjningarna o.dyl. på kulturytorna, de egentliga sådd- och planteringsarbetena, kompletteringsarbetena på tidigare kulturytor, plantskolearbetena och ingärdningen av kulturytorna. I kostnaderna ingår icke den ordinarie skogspersonalens (forstmästarnas och forsetteknikernas) löner, ej heller skatter o.a. allmänna om-

Sammaställning 5. — *Table 5.*

År — *Year*	Använt penningbelopp milj. mk. *Total amount spent, mill. mk.*		Använt mk per ha skogsmark *Average, mk/ha*	
	Faktiskt *Actual*	Reducerat *Relative*	Faktiskt *Actual*	Reducerat *Relative*
1940	2.68	2.33	1: 52	1: 33
1941	3.61	2.56	2: 09	1: 48
1942	3.45	2.18	2: 00	1: 26
1943	3.77	1.71	2: 03	0: 92
1944	3.28	1.40	1: 94	0: 82
1945	4.17	0.90	2: 50	0: 54
1946	2.22	0.36	1: 39	0: 23
1947	3.13	0.44	2: 05	0: 28
1948	7.42	0.73	5: 01	0: 50
1949	32.58	3.13	22: 58	2: 17
1950	44.87	3.32	31: 87	2: 36
Sammanslagt — *Total*	111.18	19.06		
I medeltal per år — *Average per year*	10.11	1.73	6: 21	1: 08
1935—39 i medeltal per år — *Average per year 1935—39*		4.06		2: 11
1939		4.80		2: 47

kostnader. Beloppen är även angivna per ha skogsmark (växtlig + mindre växtlig) enligt arealredovisningen ultimo resp. år och anföres dels som faktiska mk-belopp, dels omräknade i 1939 års penningvärde.

Ehuru i dessa serier ingår sådana element som ingärdning, kompletteringskulturer o.dyl., ligger tyngdpunkten dock hos de egentliga skogsodlingsarbetena, varför förloppet i stort sett är analogt med det vi sett i sammanställningarna över skogsodlade arealer och mängderna använt skogsodlingsmaterial. Alla de omständigheter, som redan tidigare nämnts, bl.a. arbetskrafts- och fröbrist, men framför allt osäkerheten i äganderättsförhållandena, har ända sedan 1940 hållit tillbaka skogsodlingsverksamheten, som först fr.o.m. 1949 kan notera ungefär motsvarande penningbelopp per ha skogsmark som åren före krigen. Beroende på att bolagens skogsinnehav minskat uppnår de absoluta penningbeloppen, reducerade till 1939 års nivå, dock ej motsvarande förkrigsvärden.

De anförda siffrorna över bolagens skogsodlingsverksamhet visar, att man trots ett fortsatt kolonisationshot och trots arbetskraftssvårigheter och kännbart stegrade kostnader de allra senaste åren allvarligt strävat till att taga igen det, som under krigsåren och strax därefter av nödtvång underläts. Kostnadsnivåns stegring kommer man framdeles säkert att försöka eliminera genom rationalisering av verksamheten. Bl.a. kommer bortsättandet på ackord av en del arbetsmoment, såsom kulturytornas röjning, upptagningen av såddfläckar och planteringsgropar, m.m.dyl. att stå på dagordningen. Frågan om bortsättandet av själva sådd- resp. planteringsarbetet bör även undersökas. Dessutom skall all den utveckling, som ägt rum i fråga om själva skogsodlingstekniken, till fullo beaktas. I detta sammanhang bör även den frågan ägnas en allsidig prövning, huru glesa förband man kan använda utan men för den framtida produktionen.

REFORESTATIONS IN THE FORESTS OF TIMBER COMPANIES IN FINLAND 1940—1950

Summary

According to the statistics collected by the Society of Private-Employed Foresters ever since 1923, concerning the logging and silviculture in the forest industry companies' own forests, the companies covered by the statistics used for forestry in 1935 to 1939 an average of Fmk. 4.06 million per year. As the average area of the company-owned forests in question during these years was 1,927,700 hectares, it means that Fmk. 8: 50 were used for forestry per year and hectare of forest land.

As a result of the wars and the difficulties in the post-war years, the forestry work diminished into a fraction of what it was in the thirties. It was only in 1949 that the work was resumed. Factors effecting this have been the shortage of labour power, the uncertainty in proprietary rights caused by the colonization activities, as well as the bad seed years.

In comparing the expenses in different years, the increase in the wage level from year to year should be taken into consideration. The figures upmost on p. 4 show the development of the daily norme-based wages in forest work in 1939 to 1950, the line below showing the relative buying power of a Finnish mark in labour markets. In making comparisons between different years it should be also observed that the area of company-owned forests has diminished. At the peace treaty, through the ceding of Finnish territories, 208,500 hectares of company-owned forest land were lost, and in the post-war years the displaced persons have been a heavy burden to these company-owned forests, which have diminished from 1,942,140 hectares in 1939 to 1,408,000 hectares at the end of 1950.

Table No. 2 on p. 4 shows the seeding and planting areas in 1940 to 1950. As is seen, only the two last years in the series have values close to the pre-war figures.

Table No. 3 on p. 5 shows the amounts of seeds and plants used in different years. Even at the moment the average figures of the period are far below the values of the thirties, and as for the seeds, it is only in 1949 and 1950 that they show fairly satisfying values, while the amount of plants is pretty trifling even in these years.

Table No. 4 on p. 6 shows the costs of sowing and planting per hectare, both the real costs in Finnish marks and their values as reduced to the level of 1939, as well as the consumption of seeds and plants per hectare.

The last table, No. 5 on p. 7 shows the amounts of Finnish marks, also reduced to the value of 1939, used for forest cultivation in all and as calculated per hectare of forest land. As is seen, it is only in 1949 and 1950 that the amounts are nearing the values at the end of the thirties.

In case the proprietary rights will get stabilized, the forest cultivation activities in companyowned forests will undoubtedly grow fairly wide in the near future. Then the increase in the level of costs should be compensated with a rationalization of work extended as far as possible.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.25
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.25

MÄNNYN SYDÄNPUUSTA JA RUNKOMUODOSTA

M. LAPPI-SEPPÄLÄ

ÜBER VERKERNUNG UND STAMMFORM DER KIEFER

REFERAT

HELSINKI 1952

Alkulause

Tämän tutkielman päätehtävänä on luoda valaistusta kysymykseen, mikä merkitys on männyn sydänpuun muodostuksella, erityisesti puun runkomuotoon ja sen kehitykseen. Mieluisa tehtäväni on lausua parhaat kiitokseni prof. A r v o Y l i s e l l e, jonka äskettäin valmistunut runkomuototeoriaa selvittelevä tutkimus on innoittanut minua työssäni ja joka myös itse on auttanut minua tutkimustehtäväni ratkaisemisessa.

Helsingissä, tammikuun 10 päivänä 1952.

Tekijä.

Sisällys

	Sivu
Mekaanisesta runkomuototeoriasta	3
Männyn sydänpuun muodostuksesta	6
Sydänpuun määrä ja runkomuoto	8
Puun sydän- ja pintapuun erilaisuuden vaikutus puun rungon lujuuteen	11
Männyn latvusto, sydänpuun määrä ja runkomuoto	17
Sydän- ja pintapuun merkitys puun elintoiminnalle	18
Päätelmiä	21
Kirjallisuutta	22
Referat	24

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Mekaanisesta runkomuototeoriasta

Metsänarvioimistieteessä käsitellään puun runkoa matemaattisena pyörähdyskappaleena, jonka ajatellaan syntyneen siten, että puun runkokäyrä ($y = ax^n$) pyörähtää akselinsa ympäri. Tämä runkokäyrä, joka siis määrää puun runkomuodon, voidaan jakaa kahteen pääosaan: koveraan tyviosaan, joka ulottuu maapisteestä, juurenniskasta runkokäyrän käännepisteeseen, sekä sen yläpuolella olevaan kuperaan ns. varsinaisen runkokäyrän muodostamaan osaan (vrt. L a p p i - S e p p ä l ä 1929 ja 1936).

Puun runkomuoto ja sen riippuvaisuus erilaisista tekijöistä on kautta aikojen ollut metsätiedemiesten ja varsinkin metsämatemaatikkojen kiinnostuksen kohteena. Jo P r e s s l e r (1865) esitti aikoinaan oman teoriansa puun runkomuodosta. Hänen käsityksensä mukaan rungon läpimittakasvu on eri korkeuksilla riippuvainen siitä vihreän latvuston osasta, joka on mittauskohdan yläpuolella. Kasvu on sitä pienempi mitä vähäisempi on mittauskohdan yläpuolella oleva latvuksen osa. Tämä ns. r a v i n t o t e o r i a ei kuitenkaan ole saavuttanut metsänarvioimistieteessä jakamatonta hyväksymistä, sillä sen avulla ei ole voitu selittää puun runkomuodon kehitykseen liittyviä monia kysymyksiä.

Suurempaa huomiota on herättänyt sen sijaan ns. m e k a a n i n e n r u n k o m u o t o t e o r i a, jonka S c h w e n d e n e r (1874) ensiksi esitti. Vasta M e t z g e r i n (1893, 1894—95, 1896, 1908) kehittämänä se kuitenkin metsänarvioimisen alalla on saanut varsinaisen kantavuuden ja merkityksen. Hän vertasi puun runkoa tyvipäästään alustaan kiinnitettyyn vipuvarteen, johon kohdistuu monenlaisia sitä rasittavia voimia. Ensi sijassa hän kohdisti huomiota tuulen paineeseen. Pystyssä olevan kasvavan puun on kaatumatta kyettävä vastustamaan tätä painetta, joka suuntautuu etupäässä puun latvustoon. Näiden voimien vaikutuksen alaisena luonto pyrkii rakentamaan puun rungon taloudellisesti edullisimmalla tavalla ja tästä seurauksena puu saa erikoisen runkomuotonsa. Luonnossa vapaasti kasvavan puun runkomuoto kehittyy siis sellaiseksi, että runko on tasaluja pylväs siihen vaikuttaviin mekaanisiin rasituksiin nähden. Yksinkertaisuuden vuoksi Metzger ajatteli tuulen paineen keskittyvän puun latvuston painopisteeseen. Tämän sijainti tuli täten ratkaisevalla tavalla vaikuttamaan puun runkomuodon kehitykseen.

Sen jälkeen puun runkomuotoon kohdistuneet tutkimukset ovat yleensä vahvistaneet mekaanisen runkomuototeorian julkilausumat perustotuudet. Meidän maassamme ovat mm. Cajanus (1911), Lönnroth (1917, 1925 ja 1927), Lakari (1920), Hildén (1926), Lappi-Seppälä (1929, 1930 ja 1936) ja Lindholm (1934) askarrelleet puun runkomuotoa koskevien kysymysten parissa. Heidän tutkimuksensa ovatkin merkinneet edistysaskeleita varsinkin runkomuodon tutkimuksen metodiikan alalla. Samalla ne ovat laajentaneet tietojamme ennen kaikkea runkomuotoon vaikuttavista erilaisista tekijöistä. Sen sijaan ne eivät ole sanottavastikaan kehittäneet mekaanisen runkomuototeorian perustotuuksien selvittelyä, joskin ne ovat sen pohjaa tavallaan vahvistaneet. Myöskin eräät puun anatomiseen rakenteeseen ja puun kasvuilmiön syvällisempään selvittelyyn kohdistuneet tutkimukset (mm. Schwarz 1899, Jaccard 1913, 1915, Tirén 1928, Laitakari 1929, Cajander (Kalela) 1934, Jalava 1934 ja Sirén 1952) ovat tuoneet tärkeätä lisävalaistusta sellaisiinkin kysymyksiin, jotka aikaisemmin, tarkempien tietojen puuttuessa, olivat joko häiritsevästi vaikuttaneet runkomuodon tutkimuksen kehittelyyn tällä pohjalla tahi suorastaan johtaneet virheellisiin päätelmiin.

Vaikkakin mekaanisen runkomuototeorian perustotuudet täten ovat tulleet sangen yleisesti tunnustetuiksi, ei tämä teoria ja puun runkomuodon matemaattinen määrittely sen avulla ole Metzgerin jälkeen sanottavastikaan edistynyt. Syynä tähän lienee epäilemättä se seikka, että kysymyksen perusteellinen käsittely edellyttää niin monien eri tieteiden alojen: kasvifysiologian, -anatomian, metsänarvioimistieteen, mekaniikan, aerodynamiikan ja matematiikan hallitsemista. Se johtaa myös siksi monimutkaisiin matemaattisiin lausekkeisiin ja niiden käsittelyyn, että niiden ratkaisu ei suinkaan ole helppo tehtävä.

Tässä suhteessa Ylisen (1952) äskettäin ilmestynyttä tutkimusta[1] on mekaanisen runkomuototeorian alalla pidettävä tärkeänä edistysaskeleena ja huomattavana saavutuksena. Sen sijaan että runkomuodon tutkimuksessa aina tähän saakka on ajateltu tuulen painevoiman kohdistuvan ainoastaan latvuston painopisteeseen ja puun runko täten on tullut määritellyksi kappaleena (kuutioparaboloidina), jonka latvan huippu sijaitsee mainitussa pisteessä, Ylinen on laskenut tuulen paineen koko latvuksen osalle. Täten hän on saanut puun runkomuodon määritellyksi koko runkopituudelle, erikseen tyvestä latvuksen alkupisteeseen ja erikseen latvuksen sisään jäävälle runko-osalle. Omakohtaisten mittausten perusteella hän on tutkinut eri puulajiemme, männyn, kuusen ja koivun latvuksen tuulen läpäisykykyä, vastuskerrointa, samaten kuin tuulen nopeuden vaihtelua metsässä eri korkeuksilla maan pinnasta. Ylinen on myös kyennyt mää-

[1] Seuraava esitys perustuu tutkimuksen käsikirjoitukseen, johon tekijä on saanut tilaisuuden tutustua.

rittelemään puun kallistuessa tuulen voimasta sen oman painon vaikutuksen ja ottamaan sen rasituslaskelmissaan huomioon. Lisäksi hän on huomioinut lujuusominaisuuksien erilaisuuden, kimmokertoimen vaihtelun, rungon eri korkeuksilla. Näiden periaatteiden mukaisesti suorittamiensa lujuusopillisten laskelmien avulla hän on ihmeteltävän tarkoin saanut matemaattisesti puun runkomuodon peruspiirteet määritellyiksi. Vertailut näiden teoreettisten laskelmien ja tekijän empiiristä tietä, luonnossa suoritettujen mittaustulosten perusteella, esittämien muototunnuslukujen (L a p p i - S e p p ä l ä 1936) välillä osoittavat harvinaisen suurta yhdenmukaisuutta. Ylinen on myös voinut osoittaa, että puun tyvilaajentumakin on mekaanisen runkomuototeorian avulla täysin selitettävissä. Puun runko kokonaisuudessaan tyvestä latvan huippuun asti on mitoitettu saman periaatteen mukaisesti: rungon uloimpien syiden murtopuristuma on vakio pitkin runkoa, joka on siis kaikissa kohdin tasaluja taivutusta vastaan. Mekaaninen runkomuototeoria on täten saanut monipuolista lisävalaistusta ja entistä suuremman kantavuuden.

Mekaaninen runkomuototeoria selvittää puun runkomuodon kehityksen erilaisissa olosuhteissa ja sen riippuvaisuuden eri tekijöistä. Koska nämä luonnossa vaihtelevat erittäin suuresti, on puun runkomuodossakin suuria vaihteluja todettavissa. Se selittää myös puun sisäisessä rakenteessa esiintyvien eroavaisuuksien vaikutuksen runkomuotoon.

Kasvavan puun lujuuden siihen vaikuttaviin rasituksiin nähden määräävät toisaalta rungon läpimitan suuruus, toisaalta puuaineen rakenteellinen lujuus. Rakennusaineen määrä ja sen laatu voivat luonnollisesti tällöin korvata toisiaan; rakenteeltaan lujempaa puuta tarvitaan vähemmän kuin heikompaa. Elinkautenaan puun runkoon kohdistuvat ulkoiset rasitukset saattavat suurestikin vaihdella. Luonnonilmiöt, metsikköä kohdanneet tuhot, mutta ennen kaikkea ihmisen metsikön kehitykseen kohdistuneet toimenpiteet, varsinkin hakkuut, voivat tuntuvastikin muuttaa kasvavan puun asemaa niihin ulkoisiin voimiin nähden, joiden rasitukset koettelevat puun rungon kestävyyttä. Puun on tällöin pyrittävä aina mahdollisimman nopeasti mukautumaan muuttuneisiin olosuhteisiin. Ellei se siihen kykene, jos olosuhteet ovat muuttuneet liian voimakkaasti, tapahtuu katastrofi: esim. myrskytuuli kaataa puun nurin. Vahvistaessaan runkoaan puun on saatava uhanalaisiin rungon osiin joko lisää rakennusainesta tahi lujempaa materiaalia, joskus molempia samalla kertaa. Niinpä vapauttavan hakkuun vaikutuksesta puun läpimitan kasvu muodostuu erilaiseksi rungon eri korkeuksilla kuin ennen hakkuuta ja sisältää erityisen runsaasti kesäpuuta, joka tunnetusti on kevätpuuta lujempaa (J a l a v a 1934, S i r é n 1952). Seuraukset ilmenevät luonnollisesti myös puun runkomuodossa.

Männyn sydänpuun muodostuksesta

Paitsi kevät- ja kesäpuuhun kiintyy huomio muihinkin puun rakenteessa esiintyviin eroavaisuuksiin ja niiden merkitykseen tässä suhteessa. Varsin harvoilla puulajeilla niiden rungon koko puuaine on kauttaaltaan ulkonäöltään, koostumukseltaan ja muiden ominaisuuksiensa puolesta samankaltaista. Tavallisesti on puun rungossa kaksi toisistaan enemmän tai vähemmän jyrkästi eroavaa osaa, jotka sen poikkileikkauksessa ovat selvästi havaittavissa: p i n t a- eli m a n t o p u u ja s y d ä n p u u. Pintapuu on aina pehmeämpää ja vesipitoisempaa, usein myös vaaleamman väristä kuin sydänpuu, joka tavallisesti on siihen keräytyneiden väriaineiden johdosta pintapuusta eroitettavissa. Seuraavassa tarkastelemme erityisesti männyn sydänpuun muodostusta ja sen merkitystä, johon tekijä on tuntenut varhain kiinnostusta sen johdosta, että hän jo yli kolmekymmentä vuotta sitten oli tilaisuudessa suorittamaan eräitä tätä seikkaa selvitteleviä tutkimuksia.

Sydänpuuta alkaa muodostua männyssä jo 30—40 vuoden iällä. Se esiintyy aluksi pienenä, puun poikkileikkauksessa tuskin huomattavana laikkuna puun ytimen ympärillä. Parhaiten sen erottaa kemiallisia reagensseja käyttämällä, mm. typpihappo värjää sen tumman vihertävänsiniseksi. Puun iän lisääntyessä sydänpuun määrä kasvaa ja sen punaisenruskea väri poikkeaa yhä selvemmin mantopuusta. Sydänpuu ei seuraa mitään määrättyä vuosilustoa. Tästä syystä sydänpuu eroittuu rungon poikkileikkauksessa rajoiltaan epämääräisenä kuviona.

Kasvitieteilijäin käsityksen mukaan sydänpuuksi muuttuvan vuosilustokerroksen viimeisenä tehtävänä on hartsiaineilla sulkea puun rengashuokoset ja täten estää veden pääsy syntyviin sydänpuun osiin sekä impregnoida soluseinät erilaisilla aineilla. Tosiasia on, että sydänpuu on kuollutta solukkoa, jonka putkilot ja putkisolut ovat suljetut. Se ei siis enää voi, kuten mantopuu, suoranaisesti ottaa osaa puun elintoimintaan.

Sydänpuun syntytavasta jo käy selville, että tuoreen männyn sydänpuuosa sisältää paljon vähemmän vettä kuin mantopuu. Yleensä arvioidaan tuoreen sydänpuun vesipitoisuus n. 30—40 % ja mantopuun n. 100—190 % puun kuiva-aineen painosta (vrt. J a l a v a 1950). Tästä johtuen tuoreen männynrungon sydänpuu on melkoista kevyempää kuin mantopuu. Täysin kuivassa tilassa männyn sydänpuu on kuitenkin mantopuuta painavampaa.

Tekijä on v. 1919 metsänhoidonylioppilaana Korkeakosken hoitoalueessa suorittanut tutkimuksia männyn sydänpuun määrästä eri-ikäisissä ja muutenkin eri tavoin kehittyneissä männyissä tavallisilla männyn kasvupaikoilla, kuivilla ja kuivahkoilla kangasmailla. Tätä tarkoitusta varten suoritettiin täydellinen runkoanalyysi 80 kaadetussa koepuussa ja sen

lisäksi kairaustutkimuksia lukuisissa kasvavissa puissa. Lyhyenä yhteenvetona tämän tutkimuksen tuloksista esitettäköön seuraavat havainnot:

1) Sydänpuun määrä lisääntyy iän mukana. Esim. 50—60 v. iällä se on keskim. alle 10 %, 70—80 v. iällä n. 20—30 % ja 90—120 v. iällä keskimäärin n. 35—40 % rungon kuutiomäärästä (vrt. Lappi-Seppälä 1927, siv. 40, taul. 23).

2) Sydänpuun määrä on riippuvainen puun latvuston laadusta ja siis myös puun asemasta metsikössä. Mitä laajempi on puun latvus ts. mitä avarammassa asemassa puu on kehittynyt, sitä vähemmän se sisältää sydänpuuta. Suppea-, lyhytlatvuksinen mänty, joka samalla on kasvanut naapuriensa ahdistamana, vallitussa asemassa, sisältää sen sijaan samanikäisenä paljon runsaammin sydänpuuta.

3) Tutkimuksen puitteissa kasvupaikan vaikutus männyn sydänpuun määrään oli varsin vähäinen ja ainakin vaikeasti todettavissa.

4) Yksityisissä rungoissa sydänpuun suhteellinen osuus poikkileikkausalasta on suurin puun 0.20—0.30 korkeudella ts. runkokäyrän käännepisteen korkeudella (vrt. Lappi-Seppälä 1936). Tyvileikkauksessa sydänpuun suhteellinen määrä on pienempi; samaten sydänpuun osuus vähenee luonnollisesti nopeasti käännepisteestä rungon latvaosiin päin.

5) Yksityisissä rungoissa mantolustojen lukumäärä vaihtelee eri korkeuksilla ollen suurin tyvileikkauksessa ja väheten latvaan päin.

Joutuessaan täten jo nuoruudessaan tutkimaan männyn sydänpuun muodostusta, tekijää on vuosikymmeniä jäänyt askarruttamaan kysymys, mikä merkitys ja tehtävä sydänpuulla ja sen muodostumisella on männyn elintoiminnassa. Sittemmin on suoritettujen tutkimusten avulla voitu todeta, että tuoreen männyn sydänpuun taivutuslujuus on melkoista suurempi kuin manto- eli pintapuun (vrt. Wegelius 1931 ja 1943, Ylinen 1948). Tästä syystä ja edellä esitettyjen männyn sydänpuun muodostumiseen kohdistuneen tutkimuksen tulosten johdosta herää oletamus, että sydänpuun merkitys olisi kenties siinä, että se lisää kasvavan männyn taivutuslujuutta siihen kohdistuvia rasituksia vastaan. Mikäli tämä olettamus on oikea, täytyy taasen mekaanisen runkomuototeorian mukaisesti sydänpuun määrällä olla vaikutuksensa myös puun runkomuotoon ja sen kehitykseen. Seuraavassa kohdistetaan pääbuomio tämän seikan selvittämiseen.

Sydänpuun määrä ja runkomuoto

Edellä esitetyn kysymyksen selvittelyä varten on ollut käytettävissä tekijän v. 1919 (vrt. siv. 6) yksityiskohtaisesti mittaamat, kaadetut ja analysoidut mäntykoepuut, yht. 80 runkoa. Ikänsä puolesta tämä tutkimusaineisto jakaantui seuraavasti: 40—79 v. 27, 80—119 v. 38, 120—159 v. 4, 160—199 9 ja yli 200 v. 2 koepuuta. Koepuiden rinnankorkeusläpimittajakaantuminen (kuoretta) oli seuraava: alle 10.0 cm 4, 10.0—14.9 cm 22, 15.0—19.9 cm 30, 20.0—24.9 cm 17 ja 25.0 + cm 7.

Erikoisaineistoksi tätä tarkoitusta varten suoritettavan tarkastelun kohteeksi valittiin näistä 30 koepuuta. Valinta suoritettiin pääasiallisesti koepuiden ikää silmällä pitäen. Koska sydänpuun määrä on huomattavasti puun iästä riippuvainen, koetettiin saada koepuiksi sellaisia mäntyjä, joiden ikä vaihtelisi mikäli mahdollista sellaisissa rajoissa, että sen vaikutus sydänpuun määrään saataisiin eliminoiduksi. Koepuiden ikä vaihteli 72—112 v., keskiarvo 90 v. Sen sijaan pyrittiin tässä suppeassa tutkimusaineistossa saamaan muiden tekijäin vaikutus sydänpuun määrään mahdollisuuksien mukaan esille.

Sydänpuun määrällä tarkoitetaan seuraavassa aina, ellei nimenomaan toisin sanota, sydänpuun suhteellista osuutta koko rungon kuutiomäärästä.

Tämän erikoisaineiston mäntykoepuiden mittasuhteita esittää seuraava taulukko:

Taulukko 1. Erikoisaineisto.

Tabelle 1. Spezielles Untersuchungsmaterial.

Rinnankork. läpimitta (kuoretta) *Brusthöhendurchmesser (o. Rinde)* cm	Pituus, m – *Höhe, m*							Yht. *Zus.*
	11	13	15	17	19	21	23	
9	1	—	—	—	—	—	—	1
11	—	—	1	—	—	—	—	1
13	1	—	2	—	—	—	—	3
15	—	1	2	—	—	—	—	3
17	1	1	3	1	—	—	—	6
19	—	—	1	3	1	1	—	6
21	—	—	2	1	—	1	—	4
23	—	—	—	2	1	—	—	3
25	—	—	—	1	—	—	1	2
27	—	—	—	—	—	1	—	1
Yht. – *Zus.*	3	2	11	8	2	3	1	30

Iän vaikutusta tutkittujen erikoisaineiston koepuiden sydänpuun määrään esittää seuraava taulukko:

Taulukko 2. Männyn sydänpuun määrä ja ikä.
Tabelle 2. Kernholzanteil und Alter der Kiefer.

Ikäluokka, v. *Altersklasse, J.*	Koepuiden luku *Anzahl der Probestämme*	Sydänpuuta, % *Kernholz, %*	
		Keskimäärin *Mittelwert*	Vaihteluvälit *Variationsgrenzen*
70—79	7	31.5	18—49
80—89	8	29.0	10—48
90—99	7	29.3	19—48
100+	8	34.8	21—48
Yht. — *Zus.*	30	31.2	10—49

Kuten taul. 2 havaitaan, ei koepuiden iän tässä erikoisaineistossa ja esiintyvissä rajoissa pitäisi häiritsevästi vaikuttaa muiden muuttujain merkitystä tutkittaessa.

Koepuiden runkomuodon kuvaamiseksi käytettiin, puun koon, absoluuttisten läpimitta- ja pituusmittalukujen eliminoimiseksi, rungon osakorkeuksilla, 0.05, 0.10, 0.20, 0.25, 0.30, 0.40, 0.50, 0.60, 0.70, 0.75, 0.80, 0.90 puun pituudesta, mitattuja läpimittoja puun pituusmittaluvulla jaettuna. (Vrt. L a p p i - S e p p ä l ä 1936.) Kaikki läpimitat mitattiin tarkkuuskaulaimella kahdessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa mm:n tarkkuudellä kuoren alta. Näin lasketut läpimittaluvut kuvaavat mittakorkeuden ja latvanhuipun välisen runko-osan keskimääräistä relatiivista kapenemista eli puun s o l a k k u u t t a. Solakkuus on ennen kaikkea riippuvainen runkokäyrän ja puun akselin keskinäisestä asemasta. Mitä pienempi täten määritelty solakkuusluku on lukuarvoltaan sitä solakammasta ja vähemmän kapenevasta rungosta on kysymys ja päinvastoin. Seuraavassa on käytetty kahta eri solakkuuslukua: puun neljänneskorkeudella mitatun läpimitan ja puun pituuden suhdetta (100 $D_{0,25h} : h$) sekä puun puolikorkeudella mitatun läpimitan ja puun pituuden suhdetta (100 $D_{0,50h} : h$). Tämän lisäksi on koepuissa määrätty myös seuraavat muotosuhteet: $D_{0,50h} : D_{0,25h}$ ja $D_{0,75h} : D_{0,25h}$. Nämä kuvaavat runkokäyrien muotoa ja sitä tapaa, jolla runko kapenee.

Seuraava taulukko 3 esittää männyn sydänpuun määrän ja runkomuodon välistä riippuvaisuussuhdetta edellä mainitun tutkimusaineiston valossa.

Taulukko 3. Männyn sydänpuun määrä ja runkomuoto.
Tabelle 3. Kernholzanteil und Stammform der Kiefer.

Sydänpuuta *Kernholz* %	Koepuiden luku *Anzahl der Probestämme*	Keskim. ikä, v. *Mittleres Alter, J.*	Solakkuusluvut *Schlankheitszahlen* 100D : h 0.25 h	100D : h 0.50 h	Muotosuhteet *Formquotienten* D : D 0.50h 0.25h	D : D 0.75h 0.25h
—25	7	87	1.171	0.965	0.822	0.493
26—35	13	90	1.045	0.871	0.814	0.503
36—45	5	95	0.938	0.813	0.842	0.533
46+	5	93	0.869	0.734	0.832	0.541
Yht. — *Zus.*	30	90	1.016	0.861	0.823	0.512

Taulukon 3 perusteella saattaa tehdä sen päätelmän, että männyn sydänpuun määrän ja runkomuodon välillä vallitsee selvä riippuvaisuussuhde. Mitä solakampi ja vähemmän kapeneva männyn runko on sitä runsaammin se sisältää sydänpuuta ja päinvastoin. Tämä näyttää siis tukevan edellä (siv. 7) männyn sydänpuun merkityksestä esitetyn olettamuksen paikkansapitävyyttä.

Tällaisen päätelmän tekeminen saattaa kuitenkin olla virheellinenkin. On syytä korostaa, että puun runkomuoto on riippuvainen varsin monista muuttuvista tekijöistä. Jos tarkoituksena on tutkia yhden muuttujan vaikutusta runkomuotoon, on välttämätöntä eliminoida tällöin kaikkien muiden vaikutus. Ellei tähän ole mahdollisuuksia, eikä muiden häiritsevien muuttujien vaikutusta myöskään muuten voida kontrolloida, on riidattomien päätelmien tekeminen varsin vaikeata.

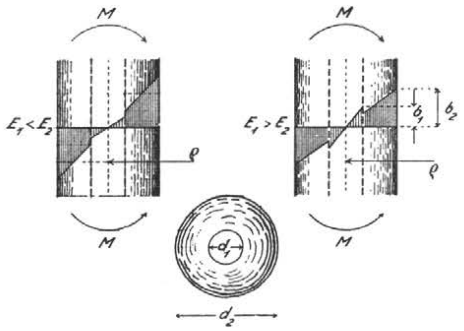
Vihreän latvuston suhteellisella pituudella on tunnetusti puun runkomuotoon erittäin tärkeä vaikutuksensa. Koska tätä muuttuvaa tekijää ei tutkimusaineistosta taul. 3 ole mitenkään voitu eliminoida, on sen perusteella päätelmistä pidättäydyttävä.

Kysymyksen selvittämiseksi pyritään sen vuoksi seuraavassa teoreettisena tehtävänä lujuusopin valossa tarkastelemaan, mikä merkitys männyn sydänpuulla ja sen määrällä on männyn rungon taivutuslujuuteen.[1]

[1] Seuraavissa lujuusopillisissa laskelmissa prof. YLINEN on ystävällisesti tekijää avustanut.

Puun sydän- ja pintapuun erilaisuuden vaikutus puun rungon lujuuteen

Seuraavassa esitettävissä kaavoissa, niiden johdannassa ja laskelmissa käytetään seuraavia merkitsemistapoja (vrt. myös kuv. 1):



Kuva 1. Puun sydän- ja pintaosien merkitystä runkoa taivutettaessa esittävä kaavakuva.
Abb. 1. Schematische Darstellung der Bedeutung von Kernholz- und Splintteilen des Baumes bei Stammbiegung.

M = ulkoinen taivutusmomentti
M_1 = sydämen osalle tuleva taivutusmomentti
M_2 = pinnan osalle tuleva taivutusmomentti
$\Big\}\ M = M_1 + M_2$
E_1 = sydänpuun kimmokerroin
E_2 = pintapuun kimmokerroin
d_1 = sydänpuun läpimitta
d_2 = pintapuurenkaan ulkoläpimitta

$$I_1 = \frac{\pi d_1^4}{64} = \text{sydämen hitausmomentti}$$

$$I_2 = \pi\,\frac{(d_2^4 - d_1^4)}{64} = \text{pintapuurenkaan hitausmomentti}$$

$$\frac{I_1}{d_1 : 2} = W_1 = \frac{\pi d_1^3}{32} = \text{sydämen taivutusvastus}$$

$$\frac{I_2}{d_2 : 2} = W_2 = \frac{\pi\,(d_2^4 - d_1^4)}{32\,d_2} = \text{pintapuurenkaan taivutusvastus}$$

σ_1 = sydänpuun reunajännitys
σ_2 = pintapuun reunajännitys
ϱ = rungon taipumaviivan käyristyssäde

Taivutusopin mukaan on rungon käyristys

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{M}{E\,I} \tag{1}$$

josta seuraa taivutusmomentille lauseke

$$M = \frac{E\,I}{\varrho} \tag{2}$$

Soveltamalla tätä erikseen sydän- ja pintapuuhun todetaan, että sydänpuu ottaa vastaan taivutusmomentin

$$M_1 = \frac{E_1 I_1}{\varrho} \tag{3}$$

ja pintapuurengas taivutusmomentin

$$M_2 = \frac{E_2 I_2}{\varrho} \tag{4}$$

Molemmat osat yhteensä ottavat vastaan taivutusmomentin

$$M = M_1 + M_2 = \frac{1}{\varrho}\,(E_1 I_1 + E_2 I_2) \tag{5}$$

josta ratkaisemalla käyristyksen suhteen seuraa

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{M}{E_1 I_1 + E_2 I_2} \tag{6}$$

Kun tämä $\left(\frac{1}{\varrho}\right)$:n lauseke sijoitetaan yhtälöihin (3) ja (4) ja otetaan huomioon I_1:n ja I_2:n lausekkeet, saadaan

$$M_1 = \frac{E_1 I_1}{E_1 I_1 + E_2 I_2}\, M = \frac{M}{1 + \frac{E_2}{E_1}\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 - 1\right]} \tag{7}$$

$$M_2 = \frac{E_2 I_2}{E_1 I_1 + E_2 I_2}\, M = \frac{\frac{E_2}{E_1}\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 - 1\right] M}{1 + \frac{E_2}{E_1}\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 - 1\right]} \tag{8}$$

Sydänpuun ja pintapuun reunajännitykset ovat

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} = \frac{32\, d_1}{\pi\, d_1^4} \cdot \frac{1}{1 + \frac{E_2}{E_1}\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 - 1\right]}\, M \tag{9}$$

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_2} = \frac{32\, d_2}{\pi\, d_1^4} \cdot \frac{\frac{E_2}{E_1}}{1 + \frac{E_2}{E_1}\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 - 1\right]}\, M \tag{10}$$

Reunajännityksien suhde on siis

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{d_1}{d_2} \cdot \frac{E_1}{E_2} \tag{11}$$

Näiden yleistä laatua olevien kaavojen johdannon jälkeen voimme käydä eräisiin sovellutuksiin.

1) Tarkastakaamme ensiksi pintapuuta lujemman sydänpuun vaikutusta rungon vahvuuteen.

Merkitään rungon läpimittaa, joka ei laisinkaan sisällä sydänpuuta d_2'. Yhtä lujan sydänpuisen rungon läpimitta olkoon d_2 ja sen sisältämän sydänpuun läpimitta d_1 sekä $\frac{d_2}{d_1} = \alpha$. Kun yhtälöön (10) sijoitetaan $E_1 = E_2$, saadaan sydänpuuttoman rungon reunajännitykseksi

$$\sigma_2' = \frac{32}{\pi d_2'^3} M$$

Laventamalla yhtälön (10) oikea puoli d_2^3:lla voidaan se panna muotoon

$$\sigma_2 = \frac{32}{\pi d_2^3} \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 \frac{\frac{E_2}{E_1}}{1 + \frac{E_2}{E_1}\left[\left(\frac{d_2}{d_1}\right)^4 - 1\right]} \tag{12}$$

Kun asetetaan $\sigma'_2 = \sigma_2$ ja sijoitetaan $\frac{d_2}{d_1} = \alpha$, saadaan yhtälö

$$\frac{32}{\pi d_2'^3} \cdot M = \frac{32}{\pi d_2^3} \alpha^4 \frac{\frac{E_2}{E_1}}{1 + \frac{E_2}{E_1}(\alpha^4 - 1)} M \tag{13}$$

eli supistettuna

$$\left(\frac{d_2}{d_2'}\right)^3 = \alpha^4 \frac{\frac{E_2}{E_1}}{1 + \frac{E_2}{E_1}(\alpha^4 - 1)} \tag{14}$$

Tästä peruskaavasta saadaan, jos pinta- ja sydänpuun kimmokertoimet ovat esim. $E_2 = 100\,000$ kp/cm² ja $E_1 = 135\,000$ kp/cm² (Y l i n e n 1948)

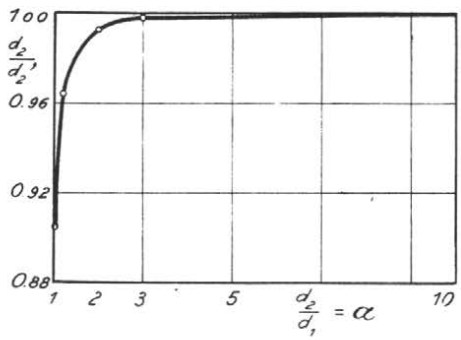
$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{100\,000}{135\,000} = 0.742$$

$$\left(\frac{d_2}{d_2'}\right)^3 = \alpha^4 \frac{0.742}{1 + 0.742\,(\alpha^4 - 1)}$$

Tästä kaavasta voidaan $\frac{d_2}{d_2'}$ ratkaista erilaisilla α:n arvoilla ja siis tutkia, kuinka paljon pienempi voi lujuusopin mukaan olla sydänpuuta sisältävän rungon läpimitta d_2 kuin yhtä lujan sydänpuuttoman rungon läpimitta d_2' silloin kun sydänpuun suhteellinen osuus läpimitasta vaihtelee.

$\frac{100\ d_1}{d_2}$	$\alpha = \frac{d_2}{d_1}$	$\left(\frac{d_2}{d_2'}\right)^3$	$\frac{d_2}{d_2'}$
0	∞	1	1
10	10	1	1
20	5	1	1
33.3	3	0.994	0.998
50	2	0.980	0.993
60	1.67	0.956	0.985
75	1.33	0.900	0.964
100	1	0.742	0.905

Laskelma osoittaa, että sydänpuulla rungon lujuuden lisääjänä on varsin vähäinen merkitys. Tästä myös johtuu, että sydänpuun määrä yllättävän vähän saattaa vaikuttaa rungon läpimitan suuruuteen ja siis puun runkomuotoon. (Vrt. kuva 2.)



Kuva 2. Sydänpuun vaikutus rungon vahvuuteen.
Abb. 2. Einfluss des Kernholzanteils auf den Durchmesser des Stammes.

Laskelman tulos voidaan myös esittää seuraavasti:

Sydänpuuta kuutiosta	Sydänpuuta läpimitasta	Rungon läpimitta (d_2) pienempi kuin sydänpuuttoman rungon läpimitta(d_2')
%	%	%
11.1	33.3	0.2
25	50	0.7
36	60	1.5
56.25	75	3.6
100	100	9.5

Käsittelyn alaisessa erikoisaineistossa männyn sydänpuun määrä on vaihdellut 10—49 % rungon kuutiosta, se on keskimäärin ollut 31.2 %. Sivulla 10 lausuttu ennakkokäsitys on siis ollut virheellinen, ainakin se on ollut erittäin suuressa määrin sydänpuun vaikutusta rungon lujuuteen ja sen muodon kehitykseen liioitteleva. Tosiasiaksi jää, — varsinkin läpimitan mittaukseen liittyvät virhemahdollisuudet huomioon ottaen, jotka

lienevät ainakin n. 1.0 %, — että sydänpuun merkitys tässä suhteessa on erittäin vähäinen, joskin saman suuntainen kuin oli oletettavissa.

Rungon sydänosan vaikutus rungon lujuuteen käy vielä selvemmäksi, jos edelleen lujuusopin valossa laskennollisesti tarkastamme runkoa, jonka sydänosa on laho ja siis esim. täysin ontto.

2) Laho n (onto n) sydänosan vaikutus rungon vahvuuteen.

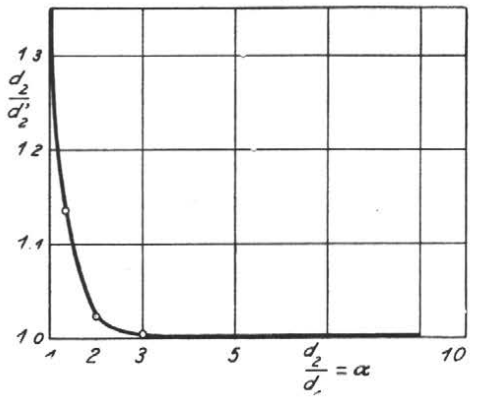
Merkitään eheän rungon läpimitta d_2'. Yhtä lujan onton rungon läpimitta olkoon d_2, onton osan läpimitta d_1 sekä $\frac{d_2}{d_1} = \alpha$. Koska tällöin $E_1 = 0$ ja siis $\frac{E_2}{E_1} = \infty$, niin kaava (14) saa muodon

$$\left(\frac{d_2}{d_2'}\right)^3 = \frac{\alpha^4}{\alpha^4 - 1}$$

$\frac{100 d_1}{d_2}$	$\alpha = \frac{d_2}{d_1}$	$(\frac{d_2}{d_2'})^3$	$\frac{d_2}{d_2'}$
0	∞	1	1
10	10	1	1
20	5	1	1
33.3	3	1.013	1.004
50	2	1.068	1.023
75	1.33	1.463	1.135
100	1	∞	∞

Tämäkin laskelma osoittaa, miten yllättävän vähäinen vaikutus puunrungon sydänosien laadulla on sen lujuuteen ja siten myös kasvavan puun läpimittaan. Jos rungon ontto sisin osa on läpimitaltaan 20 % rungon läpimitasta, ei tällä ole vielä juuri mitään vaikutusta. Mikäli ontto keskiosa käsittää $^1/_3$ rungon läpimitasta, korvaa rungon läpimitan 0.4 %:n lisäys tämän runkoa heikentävän vaikutuksen. Jos lahon (onton) keskuksen määrä käsittää puolet rungon läpimitasta, tarvitaan 2.3 %:n läpimitan lisäys tämän vaurion korvaamiseksi ja saattamaan sen yhtä lujaksi taivutusta vastaan kuin täysin ehjä runko. Vasta tätä suurempiin lahon määriin siirryttäessä sen vaikutus rungon lujuuteen alkaa kasvaa voimakkaasti (vrt. myös kuvaa 3).

On syytä erityisesti korostaa sitä seikkaa, että edellä esitetyt lujuusopilliset laskelmat ovat kohdistuneet runkoon, joka mikäli mahdollista on joko sylinterimäinen tahi paraboloidimainen, ts. läpimittoihin, jotka eivät sijaitse tyvilaajentuman suoranaisessa vaikutuspiirissä, vaan mieluimmin ovat lähellä runkokäyrän käännepistettä. Erikoisesti rungon neiloidimaisessa tyviosassa muodostuvat taivutusjännityksien suunnat siksi erilaisiksi, ettei edellä esitetty laskelma niissä oloissa enää täysin pidä paikkaansa. Tämä selittää myös sen seikan, että esim. tyvilahon esiintyminen



Kuva 3. Onton sydänosan vaikutus rungon vahvuuteen.
Abb. 3. Einfluss des hohlen Kernes auf den Durchmesser des Stammes.

kuusen rungossa aivan lähellä juuren niskaa ja yleensäkin rungon alimmissa osissa, aiheuttaa todennäköisesti juuri lujuusopillisista syistä melkoista suuremman läpimitan lisäyksen, tyvipaisuman, kuin mitä edellä esitetty laskelma osoittaa.

Puun rungon sydänosilla on siis erittäin vähäinen vaikutus rungon lujuuteen. Tämä toteamus selittää sen tosiseikan, että kasvikunnassa vartta lujittavat solukot sijaitsevat aina sen pintaosissa. Niinpä bamburuoko (*Bambusa arundinacea*) ja järvikaisla (*Scirpus lacustris*) tämän tosiseikan tyypillisinä luonnehtijoina kykenevät kasvattamaan pituuteen nähden sangen solakan, pieniläpimittaisen varren, joka pysyy pystyssä lujien pintakerrostensa ansiosta, vaikka varsi onkin ontto.

Tämän saman tosiseikan valossa moni puunrungon anatomiseen rakenteeseen liittyvä ilmiö saa luonnollisen selityksensä. Lujuusopillisista syistä puun vuosilusto on siten rakennettu, että vahvasoluinen kesäpuu sijoittuu luston ulkoreunaan. Puun runko on täten kokoonpantu ikäänkuin sisäkkäin sijaitsevista vahvarakenteisista hylsyistä. Varsin ymmärrettävää on myöskin, että kesäpuun suhteellinen runsaus puussa yleensä lisääntyy ytimestä pintaa kohti (vrt. esim. Schwarz 1899 ja Sirén 1952 ym.)

Lujuutta vaativissa teknillisissä rakenteissa (esim. huonekalusteissa) käytetään samasta syystä edullisesti onttoja metalliputkia, jotka ovat keveitä ja raaka-ainetta säästäviä.

Tässä yhteydessä herää kysymys, miten on sitten ymmärrettävissä, että luonto epätarkoituksenmukaisella tavalla ikäänkuin tuhlaa raaka-aineitaan sijoittamalla lujempaa puuainetta rungon sydänosaan, jossa sillä ei kuitenkaan tule olemaan vastaavaa merkitystä kuin puun pinnassa. Tällöin on ensiksikin otettava huomioon, että sydänpuun suurempi lujuus tuoreessa puussa mantopuuhun verrattuna pääasiallisesti aiheutuu sen suuremmasta

kuivuudesta ts. pienemmästä vesipitoisuudesta (vrt. J a l a v a 1950), mikä taasen on suoranainen seuraus sydänpuun syntytavasta. Luonto ei siis tosiasiallisesti ole sen ominaisuuden takia tuhlannut raaka-aineitaan. Toiseksi puun rungon rakenne ja sen kasvutapa on nyt kerta kaikkiaan sellainen, että aiemmin pintapuuna toimineet solukot vähitellen muuttuvat rungon sisäosiksi ja sydänpuuksi; muuannekaan ei kasvava puu voi näitä sen elintoiminnasta syrjään joutuvia solukoita sijoittaa. Epätarkoituksenmukaisuudestakaan ei siis voi tässä olla kysymys.

Männyn latvusto, sydänpuun määrä ja runkomuoto

Puun sydän- ja pintaosien erilaisuuden vaikutus rungon lujuuteen ja siten myös puun runkomuotoon on siis varsin vähäinen. Taul. 3 (siv. 10) perusteella tehdyt päätelmät männyn sydänpuumäärän ja runkomuodon välisestä riippuvaisuussuhteesta ovat siis ainakin suurelta osaltaan harhautuneita. Ilmeisesti sydänpuun määrä toisaalta ja runkomuoto toisaalta ovat riippuvaisia jostakin toisesta muuttuvasta tekijästä, jonka vaikutusta ei ole voitu eliminoida eikä kontrolloida, ja tämä on aiheuttanut harhapäätelmiä. On syytä epäillä, että tämä toinen muuttuja on puun latvusto. Tarkastelkaamme sen vuoksi seuraavassa puun vihreän latvuksen suhteellisen pituuden vaikutusta sekä männyn runkomuotoon että sydänpuun määrään.

Taulukko 4. Männyn latvuksen suhteellinen pituus ja runkomuoto.
Tabelle 4. Relative Länge der Krone und Stammform der Kiefer.

Latvuksen pituus *Länge der Krone* %	Koepuiden luku *Anzahl d. Probestämme*	Keskim. ikä, v. *Mittleres Alter, J.*	Solakkuusluvut *Schlankheitszahlen*		Muotosuhteet *Formquotienten*	
			100D : h 0.25 h	100D : h 0.50 h	D 0.50h / D 0.25h	D 0.75h / D 0.25h
20—29	4	84	0.793	0.671	0.834	0.550
30—39	10	92	0.921	0.767	0.830	0.530
40—49	6	101	1.121	0.943	0.835	0.521
50—59	7	82	1.217	0.999	0.817	0.486
60+	3	90	1.206	0.941	0.775	0.443
Yht. — *Zus.*	30	90	1.016	0.861	0.823	0.512

Taulukko 4 osoittaa, että puun runkomuoto tässäkin aineistossa on ratkaisevalla tavalla puun latvuksen suhteellisesta pituudesta riippuvainen, mitä mekaanisen runkomuototeorian valossa on pidettävä täysin luonnollisena.

Taulukko 5. Männyn latvuksen suhteellinen pituus ja sydänpuun määrä.
Tabelle 5. Relative Länge der Krone und Kernholzanteil der Kiefer.

Latvuksen pituus *Länge der Krone* %	Koepuiden luku *Anzahl d. Probestämme*	Keskim. ikä, v. *Mittleres Alter, J.*	Sydänpuuta, % *Kernholz, %*	
			Keskiarvo *Mittelwert*	Vaihteluvälit *Variationsgrenzen*
20—29	4	84	42.4	30—49
30—39	10	92	35.0	26—48
40—49	6	101	30.7	21—44
50—59	7	82	21.8	12—32
60+	3	90	22.9	10—30
Yht. — *Zus.*	30	90	31.2	10—49

Myös männyn sydänpuun määrä näyttää taul. 5 perusteella olevan aivan ilmeisesti latvuksen suhteellisesta pituudesta siten riippuvainen, että latvuksen pituuden lisääntyessä sydänpuun määrä vähenee ja päinvastoin. Koska rungon lujuusopillisilla tekijöillä ei tähän ilmiöön nähden ole merkittävää vaikutusta, on selitys tähän tosiseikkaan etsittävä toisaalta.

Puun vihreän, assimiloivan latvuksen mittasuhteet määrittelevät sen elintoiminnan vilkkauden. Mitä suurempi puun vihreä latvus on, sitä enemmän puu nähtävästi tarvitsee elävää pintapuuta ja vähemmän kuollutta sydänpuuta. Ilmeisesti männyn pinta- eli mantopuulla siis onkin kasvavan puun elintoiminnan kannalta katsoen tärkeämpi, ensiarvoisempi merkitys kuin sydänpuulla.

Sydän- ja pintapuun merkitys puun elintoiminnalle

Edellä on todettu, että puun vihreän latvuston pituus ratkaisevalla tavalla vaikuttaa toisaalta puun runkomuotoon ja toisaalta puun pintapuun määrään. Tällä tavoin tulee myös rungon sydänpuun määrä puun latvuksen koosta riippuvaiseksi. Sydänpuun merkitystä selviteltäessä siis osoittautuu, että pinta- eli mantopuu onkin, kuten varsin luonnollista, kasvavan puun elintoiminnassa paljon tärkeämpi, ensiarvoisempi kuin sydänpuu.

Metsänkasvattaja pitäessään silmällä yksinomaan taloudellisia näkökohtia näkee rungon kasvavan puun ensiarvoisena, primäärisenä osana, johon hän kohdistaa kaiken huomionsa. Puun elintoiminnan kannalta katsoen on kuitenkin vihreä latvusto sen elimistön tärkein osa; rungon ainoana tehtävänä on kannattaa latvustoa, nostaa se valoon, vieläpä ohi kilpailevien naapuripuiden. Analogisella tavalla muodostuvat puun elintoiminnan kannalta katsoen sen pinta- ja sydänpuun keskinäiset arvosuhteet. — Biologiset seikat määrittelevät siis kasvavan puun mantopuun tarpeen ja merkitykseltään toisarvoisena tulee sydänpuun määrä tämän kautta määrätyksi.

Kasvavan puun elintoiminnan vilkkautta ja sen kasvunopeutta luonnehtii parhaiten sen vuosilustojen vahvuus. Koepuiden eri korkeuksilla suoritettujen rungon läpimitan ja sydänpuun läpimitan mittausten yhteydessä luettiin myös samalla mantopuulustojen lukumäärä. Täten voitiin saada myös mantopuulustojen keskimääräinen vahvuus määrätyksi. Seuraavassa kohdistetaan tarkastelu mäntykoepuiden pintapuun vuosilustojen keskimääräiseen vahvuuteen neljänneskorkeudella ($D_{.025h}$) ja rungon sydänpuun määrään.

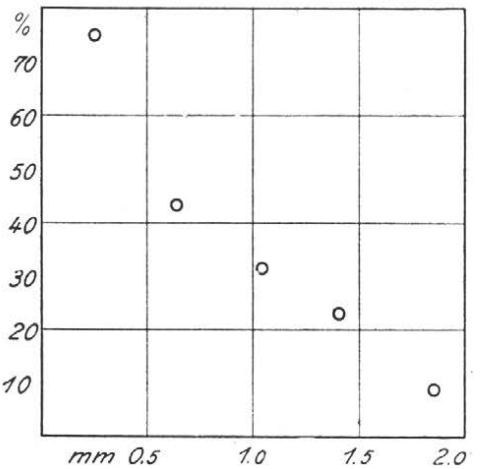
Taulukko 6. Männyn vuosiluston vahvuus ja rungon sydänpuun määrä.
Tabelle 6. Jahrringbreite und Kernholzanteil der Kiefer.

Pintapuun vuosilustojen keskim. vahvuus *Mittlere Breite der Splintholzjahrringe* mm	Koepuiden luku *Anzahl der Probestämme*	Keskim. ikä, v. *Mittleres Alter, J.*	Sydänpuuta, % *Kernholz, %*	
			Keskiarvo *Mittelwert*	Vaihteluvälit *Variationsgrenzen*
	a) Erikoisaineisto — *Spezielles Untersuchungsmaterial*			
0.5—0.7	9	88	39.0	27—49
0.8—1.1	12	96	32.0	21—48
1.2—1.5	9	86	21.2	10—32
Yht. — *Zus.*	30	90	31.2	10—49
	b) Koko aineisto — *Ganzes Material*			
0.1—0.4	6	141	75.3	61—88
0.5—0.7	20	126	43.5	26—66
0.8—1.1	27	87	31.1	19—64
1.2—1.5	22	82	22.5	7—35
1.6—1.9	5	61	9.0	3—13
Yht. — *Zus.*	80	98	34.1	3—88

Koska vuosiluston vahvuus, tässä tapauksessa puun neljänneskorkeudella, kaikkia muita muuttuvia tekijöitä, kuten esim. ikää, tarkemmin erittelemättä ja eliminoimatta, erittäin hyvin soveltuu kuvaamaan juuri puun elintoiminnan aktiivisuutta, on taulukossa 6 kohdistettu tarkastelu sekä varsinaiseen, rajoitettuun tutkimusaineistoon että myös koko aineistoon. Taulukosta 6 voidaan päätellä, että männyn sydänpuun määrä on ratkaisevalla tavalla sen kasvuisuudesta riippuvainen (vrt. kuva 4).

Kokoamalla edellä esitetyt männyn sydänpuun muodostusta koskevat havainnot saa sen käsityksen, että tämä ilmiö on eräänlainen, joskin säännölliseen kehityskulkuun kuuluva, seuraus puun elintoiminnan heikkenemisestä. Nähtävästi puun solukot eivät koko sen elinikää kykene säilyttämään elinvoimaisuuttaan, vaan ennemmin tahi myöhemmin, puun kasvukykyisyydestä ja siis yleisvoinnista riippuen, ensiksi lähinnä ydintä ja sitten vähitellen pintaa kohti edeten, muuttuvat kuolleeksi solukoksi, sydänpuuksi. Jonkinlaista vertauskohtaa hakien, tämä ilmiö merkitsisi puusolukoissa eräänlaista »verisuonten kalkkiutumista».

Taulukosta 7, joka esittää mantopuulustojen lukumäärää tutkimus-



Kuva 4. Vuosiluston vahvuus ja rungon sydänpuun suhteellinen osuus.
Abb. 4. Jahrringbreite und Kernholzanteil des Stammes.

aineistossa sekä kantoleikkauksessa että rungon neljänneskorkeudella, havaitaan, miten pitkän ajan pintapuun solukot voivat säilyttää elinkykyisyytensä. Yli 70 vuoden ikäiset pintapuun lustot ovat jo harvinaisia; kantoleikkauksessa on pintapuun lustojen keskiarvo 45. Näiden lustojen lukumäärässä on havaittavissa eräänlaista säännönmukaisuutta, josta ilmenee sydänpuun muodostumisprosessin v a u h t i. Aluksi se on hitaampaa, jolloin mantopuulustojen luku kasvaa, kunnes se saavuttaa vaiheen, jossa sydänpuulustoja muodostuu enemmän kuin pintapuulustoja; sen jälkeen osoittaa elävien mantopuulustojen määrä alenevaa suuntaa. Tämä vaihe on todennäköisesti merkki puun elintoiminnan, syystä tahi toisesta tapahtuvasta, heikkenemisestä.

Taulukko 7. Männyn rungon sydänpuun määrä ja mantopuulustojen lukumäärä.
Tabelle 7. Kernholzanteil und Anzahl der Splintholzjahrringe der Kiefer.

Koko aineisto — *Ganzes Material*						
Sydänpuuta % *Kernholz %*	Koepuiden luku *Anzahl der Probestämme*	Keskim. ikä, v. *Mittleres Alter, J.*	Mantopuulustojen lukumäärä, kpl *Anzahl der Splintholzjahrringe, St.*			
			Kantoleikkauksessa *Am Wurzelstock* (D_0)		Neljänneskorkeudella (D 0.25 h) *In Viertelhöhe*	
			Keskimäärin *Mittelwert*	Vaihteluvälit *Variationsgrenzen*	Keskimäärin *Mittelwert*	Vaihteluvälit *Variationsgrenzen*
1—5	3	58	36	31—42	24	21—29
6—15	9	65	39	31—46	30	21—38
16—25	11	65	39	30—46	34	25—46
26—35	28	89	43	32—66	36	21—50
36—45	10	127	52	32—70	37	25—45
46—55	10	121	52	32—76	39	29—60
56—65	3	147	45	36—60	33	21—48
66+	6	148	43	23—65	27	8—44
Yht. — *Zus.*	80	98	45	23—76	34	8—60

Päätelmiä

Tutkimuksen päätulokset voidaan kiteyttää seuraaviin päätelmiin:

Männyn sydänpuun muodostuksella ja sydänpuun määrällä ei ole voitu todeta olevan ensiarvoista merkitystä puun elintoiminnalle.

Puun pintaosilla on siksi ratkaiseva ja toisaalta sydänosilla niin vähäinen merkitys rungon lujuuteen, ettei männyn sydänpuulla, vaikkakin se on huomattavasti lujempaa kuin pintapuu, ole sanottavaa runkoa lujittavaa vaikutusta. Samasta syystä ei myöskään männyn sydänpuun määrällä saata olla — erityisesti mittaustapoihin liittyvät virhemahdollisuudet huomioiden — todettavaa vaikutusta puun runkomuotoon ja sen kehitykseen.

Puun runkomuoto on ensi sijassa riippuvainen sen vihreän latvuksen koosta, erityisesti sen suhteellisesta pituudesta. Puu on muodoltaan sitä solakampi ja vähemmän kapeneva mitä suppeampi ja lyhyempi puun latvus on. Sama tekijä määrää ratkaisevalla tavalla myös rungon mantopuun määrän ja siten vastaavasti sydänpuun suhteellisen osuuden.

Männyn mantopuun ja vastaavasti sydänpuun määrä on ratkaisevasti puun elintoiminnan vilkkaudesta, sen kasvunopeudesta ja yleisestä kasvuisuudesta riippuvainen. Mitä nopeakasvuisempi puu on sitä runsaammin se sisältää mantopuuta ja vastaavasti vähemmän sydänpuuta sekä päinvastoin.

Sydänpuun runsautta on todennäköisesti pidettävä eräänlaisena merkkinä puun elintoiminnan heikkenemisestä.

Kirjallisuutta

Archer, Erling. 1920. Om tømmerets form i Glommens og Drammens vasdrag. (Medd. fr. det norske Skogforsøksvaesen, H. 3. Kristiania.)

Cajander (Kalela), Erkki K. 1934. Havaintoja eräällä myrskytuhoalueella. AFF. 44. 10. Helsinki.

Cajanus, Werner. 1911. Puun rungon muotoa koskevia tutkimusmetoodeja. SMJ. XXVIII. Helsinki.

Duschek, Stefan. 1935(?). Studien über die Schaftform. Separat-Abdruck aus der »Sudetendeutschen Forst- und Jagdzeitung». Taplitz-Schönau.

Eide, Erling. 1922. Om tømmerets form i Trøndelags vasdrag. (Medd. fr. d. norske Skogforsøksvaesen, H. 2. Kristiania.)

Hartig, Robert. 1871. Ueber das Dickenwachsthum der Waldbäume. (Zeitschrift f. Forst- u. Jagdwes., S. 66—104. Berlin.)

Hildén (Osara), N. A. 1926. Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla Pohjois-Karjalasta kootun aineiston nojalla. AFF. 32. Helsinki.

Jaccard, P. 1913. Eine neue Auffassung über die Ursachen des Dickenwachstums. (Naturwiss. Zeitschrift f. Forst- u. Landwirtschaft, S. 241—279. Stuttgart.)

—»— 1915. Neue Untersuchungen über die Ursachen des Dickenwachstums der Bäume. (Ibidem, S. 321—360.)

Jalava, Matti. 1934. Havaintoja puun aseman vaikutuksesta puun ominaisuuksiin. AFF. 40. 9. Helsinki.

—»— 1950. Metsäteknologia. Luku: Puun ominaisuudet. S. 76. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.

Jonson, Tor. 1910. Taxatoriska undersökningar om skogsträdens form. I. Granens stamform. (Skogsvårdsföreningens Tidskrift, Stockholm.)

—»— 1911. Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. II. Tallens stamform. (Ibidem.)

—»— 1912. Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. III. Formbestämning å stående träd. (Ibidem.)

Laitakari, Erkki. 1929 Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. AFF. 34. 34. Helsinki.

Lakari, O. J. 1920. Tutkimuksia männyn muodosta. AFF. 16. Helsinki.

Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. MTJ. 12. Helsinki.

—»— 1929. Untersuchungen über die Schlankheit der Kiefer. AFF. 34. Helsinki.

—»— 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. Basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). MTJ. 15. Helsinki.

—»— 1936. Tutkimuksia männyn ja koivun runkomuodosta. AFF. 44. Helsinki.

Lindholm, Walter. 1934. Runkokäyrän arvoitus. MA. N:o 5. Helsinki.

Lönnroth, Erik. 1917. Ohjeita ja määräyksiä yliopistollisia metsänarvioimisen harjoitustöitä varten. (Kirjoituskoneella monistettu.)

Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. AFF. 30. Helsinki.
—»— 1927. Über die Stammkubierungsformeln. AFF. 31. Helsinki.
Metzger, C. 1893. Der Wind als massgebender Faktor für das Wachsthum der Bäume. (Münd. Forstl. Hefte, H. III, Berlin.)
—»— 1894—1895. Studien über den Aufbau der Waldbäume und Bestände nach statischen Gesetzen. (Ibidem, H. V—VII.)
—»— 1896. Form und Wachstum der Waldbäume im Lichte der Darwinschen Lehre. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung, S. 224—233. Frankfurt am Main.)
—»— 1908. Über das Konstruktionsprincip des sekundären Holzkörpers. (Naturwiss. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirt. S. 249—273. Stuttgart.)
Pressler, Max. Rob. 1865. Das gesetz der Stammbildung und dessen forstwirthschaftliche Bedeutung insbesondere für den Waldbau höchsten Reinertrags. Rationeller Forstwirth: Selbständiges Supplement. Leipzig.
Schwarz, Frank. 1899. Physiologische Untersuchungen über Dickenwachstum und Holzqualität von Pinus silvestris. Berlin.
Schwendener, S. 1874. Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monocotylen, mit vergleichenden Ausblicken auf die übrigen Pflanzenklassen. Leipzig.
Sirén, Gustaf. 1952. Vapauttavan hakkuun vaikutuksesta kuusipuun rakenteeseen korpimailla. MTJ. 40. Helsinki.
Tirén, Lars. 1928. Einige Untersuchungen über die Schaftform. Meddel. fr. statens skogsförsöksanstalt, H. 24, N:o 4. Stockholm.
Wegelius, Edv. 1931. Männyn mekaaniset ominaisuudet. Teknill. Aikakauslehti, 21. s. 549. Helsinki.
—»— 1943. Suomalaisen männyn väsytyslujuus. Teknill. Aikakauslehti, 23. s. 277. Helsinki.
Ylinen, Arvo. 1948. Kimmo- ja lujuusoppi I. WSOY. Porvoo-Helsinki.
—»— 1952. Über die mechanische Schaftformtheorie der Bäume. Suomen Teknillinen Korkeakoulu. Tieteellisiä tutkimuksia. Helsinki.

Lyhennyksiä:

AFF = Acta Forestalia Fennica.
MA = Metsätaloudellinen Aikakauskirja.
MTJ = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja.
SMJ = Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja.

ÜBER VERKERNUNG UND STAMMFORM DER KIEFER

Referat

Zur mechanischen Stammformtheorie (S. 3–5)

Schon Pressler (1865) legte seinerzeit seine eigene Theorie über die Stammform dar. Diese sog. Ernährungstheorie hat jedoch keine ungeteilte Anerkennung gefunden, denn durch sie hat man die mancherlei Fragen zur Entwicklung der Stammform des Baumes nicht lösen können. Grössere Aufmerksamkeit hat dagegen die mechanische Stammformtheorie erregt, die als erster Schwendener (1874) dargestellt hat. Erst durch Metzger (1893, 1894–95, 1896, 1908) entwickelt hat sie indes ihre eigentliche Bedeutung erlangt. Nach ihr entwickelt sich die Stammform des in der Natur frei wachsenden Baumes derart, dass sie in bezug auf die auf sie einwirkenden Belastungen eine gleichmässig feste Säule ist darstellt.

Obgleich die Grundwahrheiten der mechanischen Stammformtheorie recht allgemein Anerkennung gefunden haben, haben sich, nach der von Verfasser vorgenommenen Baumes Durchsicht, diese Theorie und die durch sie gegebene Definition für die Stammform des nach Metzgers Bemühungen nicht mehr nennenswert weiter ausgebildet. Erst die Untersuchung Ylinens (1952) bedeutet in dieser Hinsicht einen wichtigen Fortschritt. Mittels seiner von ihm entwickelten Methode berücksichtigt Ylinen den Wechsel der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen, desgleichen die vom Wurzelende schopf wärts gerichtete Abnahme in der Festigkeit des Baumstammes. Auch hat er die Wirkung des Eigengewichts des Baumes festzulegen und in seinen Belastungsberechnungen zu berücksichtigen vermocht. Selbst den Wurzelanlauf erklärt er mit Hilfe dieser Theorie. Die mechanische Stammformtheorie hat somit nunmehr eine grössere Tragweite bekommen.

Über die Verkernung der Kiefer (S. 6–7)

Verfasser hat schon i.J. 1919 Untersuchungen über die Verkernung der Kiefer angestellt. Das damals gesammelte Untersuchungsmaterial, das insgesamt 80 vollständig analysierte, gefällte Probestämme umfasst, sowie das unter ihnen für den Zweck ausgewählte spezielle Forschungsmaterial (vgl. Tab. 1) werden bei dieser Untersuchung verwertet. Die wichtigsten Ergebnisse der demaligen Untersuchungen Verfassers waren folgenden:

1) Der Kernholzanteil nimmt mit dem Alter zu. Die Verkernung beginnt im Alter von etwa 30–40 Jahren.

2) Der Kernholzanteil ist von der Kronenbeschaffenheit des Baumes und seiner Stellung im Bestande abhängig.

3) Die Wirkung des Standorts (Bonität) auf die Verkernung der Kiefer ist gering und jedenfalls schwer festzustellen.

4) Der relative Anteil des Kernholzes am Stammquerschnitt ist am grössten in einer Höhe von $0.20-0.30$ oder in der Höhe des Inflexionspunktes der Stammkurve (Lappi-Seppälä 1936).

5) Die Anzahl der Splintjahrringe ist im Basalquerschnitt am grössten und nimmt gegen die Krone hin ab.

Die Biegungsfestigkeit des Kernholzes der wachsenden Kiefer ist ziemlich viel grösser als die ihres Splintes (Wegelius 1931, 1943, Ylinen 1948). Ob das Kernholz die Biegungsfestigkeit der Kiefer steigert und ob die Kernholzmenge dadurch eine Wirkung auf die Stammform der Kiefer ausübt, wird daher hier einer Untersuchung unterzogen.

Kernholzmenge und Stammform (S. 8—18)

Weil Tab. 3 Anlass gibt zu der Annahme, zwischen Kernholzmenge und Stammform bestehe eine Korrelation, wird die Frage nach dem Einfluss von Kernholz und Splint auf die Festigkeit des Stammes als theoretische Aufgabe im Lichte der Festigkeitslehre Gegenstand mathematischer Betrachtung. (Vgl. S. 11—13.)

Die Berechungen erweisen, dass dem Kernholzteil als Mehrer der Festigkeit des Stammes eine sehr geringe Bedeutung zukommt. Daran liegt es, dass der Kernholzanteil die Stammbildung, den Durchmesser und also die Stammform recht wenig zu beeinflussen vermag. Wenn also ein Kiefernstamm an Kernholz 25 % (bzw. 56.25 %) von der Kubikmasse, d.h. also 50 % (bzw. 75 %) von demjenigen umfasst, muss sein Durchmesser 99.3 % (bzw. 96.4 %) von demjenigen eines solchen Stammes ausmachen, der nur Splint enthält, um ebenso fest wie dieser zu sein. (Vgl. S. 14—15.)

Die geringe Bedeutung des Kernteils für die Festigkeit wird noch deutlicher bei Betrachtung eines Stammes, dessen Kernteil ganz hohl ist. (Vgl. S. 16 Abb. 3.) Macht der hohle, mittlere Teil des Stammes (im Durchmesser) 20 % des Stammdurchmessers aus, so ist das noch von beinahe keinerlei Einfluss. Soweit der hohle mittlere Teil $^1/_3$ (bzw. $^1/_2$) vom Stammdurchmesser umfasst, gleicht eine Zunahme von 0.4 % (bzw. 2.3 %) des Gesamtdurchmessers diese stammschwächende Wirkung aus. Die Berechnungen sind aber im Einflussbereich des Wurzelanlaufs nicht ganz zutreffend.

Das Kernholz und seine Menge üben also keine nennenswerte Wirkung auf die Stammform und deren Entwicklung bei der Kiefer aus.

Dagegen wird festgestellt, wie die Stammform des Baumes einerseits und seine Kernholzmenge anderseits in ausschlaggebender Weise von der relativen Länge seiner Krone abhängig sind. (Vgl. S. 17—18, Tab. 4 und 5.) Dies erklärt auch die durch Tabelle 3 gezogenen Folgerungen.

Die Bedeutung von Kernholz und Splint für die Lebensfunktion des Baumes (S. 19—21)

Die Verkernung ist in sehr hohem Masse abhängig von der Wachstumsgeschwindigkeit des Baumes und der Intensität seiner Lebensfunktion. (Vgl. S. 19—20, Tab. 6, Abb. 4). Die ganze Erscheinung ist wahrscheinlich eine Art Folge, zwar zum regelmässigen Entwicklungsgang des Baumes gehörend, von Schwächung seiner Lebenskräfte. Aus Tabelle 7, S. 20, geht das Tempo dieses Prozesses hervor. Anfangs ist es langsamer, während die Anzahl der Splintjahrringe zunimmt. Früher oder später wird ein Stadium erreicht, in dem mehr Kernholz- als Splintjahrringe entstehen. Danach zeigt die Anzahl der Splintjahrringe eine fallende Tendenz. Dieses Stadium bedeutet wahrscheinlich einen Grad in der Abschwächung der Lebensfunktion des Baumes.

Zusammenfassung

Die Hauptergebnisse der Untersuchung lassen sich in nachstehenden Folgerungen wiedergeben.

Man hat nicht feststellen können, dass die Verkernung der Kiefer und die Menge ihres Kernholzes von primärer Bedeutung für den Lebensvorgang des Baumes wären.

Die Oberflächenteile des Baumes sind von so ausschlaggebender und demgegenüber seine Kernteile von so geringer Bedeutung für die Festigkeit des Stammes, dass das Kernholz der Kiefer, obgleich es bedeutend fester ist als der Splint, keine nennenswerte stammfestigende Wirkung ausübt. Aus demselben Grunde mag auch die Kernholzmenge der Kiefer — insbesondere unter Berücksichtigung der mit den Messungsmethoden zusammenhängenden Fehlermöglichkeiten — keinen nachweisbaren Einfluss auf die Stammform des Baumes und ihre Entwicklung ausüben.

Die Stammform des Baumes ist in erster Linie abhängig von der Grösse der grünen Krone, insbesondere ihrer relativen Länge. Der Baum ist um so schlankerer und weniger verjüngt, je gedrängter und kürzer seine Krone ist. Derselbe Faktor bestimmt in ausschlaggebender Weise auch die Menge des Splintholzes und dadurch entsprechend den relativen Anteil des Kernholzes der Kiefer.

Der Splintanteil der Kiefer und entsprechend die Menge ihres Kernholzes sind entschieden abhängig von der Intensität der Lebensfunktion, der Wachstumsgeschwindigkeit und von der allgemeinen Wüchsigkeit des Baumes.

Die Zunahme des Kernholzanteils hat wahrscheinlich als eine Art Anzeichen von Abschwächung der Lebenskräfte des Baumes zu gelten.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.26
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.26

KAINUUN ALUEEN METSÄTYYPEISTÄ

AARNO KALELA

ÜBER DIE WALDTYPEN DES KAINUU-GEBIETES ZWISCHEN MITTEL-UND NORDFINNLAND

REFERAT

HELSINKI 1952

Sisällys.

Sivu

Johdanto 3
Retkeilyt ja havaintoaineiston keruu 5
Kainuun metsätyypeistä havaintoaineiston valossa 6
1. Jäkälätyyppi (*Cladina*-tyyppi) CT 6
2. Variksenmarja-kanervatyyppi (*Empetrum-Calluna*-tyyppi) ECT 7
3. Variksenmarja-puolukkatyyppi (*Empetrum-Vaccinium*-tyyppi) EVT 7
4. Puolukka-mustikkatyyppi (*Vaccinium-Myrtillus*-tyyppi) VMT 8
5. Mustikkatyyppi (*Myrtillus*-tyyppi) MT (Pohjoinen variantti) 10
6. Kurjenpolvi-käenkaali-mustikkatyyppi (*Geranium-Oxalis-Myrtillus*-tyyppi) GOMT 11
7. Lehdot 12
Yleistä Kainuun välivyöhykkeen metsätyypeistä 13
Kirjallisuusluettelo 15
Referat 16

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Johdanto

Tärkeässä tutkimuksessaan Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä kasvillisuusrajasta K u j a l a (1936) on selvitellyt etelä- keskisuomalaisten ja pohjoissuomalaisten metsätyyppien vastaavaisuutta, niiden kasvillisuudessa ilmeneviä eroja sekä niiden levinneisyyden rajoittumista toisiinsa. Pohjoispuolella sitä rajaviivaa, jonka voi ajatella vedetyksi Suomussalmen pohjoisosista Rovaniemen itä- ja pohjoispuolitse Pellon ja Kolarin rajamaille tavataan vain pohjoisia metsätyyppejä, kun taas Kälviältä Reisjärven, Haapajärven, Sukevan, Rautavaaran ja Nurmeksen kautta Ilomantsin pohjoisosiin ja valtakunnan rajan itäpuolella edelleen Porajärvelle (K a l l i o l a 1943) käyvän rajalinjan eteläpuolella on yksinomaan eteläisiä tyyppejä. Näiden rajalinjojen väliin jäävässä — varsinkin lännessä — leveässä ns. Kainuun välivyöhykkeessä vallitsevat K u j a l a n mukaan välimuototyypit, mutta niiden ohella esiintyy myös selvästi etelä- ja pohjoissuomalaisiin metsätyyppeihin luettavaa kasvillisuutta.

Ottaen huomioon toiselta puolelta luontosuhteiden varsin vähittäisen muuttumisen etelä-pohjoissuunnassa ja toiselta puolelta melkoiset paikalliset korkeuserot varsinkin Kainuun välivyöhykkeen itäosissa, on tällainen tulos kasvimaantieteellisesti ottaen täysin odotusten mukainen. Sen sijaan se käytännön miehen silmillä arvosteltuna epäilemättä on vähemmän tyydyttävä. Onhan selvää, että kovin monien metsätyyppien erottaminen suhteellisen ahtaan alueen — esim. Kainuun — puitteissa vaikeuttaa niiden käyttöä metsätaloudellisten tutkimusten ja toimenpiteiden pohjana. Jossakin määrin on asiaa vaikeuttanut sekin, etteivät H e i k i n h e i m o n (1920), L a k a r i n (1920), K u j a l a n (1921, 1936), I l v e s s a l o n (1937, 1938), M i k k o l a n (1937), T e i v a i s e n (1949) sekä J a l a k s e n (1950) Kainuun välivyöhykkeen eri osista esittämät metsätyypit joka kohdassa peitä toisiaan. Voinee myös sanoa että, lukuunottamatta M i k k o l a n Sotkamon seudun lehtoja koskevaa julkaisua, missään näistä tutkimuksista ei käsitellä metsätyyppikysymystä nimenomaan varsinaisen Kainuun alueen näkökulmasta ja sen erikoiset olosuhteet huomioon ottaen.

Kainuun metsätalouden yhä enemmän voimaperäistyessä on tällaisen erikoisselvittelyn puuttuminen jokapäiväisessä käytännössä käynyt yhä kiusallisemmaksi ja vaikeuttanut erikoisesti metsänhoidollisten näkökohtien riittävää huomioon ottamisesta käytännön metsätaloudessa. Monet Kainuussa toimivat metsäammattimiehet — heistä mainittakoon erityisesti

metsänhoitajat E. A. Eini, Aaro Perttunen ja H. Söderlund — ovatkin jo kauan korostaneet metsätyyppikysymyksen selvittelyn välttämättömyyttä Kainuun metsätaloudelle. Asian ajankohtaisuutta on lisännyt myöskin paraikaa suoritettava III valtakunnan metsien arviointi, jonka kenttätyöt vv. 1952—53 tulevat tehtäväksi mm. juuri Kainuussa. Työn suunnittelija ja johtaja, Suomen Akatemian jäsen, prof. Yrjö Ilvessalo, joka eri yhteyksissä (vrt. esim. 1938, s. 3—4) on alleviivannut jatkuvien metsätyyppitutkimusten tärkeyttä yleensä ja nimenomaan myös Kainuussa, on seuraavassa selostettavalle työlle antanut arvovaltaisen tukensa.

Aineiston keruun suoritin yhteisillä retkeilyillä veljeni, toht. Erkki K. Kalelan kanssa syyskuussa 1951 saaden matkan aikana monessa muodossa korvaamatonta apua ja opastusta lukuisilta Kainuun metsäammattimiehiltä. Matkan tuloksena muovautunutta ehdotustani Kainuun metsätyyppijaoksi ei ole pidettävänä millään lailla lopulliseksi hioutuneena järjestelmänä. Toivon sen kuitenkin puutteistaan huolimatta tarjoavan pohjaa vastaisille, yksityiskohtaisemmille tutkimuksille.

Retkeilyt ja havaintoaineisto

Retkeilyt suoritettiin 14.—20. 9. pääasiassa autolla, mutta osittain myös jalkaisin teistä sivulla oleviin kohteisiin. Eri päivien ohjelma selviää seuraavasta.

14. 9. Kajaanista Mainuan kautta Murtomäkeen, missä retkeilyjä eri puolilla.

15. 9. Kajaanista Mieslahden kautta Kiehimään ja edelleen Keräsenvaaralle. Palatessa kierros Jormuasta Anttilan ja Leihun kautta Kuluntalahteeen.

16. 9. Kajaanista Kiehimän kautta Puolangan kirkolle.

17. 9. Puolangan Aittokylään, sieltä Lylykylän kautta Viiselään, edelleen Äylön kautta Pyssyperään ja takaisin. Suolijärvelle tehdyn poikkeaman jälkeen Ylinäljänkään ja edelleen Suomussalmen Ämmänsaareen.

18. 9. Ämmänsaaresta Suomussalmen kirkonkylän ja Palovaaran kautta Juntusrantaan, josta edelleen Hossaan ja Kuusamon puolella olevalle Iijärvelle. Samaa tietä takaisin Ämmänsaareen.

19. 9. Ämmänsaaresta Hyrynsalmen kirkolle, sieltä Lietekylän kautta Paljakalle ja takaisin Hyrynsalmelle.

20. 9. Hyrynsalmen kirkolta Ristijärven ja Kontiomäen kautta Sotkamoon sekä edelleen Kajaaniin.

Minkäänlaista kokonaiskuvaa K u j a l a n eroittamasta Kainuun välivyöhykkeestä ei retkeilyreitti voinut antaa eikä siihen pyrittykään. Varsinaisesta Kainuustakin se käsitti vain osan, mutta kaikessa tapauksessa osan, jota voitanee pitää varsin edustavana.

Retkeilyillä pyrittiin tekemään mahdollisimman suuri määrä kasvillisuuskuvauksia. Verraten epäedullisista sääsuhteista huolimatta niitä kertyikin kaikkiaan 75. Aineiston keruussa ei pyritty suorittamaan mitään mainittavaa valintaa, ei esim. erikoisesti etsitty tyypillisesti eteläis- tai tyypillisesti pohjoisluontoista kasvillisuutta. Ennen kaikkea kiinnitettiin huomiota alueen vallitseviin metsätyyppeihin ja metsikkölaatuihin samalla kuitenkin koettaen saada aineisto — mahdollisuutta myöten — myös monipuoliseksi. Muistiinpanoja tehtiin sekä puhtaista että sekametsiköistä. Nuoriakaan metsiköitä ei kartettu, mikäli ne puuston tasaisuuteen nähden tyydyttivät kohtuullisina pidettävät vaatimukset. Auto- ja jalkamatkoilla tehtiin jatkuvia muistiinpanoja eri metsätyyppien esiintymisestä, levinneisyydestä sekä niiden puulajisuhteista.

Ajan niukkuuden vuoksi oli kasvillisuuden analysoimisessa käytettävä varsin ylimalkaista menetelmää. Pidettiin tärkeämpänä — kuten jo viitattiin — saada monta ylimalkaisesti kuin muutama tarkasti analysoitua koealaa. Muistiinpanot tehtiin n. 30 × 30 m kokoisilta, homogeenisilta aloilta. Niiltä todettujen lajien runsaus arvioitiin Norrlinin asteikon mukaisesti ja lisäksi ± summittaisesti niiden lajien peittävyys koko koealaa kohti, joilla tämän arvioitiin olevan vähintäin 5 %. Niukimmin esiintyvistä sammalista ja jäkälistä on varmasti osa jäänyt huomaamatta ja sama saattanee eräissä tapauksissa koskea joitakin ruohokasvejakin. Sellaiset hentoversoiset lajit kuin *Dryopteris Linnaena*, *Majanthemum bifolium*, *Trientalis europaea* ym. olivat osittain jo kuihtumassa, mikä tietenkin oli omansa vaikeuttamaan niiden runsauden arvioimista. Sanotun perusteella on selvää, ettei analyysiaineistoni ole tilastollisesti käyttökelpoista. Seuraavassa ei sen vuoksi esitetäkään taulukkomuodossa tuloksia yksittäisiltä koealoilta, vaan tyydytään ylimalkaisempaan eri metsätyyppien kasvillisuuden kuvaamiseen. Koska erotetut metsätyypit — niinkuin edempänä selviää — eivät ole varsinaisesti uusia, on lähinnä pyritty esittämään ja alleviivaamaan sellaisia piirteitä, joista metsänhoitomiehelle saattaa olla tukea tyypin tuntemisessa.

Kainuun alueen metsätyypeistä havaintoaineiston valossa

1. Jäkälätyyppi (*Cladina*-tyyppi) ClT

Vain Hossasta pohjoiseen Suomussalmen ja Kuusamon pitäjien rajamailla näimme puhtaita jäkälätyypin kankaita, joissa puusto on harvaa, vanhaa männikköä. N. 80—90 % maanpinnasta on valkean poronjäkälän peitossa, ± tasaveroisina valtalajeina *Cladonia silvatica* ja *C. rangiferina*. Huomattavasti niukemmin kasvaa *C. alpestrista* ja vielä vähemmän pikarijäkäliä (*C. coccifera* ym.) sekä *Stereocaulon paschalea*. Sammalista — joiden yhteispeitto n. 10—15 % — ovat runsaimpia *Dicranum fuscescens* v. *flexicaule*, *D. scoparium* ja *Pleurozium Schreberi*, niukemmin tapaa *Polytrichum juniperinumia* ja *P. piliferumia*. Varpuja on vain niukasti, yhteensä alle 5 %: variksenmarjaa, puolukkaa, mustikkaa ja hieman muita runsaammin kanervaa. Heinistä ja ruohoista merkitsin muistiin vain *Festuca ovinan* ja *Equisetum hiemalen*, molemmat muutamin hajayksilöin esiintyvinä.

Lakari (1920) kuvaa yhden jäkälätyypin koealan Etelä-Taivalkoskelta, Jalas (1950) kaksi koealaa, toisen Kajaanin maalaiskunnasta, toisen Säräisniemeltä. Kujala (1934) ei lainkaan mainitse sitä Kainuun välivyöhykkeestä. Ilvessalo (1937) ei Perä-Pohjolassa ole pitänyt jäkälä- ja kanervatyyppiä erillään varpu-jäkälätyypiksi nimittämästään kollektiivityypistä, koska hän oli sanottuja tyyppejä harvoin tavannut aivan puhtaina.

2. Variksenmarja-kanervatyyppi (*Empetrum-Calluna*-tyyppi) ECT

Kuivilla hiekkamailla lähes kaikissa retkeilyalueemme osissa tavattava ja paikotellen melkoisia aloja peittävä metsätyyppi. Tutkittu 6 koealaa. Puusto on harvaa, hidaskasvuista männikköä, jossa voi esiintyä jokunen matala kuusi tai koivu sekapuuna siellä täällä, joskus aivan yksittäinen isompikin puu. Mänty säilynee luonnontilassakin aina valtapuuna.

Pohjakerroksessa jäkälät (peitto 40—60 %) sammalia (20—40 %) runsaampia. *Cladonia silvatica* ja *C. rangiferina* ovat yleensä valtalajeina, mutta *C. alpestristakin* on miltei aina joukossa ja useimmiten se on varsin peittäväkin (10—15, jopa 20 %). *Cetraria islandica* yleinen, mutta harva; pikarijäkäliä (*Cladonia coccifera, C. deformis, C. chordalis, C. cornuta* ym.) siellä täällä yksittäisin yksilöin, *Stereocaulon paschale* on vieläkin merkityksettömämpi. Sammalista on *Pleurozium Schreberi* ylivoimaisesti runsain. *Dicranum fuscescens* v. *flexicaule, D. scoparium* ja *D. undulatum* ovat lähes konstantteja, mutta vain pienin hajamättäin kasvavia. *Polytrichum juniperinum* on edellisiä harvinaisempi, mutta esiintyessään usein niitä runsaampi. *Hylocomium proliferumia* tapaa tuskin koskaan.

Varvuista on kanerva näkyvin ja yleensä myös peittävin (30—40 %). Pienempikokoiset variksenmarja ja puolukka seuraavat ± tasaveroisina toisella sijalla (15—30 %). Mustikkaa kasvaa sensijaan vain niukasti tai ei ollenkaan. Joskus tapaa yksittäisen suopursun tai sianpuolukkayksilön. Heinät ja ruohot ovat, milloin niitä (*Festuca ovina, Chamaenerium angustifolium* ym.) yleensä esiintyy, vailla merkitystä. Pensaat puuttuvat tyystin.

K u j a l a (op. c.) mainitsee ja kuvaa tämänluontoista kasvillisuutta useilta seuduilta Kainuussa. Hän käsittää sen etelä-keskisuomalaisen *Calluna-Cladina*-tyypin (*Calluna*-tyypin) ja pohjoissuomalaisen *Calluna-Myrtillus-Cladina*-tyypin välimuodoksi. Myös J a l a k s e n (op. c.) Kainuusta keräämään aineistoon sisältyy lähinnä tähän tyyppiin luettavia koealoja Sotkamosta ja Säräisniemeltä. I l v e s s a l o n aineistossa vastaavat metsiköt taas on luettu kollektiiviseen varpu-jäkälätyyppiin (*Ericaceae-Cladina*-tyyppiin).

Kasvillisuutta, joka lähinnä ehkä olisi luettava *Calluna-Myrtillus-Cladina*-tyyppiin (matalaa, pienilehtistä mustikkaa melkoisesti, *Cladonia alpestris* tavallista runsaampi jne.) tapasimme vaaralla lähellä Juntusen kylää Paltamon ja Puolangan rajalla sekä maantien varressa jonkin matkaa Ristijärven kirkolta Hyrynsalmelle päin.

3. Variksenmarja-puolukka-tyyppi (*Empetrum-Vaccinium*-tyyppi) EVT

Edellistä jonkin verran yleisempi, mutta keskimäärin luultavasti vähäisempiä aloja peittävä metsätyyppi. Tutkittu 11 koealaa. Pääpuulajina kaikissa tutkimissamme metsiköissä mänty. Kuusta ja koivua kuitenkin

miltei aina sekapuuna (kumpiakin 5—15, jopa 20 %) ja varsinkin edellistä — myös alikasvoksena. Sain kuitenkin sen vaikutelman, että korkeintain vain parhailla tämän tyypin mailla varsinainen kuusettuminen voi tulla kysymykseen.

Pohjakerroksessa vallitsevat seinäsammalet, *Pleurozium Schreberi* (40—70 %) aina *Hylocomium proliferumia* (10—30 %) runsaampana. *Dicranum scopariumia* ja *D. undulatumia* on miltei aina joukossa, mutta niiden samoinkuin harvinaisempien *D. fuscescens v. flexicaulen* ja *D. majuksen* sekä *Polytrichum juniperinumin* peittoarvot jäävät alhaisiksi. Jäkäliä on kohtalaisesti, konstanttisina ja muita runsaampina *Cladonia rangiferina* ja *C. silvatica* (yhteispeitto useimmiten 10—20 %). Yleisesti, mutta vain pikkulaikkuina esiintyviä ovat *C. alpestris*, *Cetraria islandica* ja *Peltigera aphtosa*. Lisäksi tapaa usein pikarijäkäliä (*Cladonia gracilis*, *C. cornuta*, *C. chordalis*, *C. deformis* ym.)

Varvuista ovat aina tavattavia ja ± runsaita puolukka (40—60 %), mustikka (20—30, joskus jopa 40 %), kanerva (10—30, palon jälkeen jopa 60 %) ja variksenmarja (5—20, harvoin 30—40 %). Suopursua ja juolukkaa tapaa usein, mutta aina vain yksittäisin yksilöin.

Heinä- ja ruohokasvillisuus on niukkaa. Ainoa kutakuinkin konstanttisesti esiintyvä laji on *Deschampsia flexuosa;* sen peittoarvo voi nousta 5 %:in, mutta jää yleensä pienemmäksi. Kaikki muut ovat harvinaisia ja yksittäin kasvavia: *Lycopodium annotinum*, *L. complanatum*, *Luzula pilosa*, *Goodyera repens*, *Chamaenerium angustifolium*, *Pyrola uniflora*, *Linnaea europaea*, *Solidago virgaurea*.

Pensaat puuttuvat yleensä tyystin. Joskus voi tavata kuitenkin jonkun katajan, *Salix phylicifolian*, haavan tai pihlajan vesan.

Edellä esittämäni metsätyyppi on nähdäkseni täysin identtinen Ilvessalon (op. c.) Perä-Pohjolasta samalla nimellä kuvaaman tyypin kanssa. Samaan tyyppiin on ilmeisesti luettava myös se kasvillisuus, joka Kujalan (op. c.) mukaan edustaa väliastetta etelä-keskisuomalaisen puolukkatyypin ja pohjoissuomalaisen variksenmarja-mustikkatyypin välillä. Hän mainitsee sitä esiintyvän monin paikoin Kainuun välivyöhykkeessä ja esittää joukon koealakuvauksia siitä.

4. Puolukka-mustikkatyyppi (*Vaccinium-Myrtillus*-tyyppi) VMT

Tutkimamme alueen ylivoimaisesti vallitsevin metsätyyppi. Tutkittu 26 koealaa. Vanhat metsät kauttaaltaan kuusikoita, joissa koivua ja usein myös mäntyä hajapuina. Kuloaloille syntyneitä mäntyvaltaisia metsiköitä ja mänty-koivu-kuusi-sekametsiköitä jouduimme monin paikoin näkemään, samoin väliasteita niistä puhtaisiin kuusikkoihin. Kuusi on tässä niinkuin kaikissa seuraavissa tyypeissä ehdottomasti bioottisesti vahvin puulaji.

Pohjakerros on kuusivaltaisissa metsissä aina yhtämittaisen seinäsammalikon peitossa. Pohjoisosissa retkeilyaluettamme ja vaarojen lakiosissa se lienee keskimäärin tuuheampaa ja rehevämpää kuin eteläosan alankoseuduilla. Useimmiten ovat *Pleurozium Schreberi* ja *Hylocomium proliferum* osapuilleen tasapeittoisia (40—50 %), mutta on sellaisia aloja, joissa ensiksi mainittu ja — ehkä enemmän — sellaisia, joissa viimeksi mainittu on toista runsaampi. Yleinen ja usein melko peittäväkin (5—10 jopa 20 %) on *Ptilium crista castrensis*. Erillisinä pikku tuppaina harvassa kasvavista *Dicranum*-lajeista ovat *D. undulatum* ja *D. majus* yhtä yleisiä kuin *Ptilium*, *D. scoparium* ja *D. fuscescens* v. *flexicaule* sen sijaan selvästi harvinaisempia. Kostealla, ± lievästi soistuneella kasvualustalla on useimmiten melkoisesti karhunsammalta (*Polytrichum commune*), ja soistumisen edistyessä tulee joukkoon myös *Sphagnum Girgensohniita*. Miltei kaikissa metsiköissä on jonkin verran poronjäkäliä — *Cladonia silvaticaa*, *C. rangiferinaa* —, monesti myös *Cetraria islandicaa* ja *Peltigera aphtosaa*. Pikarijäkäliä (*Cladonia gracilis*, *C. chordalis*, *C. cornuta*) tapaa sensijaan vain satunnaisesti.

Varvuista ovat mustikka ja puolukka yleensä suunnilleen tasaveroisia (30—50 %), vain harvoin edellinen jälkimmäistä selvästi runsaampi. Mustikka on suhteellisesti matala, joten puolukan runsaus pääsee hyvin näkyviin. Variksenmarjaa tavataan yleisesti, mutta sen peittoarvo jää useimmiten alhaiseksi (1—5, joskus kuitenkin 5—10 %). Miltei sen veroinen on monesti juolukka, kun sen sijaan suopursu ja kanerva ovat tuntuvasti harvinaisempia ja vähemmän merkitseviä.

Heinä- ja ruohokasvillisuus on jonkin verran runsaampaa kuin edellisessä tyypissä. *Deschampsia flexuosa* on konstantti, sen peittoarvo yleensä alle 5 %:n, joskus kuitenkin 5—10 %. Muista heinistä tavataan silloin tällöin *Luzula pilosaa* yksittäisin yksilöin, lievästi soistuneissa kasvustoissa usein *Carex globularista*. Ruohoista ovat *Melampyrum pratense* ja *Solidago virgaurea* kutakuinkin yleisiä, mutta aina vain yksittäin kasvavia. Muista ansainnevat maininnan vain *Lycopodium annotinum*, *Pyrola secunda* ja *Linnaea borealis*.

Pensaista tavataan katajaa ja pihlajanvesoja usein, joskus myös haavanvesoja tai *Salix phylicifoliaa*.

Mäntyvaltaisissa metsiköissä on kasvillisuus peruspiirteiltään täysin samankaltaista. Tiettyjä eroja vastaaviin kuusimetsiin on kuitenkin todettavissa. Seinäsammalpeite on usein aukkoista ja vähemmän rehevää. *Dicranum undulatum*, *D. scoparium* ja *D. fuscescens* v. *flexicaule* ovat yleisempiä ja runsaampia. Päinvastoin suhtautuvat sen sijaan *D. majus* ja *Ptilium crista castrensis*. Poronjäkälät ovat kenties hieman merkitsevämpiä. Kanervaa tapaa miltei aina ja usein melko runsaastikin (5—15 %). *Luzula pilosa*, *Lycopodium annotinum*, *L. complanatum* ja *Solidago virgaurea* ovat yleisempiä kuin kuusikoissa. Lisäksi tavataan usein viimeksi mainituista

puuttuvia reliktilajeja kulon jälkeisestä aukeasta vaiheesta: *Agrostis vulgaris*, *Chamaenerium angustifolium*, *Antennaria dioeca*, eräät *Hieracium*-lajit ym.

Vaarojen lakiosissa tavattavat, matalakasvuiset, usein tykyn vaivaamat kuusikot, joissa seinäsammalpeite on huomattavan paksu ja rehevä ja mm. *Empetrumin* ja *Deschampsia flexuosan* osuus suurempi kuin edellä kuvatuissa kuusikoissa, voinee hyvällä syyllä lukea paksusammaltyyppiin. Rajankäynti viimemainitun ja puolukka-mustikka tyypin välillä onkin epäilemättä tavallista vaikeampaa.

K u j a l a (op.c.) esittää Kainuun välialueesta useita koealoja mustikkatyypistä paksusammaltyyppiin välittävästä kasvillisuudesta, joka ilmeisestikin on täysin identtistä minun puolukka-mustikka-tyyppini kasvillisuuden kanssa. Missä määrin I l v e s s a l o n (1937, 1938, 1951) pohjois-mustikka-tyyppiin on viety tämänluontoista kasvillisuutta, on sen sijaan vaikeampi ratkaista.

5. Mustikkatyyppi (*Myrtillus*-tyyppi) MT

(pohjoinen variantti)

Siellä täällä varsinkin retkeilyalueemme eteläosissa pienialaisina metsikköinä esiintyvä metsätyyppi, josta tutkittu kaikkiaan 9 koealaa. Eroaa ilmeisesti boniteetiltaan selvästi puolukka-mustikkatyypistä. Sensijaan on ero seuraavassa esitettävään kurjenpolvi-käenkaali-mustikkatyyppiin nähden tässä suhteessa luultavasti siksi pieni, että olisi syytä lähemmin selvittää, onko niiden erillään pitämiseen — kasvillisuuseroista huolimatta — riittävää aihetta. Puuston kokoonpanoon nähden pätee, mitä edellä on sanottu puolukka-mustikkatyypistä.

Viimeksi mainitusta tyypistä eroaa pohjakerros — kuusikoista puheen ollen — lähinnä seuraavissa suhteissa. Seinäsammalpeite vähemmän tiivis ja rehevä, *Hylocomium proliferum* jotenkin poikkeuksetta *Pleurozium Schreberiitä* runsaampi. *Ptiliumin* ja *Dicranum*-lajien osuus pienempi. Poronjäkälät (*Cladonia silvatica* ja *C. rangiferina*) vailla merkitystä.

Mustikka on varpukasvillisuuden päälaji (peitto 40—70 %). Se on suurikokoisempi ja -lehtisempi sekä muutenkin kaikin puolin rehevämpi ja elinvoimaisempi kuin puolukka-mustikkatyypissä. Puolukka pistää mustikan alla kasvavana ja sitä tuntuvasti harvempana (20—30 %) paljon vähemmän silmään kuin viimeksi mainitussa tyypissä. Muiden varpujen (juolukka, variksenmarja, suopursu) merkitys on vieläkin tuntuvammin pienentynyt.

Useimmat edellä puolukka-mustikkatyypistä mainitut heinä- ja ruoholajit ovat jonkin verran yleistyneet ja usein on niiden runsauskin kasvanut. Sellaisia keskinkertaisen vaateliaita lajeja kuin *Dryopteris Linnaeana*, *Cornus suecica*, *Trientalis europaea*, *Melampyrum silvaticum*, jotka ± tyystin

puuttuvat mainitun tyypin metsiköistä, esiintyy usein, mutta aina vain harvassa siellä täällä. Jonkin selvästi vaateliaankin lajin (*Majanthemum bifolium*, *Rubus saxatilis*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis accetosella* jne.) voi yksittäin kasvavana tavata.

Mäntyvaltaisista metsistä on aineistoni kovin pieni. Erot kuusikkoihin verrattuina lienevät kuitenkin samansuuntaisia kuin edellisen tyypin puitteissa.

Ilvessalon (1937, 1938, 1951) Perä-Pohjolasta aikaisemmin mustikkatyypin, sittemmin pohjois-mustikkatyypin nimellä erottama metsätyyppi käsittänee pääasiassa kasvillisuudeltaan edellä kuvatun kaltaisia metsiköitä. Täysin identtisiä lienevät Teivaisen (1949) Pisavaaran alueelta analysoimat metsiköt. Lakarin (1920) *Myrtillus*-tyypin kankaista kuulunee osa nyt kyseessä olevaan, osa puolukka-mustikkatyyppiin.

6. Kurjenpolvi-käenkaali-mustikkatyyppi (*Geranium-Oxalis-Myrtillus*-tyyppi)

GOMT

Verraten harvinainen ja yleensä vain pienialaisina metsikköinä rehevillä rinnemailla ja puronnotkoissa esiintyvä metsätyyppi. Tutkittu 11 koealaa. Puusto säännönmukaan hyväkasvuisten, vartevien kuusien muodostama; sekapuuna usein jonkin verran koivua. Joitakin nuoria, kulo- ja kaskialoille syntyneitä mänty-koivu- ja mänty-koivu-kuusi-sekametsiä nähty.

Seinäsammalisto vielä aukkoisempaa kuin edellisessä tyypissä ja *Hylocomium proliferumin* valta-asema *Pleurozium Schreberin* rinnalla vielä selvempi (edellisen peitto yleensä 30—70, jälkimmäisen 10—30 %). *Ptilium crista castrensis* ja *Dicranum*-lajien osuus kuten mainitussa tyypissä, siitä puuttuva vaatelias *Rhytidiadelpus triquetrus* yleinen ja usein runsaskin (peitto jopa 10—15 %). *Polytrichum communea* ja *Sphagnum Girgensohniita* esiintyy tämänkin tyypin lievästi soistuneissa metsiköissä. Jäkälistä tapaa korkeintaan jonkin yksittäisen *Peltigera aphtosan*.

Varpukasvillisuus ei ole täysin yhtämittaista. Sen peittävin laji on mustikka (20—50 %), joka on jos mahdollista vieläkin rehevämpi ja elinvoimaisempi kuin mustikkatyypissä. Puolukka jää sen rinnalla täysin varjoon (peitto 10—30 %). Muita varpuja — juolukkaa, variksenmarjaa ja suopursua — tapaa vain satunnaisesti ja aina yksittäin.

Heinä- ja ruohokasvillisuus on lähes tai täysin varpukasvillisuuden veroista ja tuntuvasti runsaslajisempaa kuin mustikkatyypissä. *Deschampsia flexuosa*, *Luzula pilosa*, *Dryopteris Linnaeana*, *Linnaea borealis* ja *Solidago virgaurea* ovat aina tavattavia, *Lycopodium annotinum*, *Cornus suecica*, *Trientalis europaea*, *Pyrola secunda*, *Melampyrum pratense* ja *M. silvaticum* yleisiä. Peittoarvot jäävät kuitenkin yleensä alle 5 %, vain *Deschampsia flexuosa* (5—20 %), *Dryopteris Linnaeana* (usein 10—20 %), *Cornus suecica* (joskus 10—20 %) ja *Linnaea borealis* (usein 5—10 %)

voivat olla runsaampia. Näiden suhteellisesti vaatimattomien heinien ja ruohojen rinnalla tavataan koko joukko vaateliaita, lehdoille ominaisia lajeja. Aina tai hyvin usein tavattavia ovat näistä: *Majanthemum bifolium*, *Rubus saxatilis*, *Geranium silvaticum* ja **Oxalis acetosella*. Peittoarvot ovat niilläkin yleensä alle 5 %, joskus kuitenkin 5—10 %. Harvinaisemmista ± vaateliaista lajeista mainittakoon: **Calamagrostis arundinacea*, *C. purpurea*, *Deschampsia caespitosa*, *Melica nutans*, **Carex digitata*, *Athyrium filix femina*, **Dryopteris spinulosa*, *D. austriaca*, **Paris quadrifolia*, **Angelica silvestris*. Eteläistä ainesta, joka Oulunjärveltä pohjoiseen mentäessä harvinaistuu, edustavat edellä *:llä merkityt lajit. Samanaikaisesti *Dryopteris Linnaeanan* ja *Geranium silvaticumin* osuus pikemminkin suurenee.

K u j a l a (op.c.) kuvaa Kainuun välivyöhykkeestä kasvillisuutta, jota ei — yhtävähän kuin edellä puheena ollutta — mielellään lue etelä-keskisuomalaiseen *Oxalis-Myrtillus*-tyyppiin eikä myöskään pohjoissuomalaiseen *Geranium-Myrtillus*-tyyppiin, vaan joissa yhdistyy piirteitä molemmista näistä tyypeistä. Tavallista suuremmassa määrässä *Oxalis-Myrtillus*-tyyppiä läheneviä metsiköitä näin Sotkamon Naapurinvaaralla.

7. Lehdot

Kainuun alueella tavataan paitsi lehtomaisia metsiä myös tyypillisiä, jopa hyvinkin reheviä lehtoja. Omakohtaisesti jouduin niitä näkemään Puolangan Paljakanvaaran säästömetsässä, Paltamon Leihunvaaran luoteisrinteellä sekä Sotkamon Naapurinvaaralla.

M i k k o l a (1937) on kuvannut Sotkamon lehtoja julkaisussaan, johon valitettavasti ei liity taulukkoaineistoa. Hän erottaa saniaistyypin (*Filices*-tyyppi, FT), angervo-kurjenpolvityypin (*Ulmaria-Geranium*-tyypin, UGT) ja käenkaalioravanmarja-kurjenpolvityypin (*Oxalis-Majanthemum-Geranium*-tyypin, OMaGT). Viimeksi mainituista hän (op.c., s. 176) huomauttaa, että ne ovat »välimuotoja aikaisemmin Etelä-Suomesta selitettyjen *Ulmaria*- ja *Oxalis-Majanthemum*- sekä pohjois-suomalaisen *Geranium*-tyypin välillä». Saniaistyypistä kuvataan *Struthiopteris germanica*-, *Athyrium filix femina*- ja *A. crenatum*-valtaiset variantit.

Leihunvaaralla näkemäni lehdot olivat kahdenlaisia, osan vastatessa M i k k o l a n *Athyrium filix femina*-valtaisia saniaislehtoja, osan taasen hänen *Ulmaria-Geranium*-tyyppiään. Molempia tyyppejä näin myöskin Sotkamon Naapurinvaaralla. Paljakanvaaran ainutlaatuisen komeat, vanhat lehtokuusikot kuuluvat valtaosaltaan saniaistyyppiin. Leimanantavimpana lajina on *Dryopteris austriaca*. Muista ovat runsaimpia *Athyrium filix femina*, *Dryopteris Linnaeana*, *D. polypodioides*, *Milium effusum*, *Deschampsia flexuosa*, *Majanthemum bifolium*, *Filipendula ulmaria*, *Rubus saxatilis*, *Geranium silvaticum*, *Oxalis acetosella*, *Trientalis europaea*, *Solidago virgaurea*, *Aracium paludosum* ja *Mulgedium alpinum*. Mustikkaa ja puoluk-

kaakin on niukasti mätäskohdissa. Täällä, kuten Leihunvaaran ja Naapurinvaaran saniaislehdoissa, yhdistyvät eteläiset ja pohjoiset kasvillisuuspiirteet. Kuivemmilla rinnekohdilla tavataan säästömetsässä metsiköitä, jotka kasvillisuutensa puolesta lähenevät pohjoissuomalaista *Dryopteris-Geranium*-tyyppiä, mutta joissa eteläinen kasvistonaines kuitenkin on siksi voimakkaasti edustettuna (mm. *Oxalis* ja *Majanthemum* konstanttisia ja runsaita), että ne hyvällä syyllä voi lukea Mikkolan *Oxalis-Majanthemum-Geranium*-tyyppiin. (Edellä käytetyn nimistön kannalta olisi johdonmukaisempaa kutsua tyyppiä *Geranium-Oxalis-Majanthemum*-tyypiksi, GOMat).

Metsänhoidollisesti ja metsätaloudellisesti ottaen on lehdoilla Kainuussa perin vähäinen merkitys ja lehtotyypit on, täällä kuten muuallakin pakko käsitellä kollektiivisesti. Tuntuisi kuitenkin tarkoituksenmukaiselta pitää kurjenpolvi-käenkaali-oravanmarjalehdot erillään saniaislehdoista. Viimeksi mainittuihin voinee sensijaan suuremmatta haitatta viedä angervo-kurjenpolvilehdot.

Yleistä Kainuun välivyöhykkeen metsätyypeistä

Muistiinpanojeni ja havaintojeni nojalla voin, kuten edellisessä luvussa esitetystä lienee selvinnyt, tutkitun alueen osalta täysin vahvistaa Kujalan (op.c.) käsityksen siitä, että valtaosa sikäläisestä metsäkasvillisuudesta edustaa väliastetta etelä-keskisuomalaisten ja pohjoissuomalaisten metsätyyppien välillä.[1] Tämä välimuototyyppien vallitsevuus on näkemäni valossa jopa ehdottomampi kuin Kujalan mainitusta julkaisusta näyttäisi ilmenevän. Edellä olen tosin maininnut tavanneeni myös metsiköitä, joiden kasvillisuus tavallista suuremmassa määrin lähenee tiettyjä etelä-keskisuomalaisia tai toisissa tapauksissa tiettyjä pohjoissuomalaisia metsätyyppejä. Olen jopa erikseen käsitellytkin sen näistä tyypeistä (mustikkatyyppi), joka niistä kenties on yleisin ja josta minullekin kertyi eniten aineistoa. Kuitenkin on huomattava, ettei identtisyys näissäkään tapauksissa ole suinkaan täydellinen. Ja mikä on vielä tärkeämpää, kyseiset metsiköt ovat joka tapauksessa sekä harvinaisia että pienialaisia ja edustavat häviävän pientä murto-osaa alueen metsien kokonaispinta-alasta. Kun näin on asian laita, tuntuu kasvisosiologisesti täysin oikeutetulta puhua, ei välimuototyypeistä, vaan itsenäisistä metsätyypeistä. Näin on edellä myös menetelty. Vaihtelu täten saatujen tyyppien piirissä ei nähdäkseni — ainakaan tutkitun alueen osalta — ole sen suurempi kuin se

[1] Kuten esityksen alussa jo huomautettiin on Kujala mainitussa julkaisussaan seikkaperäisesti käsitellyt etelä-keskisuomalaisten ja vastaavien pohjoissuomalaisten metsätyyppien välisiä eroja esittäen laajahkon taulukkoaineiston sekä niistä että niiden välimuodoista. Sen vuoksi en ole katsonut olevan aihetta edellisessä luvussa puuttua tällaiseen vertailuun, vaan viittaan Kujalan esitykseen.

on vastaavien etelä-keskisuomalaisten ja pohjoissuomalaisten parallellityyppien piirissä.

Itsenäisen, kuivista kankaista lehtoihin jatkuvan Kainuun alueen metsätyyppisarjan erottaminen etelä-keskisuomalaisen ja pohjoissuomalaisen tyyppisarjan rinnalle, tarjoaa metsätieteiden sekä käytännöllisen metsänhoidon ja metsätalouden kannalta asiaa arvostellen ilmeisen edun tähänasti noudatetun menettelyn rinnalla. Ensinnäkin voidaan yleensä operoida nykyistä paljon vähäisemmällä määrällä tyyppejä. Toiseksi ei ole jokaisen metsikön kohdalla tarvis ratkaista, onko se luettava tiettyyn etelä-keskisuomalaiseen tyyppiin vaiko sen pohjoissuomalaiseen vastineeseen — mikä tehtävä kaikkein useimmissa tapauksissa olisi ylivoimainen kenelle tahansa —, vaan voidaan tyytyä toteamaan, että se edustaa kolmatta, ominaisuuksiltaan näiden väliin jäävää itsenäistä tyyppiä. Mitä sitten tulee edellä mainittuihin harvinaisiin ja vähäalaisiin metsikköihin, joissa kasvillisuus lähenee tiettyä etelä-keskisuomalaista tai tiettyä pohjoissuomalaista metsätyyppiä, on makuasia, viekö ne näihin vaiko vastaavaan Kainuun välittävään tyyppiin. »Virhe» ei kummassakaan tapauksessa ole suuri.

Edellä on puhuttu vain varsinaisesta Kainuusta. Missä määrin saatu tulos on yleistettävissä koko K u j a l a n erottamaa Kainuun välivyöhykettä koskevaksi, en varmuudella kykene ratkaisemaan. Omakohtaisia havaintoja minulla on kesältä 1934 (osittain myös kesiltä 1946 ja 1951) Kemin, Tervolan, Rovaniemen, Kittilän, Muonion, Kolarin, Pellon ja Ylitornion pitäjistä. Nämä ylimalkaiset havaintoni viittaisivat ensinnäkin siihen, että tyypillisesti pohjoissuomalainen metsäkasvillisuus alkaa juuri niiltä tienoilta, joiden kautta K u j a l a edellä usein mainitussa tutkimuksessaan vetää Kainuun välivyöhykkeen pohjoisrajan. Toiseksi luulisin voivani niiden nojalla päätellä, että tämän rajan etelä- ja länsipuolelle jäävillä tasankomailla vaikeudetta voidaan eroittaa samat metsätyypit, jotka edellä olen kuvannut Kainuusta tai ainakin, että sikäläinen metsäkasvillisuus eroaa vähemmän viimeksi mainituista kuin etelä-keskisuomalaisista tai pohjoissuomalaisista tyypeistä. Vaaroilla sensijaan on otettava huomioon Lappia kohti mennessä yhä voimistuva pohjoinen vaikutus. Tämä käsitys on ilmeisesti sopusoinnussa K u j a l a n (op.c.) esittämien tosiasiain kanssa ja sitä tukevat myös L a k a r i n (op.c.), I l v e s s a l o n (1937) ja T e i v a i s e n (1949) tulokset.

K u j a l a n (op.c.) mukaan vallitsevat erilaiset välimuototyypit myöskin Kemin—Ranuan—Pudasjärven—Paltamon—Vieremän etelä- ja länsipuolisissa osissa Kainuun välivyöhykettä, joista minulla ei ole mitään omakohtaisia havaintoja. Eteläiset piirteet ovat ilmeisesti kuitenkin täällä voimakkaammin ja pohjoiset vastaavasti heikommin todettavissa kuin vyöhykkeen itä- ja pohjoisosissa. Ei senvuoksi liene mahdotonta, että koko Kainuun välivyöhykettä varten voitaisiin luoda yhtenäinen metsä-

tyyppiluokitus. Eri asia sitten on, miten yksittäiset tyypit parhaiten olisi rajoitettava ja olisiko vyöhykkeen eri osissa mahdollisesti syytä erottaa joitakin tyyppivariantteja. Näiden kysymysten ratkaisun täytyy jäädä vastaisten tutkimusten varaan.

Kainuun välivyöhyke ei ole mikään kooltaan vähäpätöinen alue. Sehän käsittää noin neljänneksen, sen pohjoispuolelle jäävä osa n. toisen neljänneksen ja eteläpuolelle jäävä osa n. puolet Nyky-Suomen pinta-alasta. Tämä tosiasia tuntuisi antavan vahvan lisäperusteen itsenäisen, tätä vyöhykettä luonnehtivan metsätyyppisarjan erottamiselle.

Kirjallisuusluettelo

Heikinheimo, Olli. 1920. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. Comm. ex. inst. quest. forest. Fenn. ed. 3.

Ilvessalo, Yrjö. 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. (Summary: Growth of natural normal stands in Central North-Suomi (Finland)). Comm. Inst. forest. Fenn. 24. 2.

—»— 1938. Metsämaitten jyvityksen perusteet. Maanmittaus 1938, 2.

—»— 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. (Summary: Third national forest survey of Finland. Plan and instructions for field work). Comm. inst. forest. Fenn. 39. 3.

Jalas, Jaakko. 1950. Zur Kausalanalyse der Verbreitung einiger nordischen Os- und Sandpflanzen. Annal. Bot. Soc. Zool.-Bot. Fenn. »Vanamo» 24, 1.

Kalliola, Reino. 1943. Porajärven seudun metsätyypeistä. (Referat: Über die Waldtypen der Gegend Porajärvi in Ostkarelien.) Comm. inst. forest. Fenn. 31. 2.

Kujala, V. 1921. Havaintoja Kuusamon ja sen eteläpuoleisten kuusimetsäalueiden metsä- ja suotyypeistä. Comm. ex. inst. quest. forest. Fenn. ed. 4.

—»— 1936. Tutkimuksia Keski- ja Pohjois-Suomen välisestä rajasta. (Referat: Über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nord-Finland.) Comm. inst. forest. Fenn. 22. 4.

Lakari, O. J. 1920. Tutkimuksia Pohjois-Suomen metsätyypeistä. Acta forest. Fenn. 14.

Mikkola, A. V. V. 1937. Sotkamon lehdoista. Jouko III.

Teivainen, Lauri. 1949. Pisavaaran luonnonpuiston metsäkasvillisuudesta ja kasvistosta. (Referat: Zur Waldvegetation und Flora des Naturschutzgebietes Pisavaara.) Silva fennica 65.

ÜBER DIE WALDTYPEN DES KAINUU-GEBIETES ZWISCHEN MITTEL- UND NORDFINNLAND

Referat

In seiner wichtigen Arbeit über die Vegetationsgrenze von Mittel- und Nordfinnland unterscheidet Kujala (1936) eine breite Zone, wo die süd-mittelfinnischen und die nordfinnischen Waldtypen zwar stellenweise ± typisch vorkommen, wo aber die Zwischenformen der beiden Typenserien vorherrschend sind. Die Südgrenze dieser sog. Kainuu-Übergangszone läuft von Nord-Ilomantsi (etwa 63° n. Br.) westwärts durch Nurmes, Sukeva und Haapajärvi bis Kälviä (etwa 64° n. Br.), ihre Nordgrenze wiederum von Nord-Suomussalmi (etwa 65° n. Br.) in nordwestlicher Richtung durch Rovaniemi bis Süd-Kolari (etwa 67° n. Br.). Das Vorherrschen der erwähnten Zwischentypen in einer derart breiten Übergangszone findet seine natürliche Erklärung in der ganz allmählichen Wandlung sowohl der klimatischen als der edaphischen Verhältnisse, wiederum die Existenz der südlichen und nördlichen Waldtypen neben den Zwischenformen vor allem im östlichen Teil der Übergangszone — im eigentlichen Kainuu-Gebiet — wenigstens zum Teil in der Tatsache, dass das Gelände hier stark kupiert ist, mit recht bedeutenden Niveaudifferenzen. Vom Standpunkt der Forstwissenschaften und der praktischen Forstwirtschaft erscheint aber das Operieren mit zwei parallelen Reihen von Waldtypen nebst ihren Zwischentypen innerhalb eines so begrenzten Gebietes wie Kainuu weniger geeignet. Gewisse Schwierigkeiten hat weiterhin der Sachverhalt bereitet, dass die von Heikinheimo (1920), Lakari (1920), Kujala (1921, 1936), Ilvessalo (1937, 1938), Mikkola (1937), Teivainen (1949) und Jalas (1950) aus verschiedenen Teilen der Übergangszone beschriebenen bzw. erwähnten Waldtypen einander nicht vollständig decken. In keiner von diesen Arbeiten — mit Ausnahme derjenigen von Mikkola — wird die Frage vom Standpunkt des eigentlichen Kainuu-Gebietes und seiner speziellen Verhältnisse behandelt. Seitens der in Kainuu tätigen Forstleute ist denn auch die Wichtigkeit einer solchen Spezialuntersuchung der Waldtypen dieses Gebietes wiederholt hervorgehoben worden. Die vorliegende Arbeit ist als ein Versuch in dieser Richtung zu betrachten.

Das Material sammelte Verfasser während einer Exkursion zusammen mit seinem Bruder, Doz. Dr. Erkki K. Kalela in Kainuu 14. — 20. 9. 1951. Dabei wurde die Vegetation von insgesamt 75 Waldbeständen analysiert. Auf einer Probefläche von etwa 30 × 30 m wurden die Reichlichkeit der Boden- und Feldschichtarten gemäss der Skala von Norrlin sowie die Gesamtdeckung der wichtigsten Arten notiert. Dazu machten wir Beobachtungen über den Baumbestand. Das Hauptgewicht wurde auf die vorherrschenden Waldtypen und Bestandestypen gelegt.

Verfasser kann auf Grund seiner Beobachtungen und Analysen die Ansicht Kujalas (1936) vollkommen bestätigen, dass im Kainuu-Gebiet solche Waldbestände vorherrschen, die sich weder in die süd-mittelfinnischen noch bei den nordfinnischen Waldtypen einreichen lassen, sondern eine Zwischenstellung einnehmen. Das Vorherrschen dieser Zwischentypen ist sogar entschiedener und die Einwirkung der Höhenlage auf die Vegetation offenbar geringer, als es Verfasser sich vorgestellt hatte. Zwar

ist er, wie früher K u j a l a, Beständen begegnet, die sich mehr als gewöhnlich irgendeinem süd-mittelfinnischen oder einem nordfinnischen Waldtyp nähern. Um eine absolute Identität handelt es sich aber auch in diesen Fällen nicht. Noch wichtiger ist der Umstand, dass jene Bestände immer selten und meistens auch klein sind. Im Gesamtareal der Wälder von Kainuu spielen sie eine verschwindende Rolle.

Es erscheint demnach Verfasser pflanzensoziologisch vollkommen motiviert, die dominierenden Waldpflanzengesellschaften des Gebietes nicht als Zwischentypen, sondern als selbständige Waldtypen aufzufassen. Er stellt somit für das Kainuu-Gebiet eine eigene, der süd-mittelfinnischen und der nordfinnischen gleichwertige Waldtypenreihe auf. Ein solches Verfahren scheint nach ihm vom Standpunkt der Forstwissenschaften und der praktischen Waldwirtschaft aus betrachtet einen Vorteil dem bis jetzt gebrauchten gegenüber darzubieten. Erstens wird die Anzahl der Waldtypen fast um die Hälfte reduziert. Zweitens braucht man nicht jedesmal zu entscheiden, ob der in Frage stehende Bestand einem süd-mittelfinnischen Waldtyp oder seinem nordfinnischen Paralleltyp zugezählt werden soll, sondern darf konstatieren, dass es sich um einen selbständigen Typ handelt, der für die beiden vorgenannten charakteristische Züge aufweist. Führt man die obenerwähnten Bestände mit deutlich südlichem bzw. deutlich nördlichem Gepräge zu den Kainuu-Typen oder zum jeweils näherliegenden Paralleltyp, ist wohl meistens Geschmackssache. In keinem Falle ist der »Fehler» gross.

Verfasser unterscheidet und beschreibt aus dem Kainuu-Gebiet insgesamt 7 (8) Waldtypen, die fast durchgehends in der Literatur schon früher, wenn auch meistens ohne Namen, behandelt worden sind. Die Beziehungen dieser Waldtypen zu den süd-mittelfinnischen und den nordfinnischen gehen aus folgender Zusammenstellung hervor:

Süd-mittelfinnische Waldtypen	Waldtypen des Kainuu-Gebietes	Nordfinnische Waldtypen
1. *Cladina*-Typ[1]	*Cladina*-Typ	*Cladina*-Typ [1]
2. *Calluna*-Typ	*Empetrum-Calluna*-Typ	*Calluna-Myrtillus Cladina*-Typ
3. *Vaccinium*-Typ	*Empetrum-Vaccinium*-Typ	*Empetrum-Myrtillus*-Typ
4. *Myrtillus*-Typ	*Vaccinium-Myrtillus*-Typ (und *Myrtillus*-Typ)	*Hylocomium-Myrtillus*-Typ
5. *Oxalis-Myrtillus*-Typ	*Geranium-Oxalis-Myrtillus*-Typ	*Geranium-Myrtillus*-Typ
6. *Oxalis-Majanthemum*-Typ	*Geranium-Oxalis-Majanthemum*-Typ	*Geranium-Dryopteris*-Typ
7. *Filices*-Typ[1]	*Filices*-Typ	*Filices*-Typ [1]

Zum Schluss diskutiert Verfasser die Frage, inwieweit die oben vorläufig für das Kainuu-Gebiet aufgestellten Waldtypen Gültigkeit für die gesamte Übergangszone — die etwa ein Viertel von Gesamtareal Finnlands umfasst — besitzen. Er hält es wohl für wahrscheinlich, konstatiert aber, dass die Frage erst im Lichte eines künftigen, umfassenderen Materials gelöst werden kann.

[1] Die regionalen Differenzen im Bereich dieses kollektiven Waldtyps sind einstweilen nicht untersucht.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.27
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.27

SUO METSÄN KASVUPAIKKANA

S. E. MULTAMÄKI

SWAMPS AS A HABITAT FOR FORESTS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Suolla käsitetään yleensä märkiä, turvekerroksen peittämiä, joko metsää kasvavia tai kokonaan aukeita maita.

Biologiselta kannalta katsoen suot ovat turvetta muodostavia kasviyhdyskuntia. Geologisesti ne ovat luontaisia turvekerrostumia.

Edellinen määritelmä tähtää suon elävään osaan, suon kasvipeitteeseen, jälkimmäinen sen kuolleeseen osaan.

Useimmat luonnontilaiset suot ovat soita sekä biologisesti että geologisesti käsitettynä, koska niissä esiintyy suolle ominainen kasvipeite ja turvekerrostuma. Sellaisia vettyviä ja soistumistilassa olevia kangasmaita, joille on ehtinyt muodostua vain tyypillinen suokasvillisuus, mutta ei vielä varsinaista turvekerrosta, ei voida pitää soina geologisessa, vaan ainoastaan biologisessa mielessä. Kun suo on raivattu pelloksi ja sen alkuperäinen, turvetta muodostava kasvipeite on hävitetty, ei sitä enää voi nimittää suoksi.

Kun suo ojitettuna kuivuu ja muuttuu tyyppinsä puolesta kangasmaita muistuttavaksi, nimitetään esim. rämettä sen eri kuivumisasteilla ensin r ä m e k a n k a a k s i ja lopuksi vastaavan tyypin t u r v e k a n k a a k s i.

Geologiset ja käytännölliset turveteollisuutta koskevat tutkimukset kohdistuvat pääasiassa soiden turvekerrokseen. Kasvimaantieteellisissä ja erikoisesti suometsätieteellisissä tutkimuksissa soita käsitellään biologisina muodostumina. Suometsätieteessä on silti kiinnitettävä huomiota myös suon kuolleeseen osaan, suon turvekerrokseen ja varsinkin sen pintaosaan, koska suokasvit ainakin osaksi ottavat siitä ravintonsa. Suon hyvyysluokka, suotyyppi, on turpeen laadusta riippuvainen ja turpeen laatu ja turvekerroksen paksuus vaikuttavat myös suon kuivumiseen ja metsittymiseen.

Samoin kuin meillä C a j a n d e r i n kehittämien metsätyyppien pohjalta on luotu itsenäinen ja luonnollinen kangasmaiden luokittelu eli bonitointi, samoin myös suot luokitellaan eri hyvyysluokkiin, alkuaan niinikään C a j a n d e r i n[1] esittämien suotyyppien perusteella, erikoisesti metsän kasvua silmällä pitäen.

Turvealustan metsänkasvumahdollisuuksia selvitettäessä kiinnitämme ensinnä huomiota suon puille tarjoamaan kasvualustaan, turpeeseen ja sen tärkeimpiin ravinnemääriin, joita puut kasvaakseen välttämättä tarvitse-

[1] C a j a n d e r, A. K. 1913. Studien über die Moore Finnlands. Acta forest. fenn. 2.

vat ja joita ensi katsannolla eloperäisessä, turpeen muodostamassa kasvualustassa voisi olettaa olevan niukasti, ehkä suorastaan riittämättömästi.

Tiettyä valaisua saadaan tähän kysymykseen vertailtaessa kasvualustan ravinnemääriä puiden käyttämiin ravinnemääriin.

Kivisen[1] mukaan on tavallisen rahka-saraturpeisen (SC-t) suon 20 sm:n paksuisessa pintakerroksessa 1 hehtaaria kohti seuraavat totaalimäärät typpeä, kalkkia, fosforia ja kalia:

$$\begin{aligned} N &= 10 \text{ tonn./ha} \\ CaO &= 4 \quad » \\ P_2O_5 &= 0.7 \quad » \\ K_2O &= 0.3 \quad » \end{aligned}$$

Ebermayerin[2] tutkimusten mukaan käyttävät metsän puut keskimäärin runkopuunsa muodostamiseen — joka tässä on tärkeintä, koska lehtiin ja neulasiin kertyvät ainekset palaavat välittömästi maahan — vuotta ja hehtaaria kohti pääravinteita seuraavasti:

$$\begin{aligned} CaO &= 5 \text{ kg} \\ P_2O_5 &= 1 \text{ kg} \\ K_2O &= 2 \text{ kg} \end{aligned}$$

Huomiomme kiintyy siihen, että nämä luvut ovat melko pienet turpeen vastaaviin totaalilukuihin verrattuina. Vaikka puut eivät ottaisi ravintoaan 20 sm:iä syvemmältä, olisi näitä ravinteita metsälle varsin runsaasti. Typen kulutuksesta ei meillä ole vastaavia lukuja esitettävänä, mutta eloperäisessä turpeessa typpivarat ovat joka tapauksessa paljon suuremmat kuin vastaavissa mineraalimaissa. Valmarin[3] mukaan on esim. MT-tyypin kangasmaan 20 sm:n paksuisessa pintakerroksessa 1 hehtaaria kohti typpeä 2.5 tonnia kasvien käytettävässä muodossa.

On kuitenkin huomattava, että edellä esitetyt totaaliset ravinnemäärät eivät läheskään kaikki ole sellaisenaan kasvien käytettävissä, mutta mikrobien toiminnan tuloksena ne vähitellen voivat tulla kasveille käyttökelpoiseen muotoon.

Kasvijätteiden hajoituksessa ja siis myös ravinteiden kiertokulussa on mikrobien toiminnalla ratkaiseva osuus. Jos jostain syystä mikrobitoiminta on heikkoa, kuten juuri vesiperäisillä mailla, kasvijätteet kasaantuvat vain osittain hajonneina vuosi vuodelta yhä paksummiksi kerroksiksi — syntyy turvetta.

---

[1] Kivinen, Erkki. 1948. Suotiede. Porvoo.

[2] Ebermayer, Ernst. 1876. Die gesammte Lehre der Waldstreu. Berlin.

[3] Valmari, J. 1922. Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Acta forest. fenn. 20.

Mikrobitoiminnan heikkous soilla on luonnollista niissä epäedullisissa olosuhteissa, joissa ne joutuvat kosteassa turpeessa elämään. Luonnontilaisten soiden märkyys tekee aerobisten mikrobien toiminnan mahdolliseksi vain suon ylimmissä pintakerroksissa. Vain anaerobit voivat elää syvemmällä. Myös turpeen happamuus asettaa tiettyjä esteitä mikrobien toiminnalle, koska suurin osa niistä vaatii neutraalia tai hieman emäksistä reaktiota. Lisäksi tiedämme, että turve pysyy kesälläkin kylmänä, ohutta pintakerrosta lukuunottamatta. Kylmyys on omiaan rajoittamaan turpeen pieneliöiden toimintaa.

Nämä epäedulliset tekijät huomioonottaen ei ole ihmeteltävää, että vielä tämän vuosisadan alussa luonnontilaisia soita pidettiin melkein steriileinä. Onneksi näin ei kuitenkaan ole asian laita, kuten myöhempi tutkimus on osoittanut, vaan myös turpeessa, jopa sen syvimmissäkin kerroksissa on mikrobeja. Meidän tehtävänämme on vain niiden toimintamahdollisuuksien parantaminen. Ojituksella voimme edellä mainittuja mikrobien toiminnan esteitä osaksi eliminoida tai ainakin lieventää.

Tieteen tehtävänä olisi osoittaa mm., mitä muita keinoja olisi ohjata soiden mikrobielämää tarkoitusperiemme mukaisesti. Tässä yhteydessä voimme mainita ojitettujen soiden tuhkalannoituskokeet, jotka ovat antaneet nopeasti ihmeteltävän positiivisia tuloksia. Näitä kokeita on tehty varsinkin Ruotsissa[1], missä tuhkaa on eri puolilla maata runsaasti saatavissa puuta polttavien tehtaiden jäteaineena. Parhaat tulokset on todettu saatavan koivun tuhkalla, mutta tätäkin on käytettävä verraten runsaasti, vaihdellen suon mukaan 4—10 tonn. hehtaarille. Aivan viime vuosina on meilläkin alettu suorittaa vastaavia kokeita, toistaiseksi pienessä mitassa, mutta samoin positiivisin tuloksin kuin Ruotsissakin.[2]

Näistä tuloksista mainittakoon, että esim. keskinkertainen tai sitä heikompi rahkoittuva niittyvillaneva, joka ojitettuna metsittyy hyvin hitaasti tai jää kokonaan metsittymättä, tuhkalannoituksen jälkeen alkaa nopeasti muuttua ja metsittyä aivan kuin taikaiskusta. Parin vuoden kuluttua tuhkalannoituksen jälkeen on tällaisella suolla pintakasvillisuus alkanut selvästi muuttua paitsi entisten kasvien rehevöityessä myös uusien, paikalle aivan vieraiden, entistä paljon vaateliaampien kasvien, mm. erinäisten ruohojen ilmestyessä sille. Samalla alkaa tuhkalannoitetulle alueelle nousta koivua ja mäntyä sekä myöhemmin niiden suojassa kuusta, kun taas samasta siemennyksestä suo ei ole lannoitetun alueen ulkopuolella metsittynyt sen enempää kuin ennenkään. Metsittyneen alueen raja muo-

[1] Malmström, Carl. 1935. Om näringsförhållandenas betydelse för torvmarkers skogsproduktiva förmåga. Medd. fr stat. skogsförsöksanst. H. 28. N:r 6.
Malmström, Carl. 1943. Skogliga gödlingsförsök på dikade svaga torvmarker. Särtryck ur Norrl. skogsvårdsf. tidsskr. H. IV.

[2] Lukkala, O. J. 1949. Metsän kasvatusta varten ojitettujen soiden hiekoituksesta, kalkituksesta ja lannoituksesta. Koetoim. ja käytäntö. N:o 6.

dostuu tuhkalannoitettua rajaa tarkasti noudattaen seinämäisen jyrkäksi, kun taimisto nousee lannoitetulle alueelle tiheänä ja erikoisen elinvoimaisena.

Mikä on syynä tähän nopeaan tuhkalannoituksen antamaan tulokseen? Onko turpeessa ollut puutetta, paitsi fosforista ja kalista, niiden ohella myös ns. hivenaineista, joita kasvit tuhkassa saavat niille käyttökelpoisessa muodossa, vai voisiko mikrobitoiminnan vilkastuminen näkyä tuloksia tuottavana ulospäin näin nopeasti vai onko ehkä muitakin kasvua parantavia tekijöitä, joita tuhkalannoitus on pannut liikkeelle — nämä ovat kysymyksiä, jotka jäävät tieteellisen työn selvitettäväksi. Edelleen olisi selvitettävä, millä tavalla verraten kallis ja käytännössä suuressa mitassa vaikeasti toteutettava tuhkalannoitus ehkä voitaisiin korvata jollakin muulla tavalla tai halvemmiksi tulevilla lannoitusaineilla. Sikäli kuin lannoitus olisi toteutettavissa, olisi samalla metsityskelpoisten soiden rajaa siirretty huomattavasti alemmaksi, mikä merkitsisi miljoonina hehtaareina laskettavan, vajaatuottoisen tai kokonaan tuottamattoman maa-alan valtausta metsätalouden palvelukseen.

P u i d e n heikkoon kasvuun ja kitumiseen soilla on alkusyynä soille ominainen märkyys ja se, että soiden vesi on seisovaa vähähappista vettä, jota sen runsaudesta huolimatta puut eivät voi käyttää. Kun tämä vähähappinen vesi kosteimmilla soillamme, nevoilla, nousee pohjavetenä aina pintaan asti, eivät puut voi tällaisilla soilla lainkaan kasvaa, jotka siitä syystä pysyvätkin aukeina. Näitä vähän kuivemmilla rämeillä puut etsivät kuivimpia mätäskohtia kasvupaikoikseen, mutta niillä taas puita uhkaa paitsi kosteus lisäksi rahkasammalet, jotka nopeasti kasvaessaan ja muodostaessaan rahkapatjoja hautaavat puut syvälle turpeeseen. Samalla pohjavesi nousee, jolloin puiden juuret jäävät sen alapuolelle ja kuolevat. Puu itse menehtyy tavallaan janoon, sillä suoveden runsaudesta huolimatta puu ei voi sitä happamena ja vähähappisena käyttää. Karttaakseen pohjavettä kehittyvät mäntyjen juuret rämeillä aivan pinnanmyötäisiksi ja pysyttelevät turpeen pintakerroksessa, tuskin 10 sm:iä syvemmällä. Voidakseen kerätä tästä lahoamattomasta, niukkaravinteisesta pintaturpeesta välttämättömimmän ravintonsa kehittyvät rämemännyn juuret ravinnon haussa luonnottoman pitkiksi ja ulottuvat ohuina ja rihmamaisina useiden kymmenien metrien päähän puun ulkopuolelle, varsinkin siihen suuntaan, missä ravinnonsaantimahdollisuudet ovat suurimmat.[1] Näin kuluu ehkä suurin osa ravinnosta rämemännyn maanalaisten osien kasvattamiseen ja vain pieni osa ravintoa jää maanpäällisten osien hyväksi.

Parhaissa soissa, korvissa, jotka myös ovat märkiä, mutta joissa rämeitä edullisempien laskusuhteiden ansiosta vesi vaihtuu ja on hapekkaampaa kuin rämeiden vesi, puut viihtyvät jo huomattavasti paremmin.

---

[1] M u l t a m ä k i, S. E. 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Acta forest. fenn. 27.

Siitä, että runsas vähähappinen vesi kaikkine sivutekijöineen, joita on mm. ilman ja sen ohella hapen pääsyn estyminen turpeeseen, on ensi kädessä syynä puiden huonoon kasvuun heikkolaskuisilla soilla, on selvänä todistuksena se, että elinvoimansa säilyttäneet puut kohta ojituksen jälkeen ja pohjaveden laskeuduttua alkavat kehittää tupsumaisia imujuuria kohtisuoraan alaspäin turpeeseen. Laajojen hakujuurien pituuskasvu lakkaa[1], koska se ei ole enää tarpeellista. Samalla elpyy myös puun maanpäällisten osien kasvu, neulaset saavat elinvoimaa osoittavan tummanvihreän värin ja ne kasvavat entistään puolta pitemmiksi, puun pituuskasvu moninkertaistuu ja puu aivan kuin syntyy uudestaan.[2]

Jos suon kuivuminen syystä tai toisesta taantuu, esim. ojien tukkeutumisen takia, ja pohjavesi jälleen tästä seurauksena nousee, heikkenee myös puun elpynyt kasvu joka suhteessa silmin nähtävästi, mikä on myös puun runkoanalyyseilla selvästi osoitettu.

Kun suon liiallisen märkyyden aiheuttamat haitat on ojittamalla poistettu ja sillä kasvanut metsä on elpynyt tai aukea suo on alkanut metsittyä, alkaa myös alkuperäinen suotyyppi vähitellen muuttua, ensinnä turvekankaaksi ja aikaa voittaen yhä enemmän pintakasvillisuudeltaan vastaavaa kovan maan tyyppiä muistuttavaksi. Tämä muutos tapahtuu yleensä sitä selvemmin ja nopeamminkin, mitä parempi suotyyppi on kysymyksessä, edellyttäen että ojitus ja suon kuivuminen on riittävän tehokas.

Tutkimusten ja käytännöllisen soiden kuivatuksen ja metsittämisen antamat tulokset ovat osoittaneet, että kaikista yhteensä runsaasti 10 milj. ha käsittävistä soistamme suunnilleen puolet on sellaisia metsityskelpoisia soita, jotka ojitettuina ja jo turvekankaiksi muuttuneella asteella metsänkasvunsa puolesta vastaavat puolukkatyyppiä ja sitä parempia kangasmaita ja voidaan tähän tarkoitukseen käyttää.[3] Edellä kosketeltu, turpeeseen kohdistunut tutkimus tukee sitä käsitystä, että tämä kasvu olisi pysyvää.

Edelleen on ollut todettavissa, että metsityskelpoiset suot ojitettuina metsittyvät erittäin hyvin. Metsän uudistaminen on niillä myös suhteellisen helppoa, helpompaakin kuin vastaavilla kangasmailla. Tämä johtuu mm. siitä, että turvealusta keveydestään huolimatta pysyy keväisin riittävän kosteana ja tarjoaa tällöin puiden siementen itämiselle varsin otollisen maaperän. Puiden taimien kehitystä ei ole turvealustalla haittaamassa myöskään liiallinen ruoho- ja heinäkasvillisuus, joka lihavilla kangasmailla voi muodostaa taimille verraten vaikean esteen.

Soita metsitettäessä on otettava huomioon myös soilla vallitseva erikoisluontoinen kasvi- eli mikroilmasto.

[1] Multamäki, S. E. 1923. Edellä sit. teos.

[2] Multamäki, S. E. 1916. Nuorennoksien elpymisestä ojitetuilla suomailla. Eripainos Metsätal. aikakk. 33.

[3] Multamäki, S. E. 1923. Edellä sit. teos.

Suot ovat yleensä kylmiä maita. Tämä aiheutuu, paitsi jo edellä mainitusta turpeen huonosta lämmönjohtokyvystä ja suuresta vesipitoisuudesta, jonka haihduttamiseen kuluu lämpöä, myös soiden asemasta alavina maina.

Turpeen huonosta lämmönjohtokyvystä on seurauksena, että kasvukaudella auringosta säteilevä lämpö ei ehdi päiväaikana tunkeutua turpeeseen kuin n. 25 sm syvälle. Tässä syvyydessä pysyy turpeen vuorokautinen lämmönvaihtelu kesäaikanakin muuttumattomana, kun vastaava syvyys esim. hiekkamaassa lähenee 60 sm:iä ja on kalliossa yli 60 sm Homénin tutkimuksen mukaan.[1] Tästä seuraa, että turpeeseen varautuu suhteellisen vähän lämpöä päiväaikana. Se pystyy näin ollen kylmänä yöaikana heikosti säteilyllään lämmittämään maan pinnalle laskeutunutta kylmää ilmaa, varsinkin kun veden haihduttamiseenkin kuluu lämpöä. Kun ojitetun suon turve kuivuu, heikkenee turpeen lämmönjohtokyky entisestäänkin. Tämän korvaa kuitenkin pienempi haihdunta ojitetulla kuin ojittamattomalla suolla. Eräillä ojitusalueilla suoritettujen tutkimusten mukaan on esim. aukean nevan kuivuneella kohdalla haihdunta ollut keskikesällä vain 2/3 siitä, mitä saman nevan kuivattamattomalla paikalla.[2] Ojitus ei siis sellaisenaan sanottavasti paranna turpeen lämpötilaa, ellei suolla käytetä painomaata. Se ei taas soita metsitettäessä voi taloudellisista syistä tulla kysymykseen. Soiden sijainnista alimmilla maastonkohdilla on seurauksena, että kylmä ilma valuu ylemmiltä kangasmailta alempana sijaitseville soille ja pysähtyy näille helposti, koska ilmaa sekoittava tuuli vaikuttaa heikommin alavilla maastonkohdilla kuin ylävämmillä. Tästä kaikesta seuraa, että varsinkin kun hallayön esiintymiselle muutenkin vallitsevat otolliset olosuhteet, halla esiintyy aina ensiksi soilla. Ojitetuillakin aukeilla soilla on aivan yleistä, että minimilämpötila on 2, jopa hallaöinä aina 8 astetta alempi kuin viereisillä metsäisillä kangasmailla. Tästä on luonnollisena seurauksena, että turvemailla näin ankarina esiintyvät myöhäishallat kasvukauden alussa voivat käydä haitallisiksi varsinkin kuusen taimille.[3]

Turpeen routiminen ja roudan pysyminen keväisin kauan sulamatta lyhentää kasvukautta turvealustalla. Herkkä pintarousteen muodostuminen paljaalla turpeella vaatii myös erikoista varovaisuutta turvemaita metsitettäessä.[4]

Kun suo ojituksen jälkeen metsittyy, muuttuvat sen lämpötila ja mikroilmastolliset olosuhteet ratkaisevasti edullisemmiksi. Mutta hallan-

---

[1] Homén, Theodor. 1897. Der tägliche Wärmeumsatz im Boden und die Wärmestrahlung zwischen Himmel und Erde. Leipzig.

[2–3] Multamäki, S. E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Acta forest. fenn. 51.

[4] Multamäki, S. E. 1939. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. Acta forest. fenn. 47.

arka kuusi on turvemailla uudistettava aina suojusmetsää apuna käyttäen. Tähän tarjoavat luonnonsuhteet turvemailla erinomaiset edellytykset. Sillä kun kuuselle soveliaat, luonnostaan aukeat tai aukeiksi hakatut korvet ojitetaan, nousee niille luontaisestikin koivunvesakko, jota nopeasti kehittyvänä voidaan käyttää mainittuna suojusmetsänä kuuselle ja kasvattaa sen parhaista yksilöistä kuusen edellä arvopuitakin. Samanlainen kiertokulku tapahtuu luonnonvaraisissakin korpimetsissä. Ero on vain siinä, että ihminen voi tällaisen metsän kiertoajan järjestää n. 80-vuotiseksi, kun se luonnonvaraisissa olosuhteissa vie 300—400 vuotta, kuten korpien turvekerrokset tutkijalle osoittavat.[1]

Eri puulajeistamme mänty ja kuusi viihtyvät hyvin ojitetuilla turvemailla ja niiden kasvu näillä muodostuu vastaavien kangastyyppien kasvun veroiseksi. Koivulajeistamme taas hieskoivu uudistuu ja kasvaa erinomaisesti ojitetuilla soilla. Sen sijaan edellistä arvokkaampana pidetty rauduskoivumme näyttää karttavan turvemaita — mistä syystä, se on toistaiseksi selvittämättä.

Tässä esitetyn perusteella voimme siis todeta, että tietynlaiset suot tarjoavat metsänkasvattamiselle hyvät biologiset edellytykset ja että tietyt suotyypit metsän kasvupaikkana ovat ojitettuina ja metsitettyinä rinnastettavissa vastaaviin kangasmaihin. Turvemaan erikoisuuksista kasvualustana ja soiden sijainnista riippuen muodostuu metsänviljely ja -kasvatus soilla kuitenkin tietyissä kohdin erilaiseksi kuin kangasmailla. Suometsätieteellä on tässä suhteessa selvitettävänä kauaskantoisia kysymyksiä, jotka tutkijoille tarjoavat sekä vaativia että mielenkiintoisia tehtäviä.

Jotta suo voisi kasvaa metsää ja jotta ennestään metsääkasvavat suot metsänhakkuun jälkeen voitaisiin uudelleen metsittää, on turvauduttava joka tapauksessa ojitukseen. Olisiko ja missä mitassa ojitusta jatkettava tämän välttämättömimmän ojituksen lisäksi, on taas kysymys erikseen.

Metsäojitusta ja sen taloudellista puolta arvosteltaessa on otettava huomioon myös ne yleishyödylliset näkökohdat, jotka tätä työtä puoltavat, mm. metsien soistumisvaaran poistaminen, suoalueiden ilmaston paraneminen, häviämässä olevan ja pelastettavan riistakannan elinmahdollisuuksien ratkaiseva paraneminen ynnä monet muut soiden ojituksen ja metsityksen metsän luontoon erittäin positiivisesti vaikuttavat tekijät.

Metsäojituksen rahoitusta helpottaa ja keventää se tosiasia, että ojitettavat metsämaat olisi useimmissa tapauksissa jo ojituksen yhteydessä hakattava paljaiksi ja niillä ehkä kasvava puupääoma muutettava rahaksi, koska metsänhoidollisesti on parempi ja taloudellisestikin edullisempaa

[1] Multamäki, S. E. 1950. Über naturgemässe Gründung, Erziehung und Verjüngung von Fichten- und Birkenwäldern auf entwässerten Torfböden in Finnland. Off-Print from the proceedings of the III World Forestry Congress. Helsinki.

hankkia aikaa tuhlaamatta ojitetulle alueelle heti uusi metsä, joka paremmin kuin ennen ojitusta kasvanut, useimmiten enemmän tai vähemmän vikanainen tai liian harva ja vajaatuottoinen metsä voi käyttää kasvupaikan muuttuneita olosuhteita hyväkseen ja tuottaa sitä vastaavan täyden kasvun.

Järjestelmällistä metsäojitustyötä on meillä suoritettu neljän vuosikymmenen ajan pääasiassa puutavarayhtiöiden ja valtion mailla. Valtion tukemana on järjestelmällisiä ojituksia suoritettu yksityismaillakin, mutta vasta parin vuosikymmenen aikana. Tämä alkuun päässyt toiminta keskeytyi molempien maailmansotien takia. Nykyisin on soiden kuivatus uudelleen virkoamassa 10-vuotisen lamakauden jälkeen.

Vuoden 1939 loppuun mennessä oli meillä ojitettu n. 0.7 milj. ha vesiperäisiä metsämaita, mikä on metsityskelpoisten soiden alasta vain 14 %. Toisen maailmansodan jälkeen käsittivät metsäojitukset vuosina 1944—48 pääasiassa vanhojen ojien perkauksia. Vasta kesällä 1949 päästiin toteuttamaan myös varsinaisia uusia ojituksia. Nämä käsittivät vuosina 1949—50 yhteensä 23000 km kaivettua ojaa vastaten 13 460 ha kuivatettua suota.[1] On kuitenkin huomautettava, ettei tämä suoala ole kauttaaltaan vielä täysin kuivatettua. Se vaatii vielä täydellisesti kuivuakseen ja metsittyäkseen täydennysojitusta varsinaisten metsittämistöiden ohella.

Valtakunnan metsien II arvioinnin päätulosten perusteella laskettujen erilaisten suotyyppien jakaantumisen[2] ja toisaalta eri suotyyppien edustamien hyvyysluokkien mukaan voidaan laskea Suomeen jääneen n. 5 milj. hehtaaria metsityskelpoisia soita. Tästä suoalasta olisi maan eteläpuoliskossa tasaluvuin 3.25 milj. ha ja pohjoispuoliskossa 1.75 milj. ha. Pohjois-Suomen metsityskelpoisista suotyypeistä on tällöin melkein puolet jätetty pois, käytettäväksi viljelystarkoituksiin. Ojittamatta on näin lasketusta metsityskelpoisesta metsätalouden käytettävänä olevasta suoalasta vielä siis 4.3 milj. ha.

Kun otetaan huomioon, että vesiperäisen metsämaan kuivattamiseksi tarvitaan keskim. 200 jm ojaa hehtaaria kohti, on edessämme vielä valtava työmaa tuon 4.3 miljoonan hehtaarin kuivattamisessa. Kuitenkin on näiden maiden käyttö metsänkasvatukseen luonnonmukaisin ja helpoin käyttömuoto, ja ehkä ainoa, jolla ne kokonaisuudessaan voidaan ottaa talouden palvelukseen. Ihmistyövoiman kysynnän kasvaessa aivan toiseksi, kuin mitä se oli vielä ennen toista maailmansotaa, tehtävä asettaa metsäojitustöiden suorituttajien ratkaistavaksi töiden yhä suuremmassa määrässä koneellistamisen sekä monia muita teknillisiä kysymyksiä tek-

[1] O. O. J. Tirkkosen valmistaman tilaston mukaan.

[2] vrt. Linnamies, Olavi. 1940. Laskelma maamme ojituskelpoisten soitten määrästä. Metsätal. aikakausl. 11.

nillis-tieteellisten kysymysten lisäksi. On muistettava, että kaivetut ojat on myös pidettävä kunnossa, mikä antaa maanomistajalle jatkuvaa työtä ja asettaa jo ojia suunniteltaessa ratkaistavaksi mm. kysymyksen, olisiko ja missä määrin avo-ojien asemesta käytettävä esim. ns. peiteojia metsäojien kunnossapidon helpottamiseksi.

Suoritettuihin kasvututkimuksiin perustuvien alustavien, varovaisten laskelmien mukaan, joissa on otettu huomioon em. metsätalouden käytettävissä olevat sekä ojitetut että ojittamattomat metsityskelpoiset suot, lisääntyisi tämän metsämaan tuotto ojitettuna nykyisestään vuotta ja hehtaaria kohti maan eteläpuoliskossa pyörein luvuin 3.0 k-m³ ja pohjoispuoliskossa 1.7 k-m³ ja vuotuinen metsiemme tuotto yhteensä 12.7 milj. k-m³. Kun normaaliaikana vuosina 1923—38 Suomen puutajalostava teollisuus käytti puuta keskim. 16.4[1] milj. k-m³ vuodessa[2] ja teollisuutemme vuotuinen kapasiteetti nykyisellääänkin jo on 26 milj. k-m³,[3] on selvää, mitä mainittu lisäys maallemme, sen taloudelle ja kulttuurille merkitsisi.

Kun suomme metsän kasvupaikkoina tarjoavat tällaiset edellytykset ja mahdollisuudet metsiemme tuoton säilyttämiselle ja lisäämisellekin, kun kotimainen kulutus vaatii jatkuvasti puuta, jota ilman emme voi tulla toimeen, ja kun maamme teollinen tuotanto lepää ratkaisevasti nyt ja tästä eteenpäinkin puuraaka-aineen varassa, emme saisi olla käyttämättä niitä suuria mahdollisuuksia, joita luonto meille metsiä hoitaessamme tarjoaa.

---

[1] Osara, N. A., Pöntynen, V., Erkkilä, E. E. 1948. Suomen puun käyttö ja metsätase. Metsätiet. tutkimusl. julk. N:o 36.

[2] Prof. V. Pöntysen tiedonannon mukaan oli vastaava luku v. 1946: 11.47, v. 1947: 13.98 ja v. 1948: 15.42 milj. k-m³. Vuonna 1950 oli puun käyttö ilmeisesti jo ylittänyt vm. luvun.

[3] Saari, Eino. 1948. Suomen metsäteollisuuden raakapuun saanti metsätaseen kannalta tarkasteltuna. Kansantal. aikakk. III, 44.

SWAMPS AS A HABITAT FOR FORESTS

Summary

In Finland — including the morass heaths which grow a thin turf and are so important to the growing of timber — there are 10.1 million hectares of swamps, or 33.1 % of the total land area of the country. Out of this swamp area approximately one half, or about 5 million hectares are swamps which — after draining, and having turned into so-called peat heaths — correspond, as far as their growth of timber is concerned, to the vaccinium type and heaths of a better quality than that.

The forests growing on swamps still in their natural state, and especially those growing on drained ones, are a proof of the fact that a turf-covered soil becomes forest-clad pretty easily, and that forests really can grow on it. In explaining these possibilities of growth one first pays attention to the amounts of nutrients necessarily required by the forest in order to be able to grow — nutrients which exist in a vigorous, turf-covered soil.

Investigations made have proved that swamps generally contain the so-called main nutrients (N, CaO, PaO_5, K_2O) in fairly large quantities. The total amounts of nitrogen in the turf are also considerably great and, at any rate, much greater than in corresponding mineral soils.

Be it, however, observed that the total amounts of nutrients cannot be used by the plants as such, but as a result of the activity of the microbes they may gradually take a form useful to the plants. Accordingly, the activity of the microbes has adecisive effect, especially on a turf-covered soil. On turf-covered soils still in their natural state, the activity of the microbes is powerless. It can be improved by draining the swamps.

It has been found out that the use of fertilizers furthers the soil to become wooded and helps on the growth of forests. The use of ashes, especially that of a birch, as a fertilizer seems to have a very favourable effect in this respect. This seems to indicate that in the turf there is a shortage, except of phosphorus and potash, also of the so-called trace elements obtained by the plants in the ashes in a useful form.

The micro-climatic conditions in the swamps are a good deal more disadvantageous than those on the heaths. The turf is cold, because it is no good conductor and charger of warmth but uses it relatively much for evaporating water. Cold air comes from the heaths situated at higher levels down to the swamps, thus increasing their coldness. The heavy freezing of the turf, and the slow melting process of the soil ice in the spring, shorten the period of growth on a turf-covered soil. The easy formation of a soil ice needler on mere turf also demands special measures in making turf-covered soils wooded, as well as the late frosts even on drained swamps when the easily freezing spruce is being renewed. By making use of the protective grounds offered by nature, e.g. the sheltering forests, even these difficulties can, however, surely be overcome.

In Finland, systematic draining of forests has been done ever since 1910. The draining, which had proceeded at a good rate, has been already twice brought to a standstill by the wars. At the moment the draining of forests is once more reviving, after a ten years period of depression.

By the end of 1939, swampy forests had been drained about 0.7 million hectares, or 14 % of the area of swamps that can become wooded. In 1949 to 1950 a total of 2,300 kilometres of drains were dug, and about 13,460 hectares of swampy forests were drained.

In case all swamps capable of becoming wooded could be drained, the growth of forests in these areas would, according to a cautious estimate, increase in the southern half of the country by 3.0 solid cubic metres and in the northern half by 1.7 solid cubic metres per year and hectare, and as a result of this the annual production of our forests by a total of 12. million solid cubic metres. Considering that in the normal pre-war years 1923 to 1938 the Finnish woodworking industry used an average of 16.4 million solid cubic metres of timber, and that even at the present time the annual capacity of the industry is already 26 million solid cubic metres, it is evident how important the said increase would be to our country, its economy and culture.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.28
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.28

TUOMARNIEMEN METSÄNVILJELYTÖISTÄ JA NIIDEN TULOKSISTA

Y. BLOMGREN

ÜBER WALDKULTURARBEITEN UND IHRE ERFOLGE IM REVIER TUOMARNIEMI

REFERAT

HELSINKI 1952

Sisällys

Johdanto 2
Sijainti sekä metsämaiden ja metsien laatu 3
Hakkaustapa ja uudistusalojen valmistus 4
Suoritetut metsänviljelytyöt 5
Männyn viljelyt 5
Kuusen viljelyt 7
Koivun uudistaminen 7
Lehtikuusen viljelyt 8
Muita viljelyjä 9
Vertailuja ja tuloksia 9
Koealatulokset 11
Loppuhuomautuksia 13
Referat 15

Johdanto

Tuomarniemen hoitoalue on yleisesti tunnettu laajoista metsänviljelytöistään — erikoisesti uudistusalojen kulotuksesta sitä seuraavine hankikylvöineen — ja kauniista taimistoistaan. Kylvöjä ja istutuksia on Tuomarniemen metsäkoulun harjoittelualueella opetustarkoituksessa suoritettu koulun perustamisesta v. 1903 lähtien, mutta vasta vuodesta 1912, jolloin A r v i d B o r g tuli koulun johtajaksi, sai tämä toiminta laajemmat mittasuhteet. Tähän mennessä on yli 4 000 ha sangen suurelta osalta kasvunsa täysin lopettanutta tai hidaskasvuista, mäntymaalla olevaa kuusimetsää muutettu kasvaviksi taimistoiksi ja nuoriksi metsiksi. V. L i h t o n e n on v. 1925 Metsätaloudellisessa Aikakauskirjassa käsitellyt metsänviljelytöitä Tuomarniemen virkatalolla. Taimistot olivat silloin vielä suhteellisen nuoria ja suurisuuntainen avohakkaus- ja hankikylvötoiminta vasta alullaan. Kun tätä työtä sen jälkeen on jatkettu huomattavasti laajemmassa mittakaavassa ja vanhimmat viljelyt nyt ovat 40 vuoden ikäisiä, lienee paikallaan, kesällä 1950 suoritetun metsätaloudentarkastuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella, uudestaan selostaa niitä.

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Sijainti sekä metsämaiden ja metsien laatu

Kahtena ensimmäisenä vuosikymmenenä käsitti Tuomarniemen metsäkoulun harjoittelualue ainoastaan Tuomarniemen virkatalon, joka sijaitsee edullisesti Ähtärin reitin molemmin puolin ja jonka maitten halki Pohjanmaan rautatie kulkee. Sen pinta-ala on nykyään 1 370 ha kasvullista metsämaata, jolle tasaiset, lievästi soistuneet MT- ja VT- kankaat sekä kangaskorvet ovat leimaa-antavia. Täällä ovat vanhimmat ja kauneimmat tulokset metsänviljelytoiminnasta nähtävissä.

Vuosina 1922, 1923 ja 1927 liitettiin hoitoalueeseen aikaisemmin Multian ja Keuruun hoitoalueisiin kuuluneita, pääasiassa Ähtärin reitin latvoilla sijaitsevia, laajoja valtion maita. Nämä ovat tyypillisiä karuja vedenjakajaseutuja, joiden metsät olivat laajoilla aloilla vanhuuden johdosta pilaantuvia kuusikoita. Vuoden 1933 suurpalon jälkeen kauttaaltaan avohakattu, lähes 500 ha kasvullista metsämaata käsittävä Vehkatallinmaa liitettiin hoitoalueeseen oston kautta v. 1934. Myöhemmin on hoitoalueen pinta-alaa vielä lisätty parilla pienellä tilalla.

Kasvullisten metsämaiden, joita on ainoastaan 62 % metsätalouteen kuuluvan maan alasta, jakaantuminen metsätyyppeihin on nykyään seuraava:

OMT	MT	VT	CT	Korpi I *Bruchmoor I*	Räme I *Reisermoor I*	Yhteensä *Insgesamt*
52	1 620	3 235	813	1 639	1 075	8 434 ha
1	19	38	10	19	13	100 %

Kuten näistä luvuista ilmenee, ovat hoitoalueen maat sangen laihoja, keskihyvyyden ollessa puolukkatyyppiä huonomman. Huomattavan runsaasti on kasvullisia rämeitä, mikä johtuu, paitsi laajasta suonkuivaustoiminnasta, myös siitä, että aikaisemmin kitukasvuista kuusta kasvaneet ja huonokasvuisiksi korviksi luetut kuviot, jotka nyt avohakkauksen, kulotuksen ja hankikylvön jälkeen kasvavat virkeätä männyn taimistoa, on tässä tarkastuksessa luokiteltu kasvullisiksi rämeiksi.

Metsät, jotka alkuaan ovat olleet mäntyvaltaisia, olivat toimitettujen harsintahakkuiden johdosta laajoilla aloilla muuttuneet kuusivaltaisiksi, joissa mäntyä oli jäljellä ainoastaan ylispuina. Näiden alimetsänä nousse-

den ja kehittyneiden kuusimetsien kasvu oli kovin vähäinen. Myöskin MT-kankailla oli kuusikoitten synty samanlainen ja niidenkin kasvu näin ollen huonoa. Kunnollisten taimistojen puute oli varsin huomattava. Tällainen oli tilanne metsänviljelytoiminnan alkuaikoina. Näiden huonotuottoisten kuusimetsien mäntymetsiksi muuttamiseen ryhdyttiin silloin tarmokkaasti ja järjestelmällisesti välittämättä siitä, oliko maapohja mänty- vai kuusimaata.

Hakkaustapa ja uudistusalojen valmistus

Hakkaustapa on melkein yksinomaan ollut avohakkausta, mikä onkin luonnollista, kun puulajin vaihto on ollut kysymyksessä. Lisäksi siemenpuuhakkaukset eivät antaneet tyydyttävää tulosta, vaan siemenpuualat jouduttiin yleensä kylvämään. Alkuaikoina uudistusalat olivat suhteellisen pieniä, mutta 1920-luvun loppu- ja 1930-luvun alkupuolella, jolloin avohakkaustoiminta oli laajimmillaan, nousivat hakkausalat jopa 100—200 ha suuruisiksi. Hakkausalat on kulotus- ym. kustannuksia ajatellen rajoitettu suoraviivaisesti maastokuvioista välittämättä, joten samalle uudistusalalle on tullut useita tiluslajeja. Ainoastaan kangaskorpi- ja korpimailla jätettiin yleensä koivuja siemenpuiksi, mikäli niitä oli hakkausaloilla.

Sääntönä on ollut, että kaikki uudistusalat on kulotettu. Laajojen alojen ollessa kysymyksessä ovat tulokset olleet vaihtelevia, paikoin on palanut liikaa, paikoin liian vähän. Alkuaikoina kulotettiin myöskin laihoja ja kalliokkoisia maita, josta saatujen huonojen kokemusten perusteella myöhemmin on luovuttu. Myöskin vesiperäiset maat on sopivien olosuhteitten vallitessa yritetty kulottaa. Avohakkauksien yhteydessä on nämä maat myös yleensä ojitettu.

Kulotuksen lisäksi on uudistusaloilla suoritettu muitakin maanpinnan valmistustöitä. Kun huomattiin, etteivät kylvöt onnistuneet sammalpeitteisillä kankailla, joissa kulotuksen jälkeen muodostui vahva puunsiemeniä läpäisemätön huopamainen kerros, ruvettiin suorittamaan maanpinnan rikkomista joko karhimalla tai kuokkimalla. Tuomarniemen virkatalolla on myöskin kannot joskus nostettu ja maasta ensin otettu viljasato.

Paikoin on taimien elinehtoja parannettu maata lannoittamalla. Tämä on tapahtunut siten, että istutuskuoppiin ja kylvöruutuihin on lisätty multaa tai hiekkaa. Jossain määrin on myös suoritettu kalkitsemista, joko suoraan ruutuun tai kuoppaan tai kylvämällä tasaisesti yli koko uudistusalan. Kalkitsemiskokeita on tehty varsinkin lehtikuusen viljelyjen yhteydessä. Vehkatallinmaan laajan paloalueen metsittämisessä on osittain käytetty vuorimäntyä ja leppää apupuuna.

Suoritetut metsänviljelytyöt

Suoritetuista metsänviljelytöistä on hoitoalueessa pidetty tarkkaa metsänviljelykirjaa, jonka mukaan viljelyjen lukumäärä — uusimiset ja täydennykset mukaanluettuina — on 1133. Täysviljelyt jakaantuvat puulajeittain seuraavasti:

Mänty	3 533 ha
» , kuusen sekoituksella	385 »
» , lehtikuusen sekoituksella	140 »
Kuusi	122 »
Lehtikuusi	119 »
Murrayn mänty	35 »
Pihtakuusi	8 »
Visakoivu	3 »
Yhteensä	4 345 ha

Täydennysviljelyjen ala on n. 1 170 ha.

Toimitetun arvion mukaan on taimistoja ja nuoria, 1 — 40 vuotisia, metsiä kasvullisilla metsämailla nykyään:

Mäntyvaltaisia	3 393 ha
Kuusi »	112 »
Koivu »	672 »
Lehtikuusivaltaisia	76 »
Murrayn-mäntyvaltaisia	34 »
Pihtakuusivaltaisia	6 »
Visakoivuvaltaisia	3 »
Yhteensä	4 296 ha

Männyn viljelyt

Niinkuin edellä olevista lukuarvoista selviää, on metsänviljelytoiminnassa erikoisesti suosittu mäntyä, mikä onkin luonnollista huomioonottaen hoitoalueen karut metsämaat. Eri kylvötavoista on hajakylvö, jota tavallisesti on suoritettu varhain keväällä hangelle — hankikylvönä — ollut yleisin. Yli 3 000 ha on kylvetty tätä menetelmää käyttäen. Sitä on käytetty varsinkin kaukana sijaitsevilla, laajoilla hakkausaloilla ja kaikilla maanlaaduilla, jopa lihavilla korpimaillakin. Alkuaikoina käytettiin runsaasti siemeniä, 6—7 kg/ha, mutta myöhemmin on päästy hyviin tuloksiin tavallisella siemenmäärällä. Tuomarniemellä saadun kokemuksen mukaan vie taimettuminen hankikylvössä aikaa 3—5 vuotta.

Onnistuneista hankikylvöistä nousseet taimistot ovat tasaisia ja tiheitä. Ne ovat lähinnä verrattavissa luonnonsiemennyksestä nousseisiin, ja vaikka taimien lukumäärä on kovin suuri, ne eivät haittaa toistensa kehitystä, niinkuin ruutukylvön suhteen on asianlaita.

Parhaiten ovat hankikylvöt onnistuneet alavilla, soistuneilla mailla samoin kuin kankaiden kosteissa painanteissa, mikä osittain johtuu siitä, että siemeniä on tuulen ja veden mukana kulkeutunut runsaammin rinteiden alaosiin ja notkelmiin.

Laajat hankikylvöt eivät ole antaneet täysin tyydyttävää tulosta, vaan niitä on jouduttu suuressa määrässä uusimaan ja täydentämään, osaksi samaa kylvötapaa, mutta tavallisesti ruutukylvöä käyttäen. Täydennysistutuksia on niinikään suoritettu lehtikuusella ja Murrayn männyllä. Edelliset ovat yleensä epäonnistuneet, mutta jälkimmäiset näyttävät lupaavilta. Tämä hankikylvöjen epäonnistuminen koskee varsinkin 1920-luvun laajoja ja kaavamaisia uudistusaloja liian karuilla ja kalliokkoisilla mailla. Maanpinnan rikkomisen tärkeyden hankikylvöjen yhteydessä huomaa myöskin selvästi, sillä mikäli sitä ei ole tehty, on tulos kovilla metsämailla usein epätyydyttävä. Saadun kokemuksen perusteella on hankikylvöstä näillä mailla nykyään suurin piirtein luovuttu, ainoastaan alavat kohdat ja kangaslaiteet kylvetään vielä säännöllisesti hangelle.

Sääsuhteiden vaikutus hankikylvön niinkuin muidenkin kylvö- ja istutustapojen onnistumiseen on aivan ilmeinen. Yhtenä kasvukautena onnistuvat kaikki työt ja toisena saattavat kaikki epäonnistua. Esimerkkinä mainittakoon vuosina 1935—36 toimitetut Vehkatallinmaan laajat metsänviljelytyöt, jotka kaikki onnistuivat hyvin. Viime vuosien kylvöt ovat sitävastoin onnistuneet suhteellisen heikosti. Käytettyjen siementen laatu vaikuttaa tietysti myös asiaan. Tuomarniemellä käytetty siemen on melkein yksinomaan kerätty omalta paikkakunnalta ja omassa karistamossa karistettu.

Huonokasvuisiksi maiksi luokiteltuja korpia ja rämeitä on myöskin kylvetty hangelle. Vehkatallinmaalla, missä sitä tehtiin varsin suuressa määrässä, ovat syntyneet yleensä taajat taimistot sangen lupaavia.

Kun hankikylvöä on tavallisesti käytetty kaukana sijaitsevilla uudistusaloilla, on lähempänä koulua, etenkin Tuomarniemen virkatalolla, vanha tuttu ruutukylvömenetelmä ollut yleisin viljelytapa. Ruutukylvöä on siis suoritettu keskimäärin paremmilla maanlaaduilla kuin hankikylvöä. Ruutujen välimatkat ovat aikaisemmin olleet tavallisesti 125 × 160 cm, ja on ne möyhennetty syvälle, sillä muussa tapauksessa ruudut ovat nopeasti sammaloituneet. Tulkoon myös mainituksi, ettei Tuomarniemellä ole, saadun huonon kokemuksen perusteella, käytetty varsinaisia tätä tarkoitusta varten konstruoituja kylvökuokkia, vaan tavallisia turvekuokkia.

Ruutukylvöt ovat yleensä onnistuneet erinomaisen hyvin. Alkuaikoina käytettiin liian suuria siemenmääriä, joten taimia on usein ruuduissa niin paljon, että ne pitkäksi ajaksi hidastavat toistensa kehitystä.

Vako-ruutukylvöjä on Tuomarniemellä suoritettu vähän, sillä ne ovat onnistuneet huonommin kuin ruutukylvöt. Vehkatallinmaan laajaa kuloaluetta metsitettäessä käytettiin osaksi vako-ruutukylvömenetelmää. Nyt

14—15 vuoden kuluttua syntyneitä taimistoja tarkastettaessa toteaa niiden olevan selvästi epätasaisempia kuin ruutukylvöstä nousseet.

Männyn istutusta on ainoastaan muutamassa tapauksessa käytetty ja istutukset ovat onnistuneet erinomaisen hyvin. Esimerkkinä mainittakoon Kivikankaan kaunis mustikkatyypillä oleva männyn istutus Vehkatallinmaalla. Istutus suoritettiin keväällä 1935 1-vuotisia koulimattomia taimia käyttäen. Sen kuutiomäärä on nyt 45 m^3/ha vuotuisen kasvun ollessa 6 m^3. Suurin piirtein kaikki taimet ovat lähteneet kasvamaan, sillä koealalta laskettu runkoluku on n. 5 000 ha:lla. Epätyydyttävien taimistojen täydentämisessä on männyn istutusta pienemmässä määrässä käytetty, mikä onkin osoittautunut varsin onnistuneeksi toimenpiteeksi.

Kuusen viljelyt

Niinkuin aikaisemmin jo huomattiin, ei kuusen viljelyyn ole osoitettu samaa harrastusta kuin männyn. Niitä on niukasti ja nekin vasta myöhemmiltä vuosilta. Kuusta on melkein yksinomaan istutettu, mutta kun Tuomarniemen maat ovat varsin hallanarkoja ja kun istutukset on yleensä suoritettu avohakkausaloille ilman verhopuustoa, ovat taimet pahasti kärsineet hallasta. Kangaskorpi- ja korpimaille on kokeilutarkoituksessa suoritettu myös kuusen kylvöjä joko puhtaana tai männyn sekoituksella, mutta mainittavampia tuloksia ei ole kuuseen nähden ainakaan toistaiseksi todettavissa. Kuten jo on huomautettu, on nämäkin maat, alkuaikoina myös sangen lihavat korvet, kulotettu ja kylvetty männylle. Vaikka kuusi korpimailla sangen herkästi ilmestyy koivu- ja mäntymetsän alle, lienee laajoilla kulotetuilla aloilla varsin epävarmaa odottaa kuusen luontaista uudistumista.

Koivun uudistaminen

Koivua on ilmestynyt taimistoihin aina luontaisesti. Vesiperäisille maille on yleensä jätetty joitakin koivuja siemenpuiksi. Vaikka niitä on ollut sangen harvassa, on koivun taimistoa yleensä tullut riittävästi. Milloin hankikylvö on epäonnistunut, on koivu täyttänyt aukot, ja myös aikaisemmin mainituille karuille ja kalliokkoisille maille on aina ilmestynyt harvakseltaan koivua. Tuoreilla ja etenkin soistuneilla mailla on koivu mäntyä nopeakasvuisempana sangen usein sivuuttanut männyn ja muodostunut metsikön valtapuuksi. Tuomarniemen virkatalon tällä tavalla syntyneet laajat koivumäntysekametsät ovat kauniita ja on niiden kokoomusta harvennushakkausten yhteydessä mahdollista ohjata. Näillä mailla on koivu siten suuressa määrässä korvannut kuusen.

Mainittakoon myöskin, että Tuomarniemen virkatalolla on pari pientä ja Vehkatallinmaalla laajahko visakoivuistutus, jotka tosin on liian harvaan istutettu.

Lehtikuusen viljelyt

Lehtikuusen viljelyjä on Tuomarniemen virkatalolla huomattavan runsaasti. Alaltaan ne tosin ovat suhteellisen pieniä, vain Vehkatallinmaan kuloalalla on laajempia. Alkuaikoina viljeltiin lehtikuusta ainoastaan hyvillä kasvupaikoilla, mutta myöhemmin on kokeiltu kaikenlaisilla maanlaaduilla, myös varsin laihoilla. Vanhimmat lehtikuusen istutukset ovat 4 × 4 m istutusvälein. Myöhemmin on istutusväliä pienennetty ja ryhdytty perustamaan lehtikuusimetsiköitä kylvämällä erilaisia kylvötapoja, myöskin hankikylvöä käyttäen. Uudistusalat ovat säännöllisesti olleet kulotettuja. On viljelty Siperian ja Euroopan sekä pienemmässä määrässä Kurilien lehtikuusta. Taimistoiällä on Euroopan lehtikuusi ollut Siperian lehtikuusta nopeakasvuisempi, mutta myöhemmällä iällä on Siperian lehtikuusi aina sivuuttanut eurooppalaisen. Tuomarniemen virkatalon kauneimmat, hyvinhoidetut lehtikuusikot ovat juuri Siperian lehtikuusta. Niiden kuutiomäärä lähentelee jo 200 m^3/ha ja vuotuinen kasvu muutamalla koealalla on n. 15 m^3/ha, mihin lukuun mitattujen mäntykoealojen kasvu ei nouse. Kurilien lehtikuusi on menestynyt erittäin hyvin. Ainakin nuorena se kasvussa pystyy kilpailemaan Siperian ja Euroopan lehtikuusen kanssa.

Lehtikuusta on kylvetty myös männyn siemenien seassa, mutta sekapuuna on lehtikuusi valoa vaativana sortunut kilpailussa männyn ja koivun kanssa. Etenkin Euroopan lehtikuusi näyttää tässä suhteessa olevan varsin heikko. Se on kasvanut kovin mutkarunkoiseksi ja rumaksi. Mikäli lehtikuusta ei harvennusten yhteydessä ole autettu, ovat kotimaiset puulajit vähitellen vallanneet alaa ja muodostuneet vallitsevaksi puulajiksi. Alkuvuosina suoritettiin lehtikuusella kokeiluja myös kangaskorvissa, mutta ne eivät ole onnistuneet. Niinkuin jo on mainittu eivät myöskään epätyydyttävissä männyn taimistoissa lehtikuusella suoritetut täydennysistutukset ole johtaneet tulokseen.

Parhaiten ovat lehtikuusen viljelyt menestyneet tuoreilla kankailla, mutta ne ovat ainakin nuorella iällä kasvaneet suhteellisen hyvin myöskin sangen laihalla maaperällä, niinkuin Vehkatallinmaan lehtikuusikot osoittavat.

Tuomarniemen virkatalolla on edellämainittujen lehtikuusilajien lisäksi pieni Kanadan lehtikuusen (*Larix americana*) ja lännen lehtikuusen (*Larix occidentalis*) viljely, jotka myöskin ainakin toistaiseksi ovat menestyneet hyvin.

Tuomarniemen lehtikuusikot ovat tähän mennessä säästyneet tuhoilta, ei sieni- eikä hyönteisvahinkoja ole mainittavassa määrässä todettu.

Muita viljelyjä

Edellä selostettujen puulajien lisäksi Tuomarniemen virkatalolla on kokeiltu muillakin ulkomaisilla puulajeilla. Alaltaan pieniä pihtakuusen istutuksia on useampia, mutta ainoastaan lihavilla, tuoreilla kasvupaikoilla ne ovat viihtyneet tyydyttävästi. Kangaskorvissa pihtakuusen kasvu näyttää olevan varsin heikkoa.

Murrayn mänty on Tuomarniemellä, niinkuin muuallakin, menestynyt sangen hyvin ja ollut nopeakasvuinen. Tosin viljelyt ovat vasta hiukan yli 20 vuoden ikäisiä. Myöskin laihoilla kasvupaikoilla, joissa Murrayn mäntyä on käytetty epätyydyttävien männyn taimistojen täydentämiseksi, näyttävät viljelyt varsin lupaavilta.

Muista ulkomaisista viljelyistä mainittakoon pari pientä, mutta kaunista P i c e a n i g r a-istutusta, joista toinen on ojitetulla, lihavalla korpimaalla. Kokeilut harmaajalokuusella (A b i e s c o n c o l o r) ja Douglaskuusella ovat hallojen takia täydellisesti epäonnistuneet. Puisto- ja pihapuina on lisäksi viljelty useita muitakin ulkomaisia puulajeja.

Vertailuja ja tuloksia

On luonnollista, että nämä laajat avohakkaukset niitä seuraavine metsänviljelytöineen ovat aiheuttaneet huomattavia muutoksia Tuomarniemen hoitoalueen metsissä. Vaikka edellisten metsätaloudentarkastusten tuloksia pinta-alan muutosten johdosta ei voida täysin verrata tämän arvion tuloksiin, esitetään seuraavassa kuitenkin kehityksen valaisemiseksi rinnakkain tulokset vuosilta 1923 ja 1950. Vuoden 1923 lukuarvoihin sisältyvät jo yli 10 vuoden ahkeran työn tulokset Tuomarniemen virkatalolla. Ikäluokkasuhteiden kehitys 27-vuotiskautena on seuraava:

Taulukko 1. — *Tabelle 1.*

Arvioimisvuosi *Jahr*	Ikäluokka, v. — *Altersklasse, J.*									Yht. *Insges.*
	Aukkoja *Lücken*	1—20	21—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121—140	141 +	
	%									
1923	1	7	5	8	13	11	16	21	18	100
1950	3	28	23	6	8	9	7	10	6	100

Taimistojen ja nuorten metsien sekä vanhojen ikäluokkien suhdeluvut ovat lyhyenä ajanjaksona täydellisesti muuttuneet. Metsänviljelytoiminnan alkuaikoina oli taimistoista tuntuvaa puutetta ja nyt niitä on säännöllistä ikäluokkajaoitusta ja kohtuullista kiertoaikaa ajatellen liikaa.

Kuten aikaisemmin on useampaan otteeseen mainittu, on metsänviljelytoiminnassa suosittu mäntyä kuusen kustannuksella. Seurauksena tästä on puulajisuhteiden muuttuminen, mikä ilmenee seuraavasta taulukosta.

Taulukko 2. — *Tabelle 2.*

Vallitseva puulaji *Herrschende Holzart*	Arvio vuodelta *Schätzung im J.*	
	1923	1950
	%	
Mänty ..... *Kiefer*	57	71
Kuusi ..... *Fichte*	38	15
Koivu ..... *Birke*	3	9
Ulkom. puul. ..... *Ausl. Holzart*	1	2
Aukkoja ..... *Lücken*	1	3
Yhteensä — *Insges.*	100	100

Kuusivaltaisten metsien tuntuva väheneminen sekä mänty- ja koivuvaltaisten vastaava lisääntyminen suhteellisen lyhyessä ajassa on silmiinpistävä ilmiö. Jos vertailukohteiksi olisi otettu mustikkatyypin maat ja kasvulliset korvet, olisivat muutokset vielä huomattavasti jyrkemmät. Etenkin kuusen taimistojen esiintymistä osoittava luku on kovin vaatimaton.

Metsien puuvarastosuhteissa on myöskin tapahtunut suuria muutoksia. Suoritetuista voimakkaista uudistushakkauksista johtuen kuutiomäärä on luonnollisesti vähentynyt, mikä erityisesti koskee kuusipuuvarastoa. Vanhojen ikäluokkien hehtaaripuumäärät ovat siitä huolimatta tyydyttävät ja ensimmäisen ikäluokan poikkeuksellisen korkea. Tämä osoittaa, että parhaat vanhojen ikäluokkien metsistä ovat jäljellä sekä että metsänviljelytoiminnasta on tuloksia näkyvissä. Viljelymetsiköiden kuutiomäärän nopeaa kehitystä osoittavat seuraavat luvut.

Taulukko 3. — *Tabelle 3.*

Arvioimisvuosi *Jahr*	Ikäluokka, v. — *Altersklasse, J.*	
	1—20	21—40
	m^3/ha	
1923	1	20
1950	15	40

Tuomarniemen virkatalolla, missä metsänviljelytoiminta on nyt jatkunut lähes 40 vuotta, ovat muutokset ikäluokassa 21—40 v. vielä jyrkem-

mät. Sen keskikuutiomäärä on nyt 70 m³/ha (v. 1923 27 m³/ha) eli yhtä suuri kuin seuraavan, 41—60 v., ikäluokan, jossa ei ole viljelymetsiköitä.

Myöskin metsien kasvusuhteissa on ilahduttavaa kehitystä todettavissa. Yli-ikäisten, pilaantuvien metsien ja vanhojen hidaskasvuisten ikäluokkien tilalle on syntynyt nuoria nopeakasvuisia viljelymetsiköitä. Metsätaloudentarkastuksessa vuodelta 1923 on vuotuinen kasvu kasvullisen maan hehtaaria kohden arvioitu ainoastaan 1.1 m³, mutta tässä tarkastuksessa se on kohonnut 2.0 m³:iin.

Edellämainitut kuutiomäärää ja kasvua osoittavat lukuarvot antavat selvän kuvan Tuomarniemen viljelymetsiköiden nopeasta kehityksestä. Tuomarniemen virkatalolla onkin laajoja alueita täystiheitä, kauniita männiköitä ja mänty-koivusekametsiköitä, joiden kuutiomäärä on 150—200 m³/ha ja vuotuinen kasvu ylittää 10 m³/ha. Kohtuullisena kiertoaikana näissä metsissä on pidettävä 80 vuotta.

Toinen suursaavutus on Vehkatallinmaan kuloalueen metsittäminen. Pääasiassa ruutu- ja hankikylvöä käyttäen se on onnistunut erittäin hyvin. Sen 473 ha kasvullista metsämaata käsittävän alan keskikuutiomäärä on nyt 17 vuotta kulon jälkeen arvioitu 21 m³/ha.

Koealatulokset

Tuomarniemen virkatalon viljelymänniköiden kehityksen selvittelyä silmällä pitäen mitattiin syksyllä 1950 23 ympyräkoealaa. Koealat, jotka varttuneimmissa metsiköissä olivat 0.10 ja taimistoissa 0.05 ha kokoisia, jakaantuivat metsätyyppiin ja perustamistapaan nähden seuraavasti:

	Istutus	Ruutuk.	Hankik.	Vakok.	Yht.
MT	1	6	4	1	12
VT	1	5	3	2	11

Kaikki koealametsiköt olivat jotakuinkin täystiheitä, puhtaita männiköitä. Niistä 17 oli täysin koskematonta ja 6:lla oli suoritettu taimiston perkaus ja lievä harvennus. Melkein kaikissa koealametsiköissä oli nimittäin taulu, josta tarkasti ilmeni kaikki metsikön perustamis- ja hoitotoimenpiteet. Koealojen kuutiomäärä ja kasvu on laskettu Y. Ilvessalon Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukoita käyttäen.

Saatuja tuloksia verrataan seuraavassa luonnon normaalien männiköiden (Y. Ilvessalo 1920) ja viljelykuusikoiden (Erkki K. Cajander 1933) vastaaviin lukuarvoihin.

Taulukko 4. — *Tabelle 4.*

Ikä, v. *Alter, J.*	Viljelymännikkö *Kulturkiefernbestand*		Luonnon normaali männikkö *Naturnormaler Kiefernbestand*		Viljelykuusikko *Kulturfichtenbestand*
	MT	VT	MT	VT	MT
	Valtapituus, m — *Oberhöhe, m*				
20	7.0	5.5	6.7	4.5	6.9
25	9.5	7.5	9.0	6.4	9.2
30	11.5	10.0	11.1	8.3	11.4
35	13.5	12.0	13.1	10.1	13.3
	Kuutiomäärä kuorineen, m^3/ha — *Kubikmasse mit Rinde, m^3/Ha*				
20	60	35	60	44	17
25	95	60	96	65	47
30	140	95	135	87	82
35	190	140	167	110	121
	Kuutiokasvu, m^3/ha — *Zuwachs, m^3/Ha*				
20	6.5	4.0	6.5	4.1	4.1
25	8.0	5.5	7.8	4.8	5.8
30	9.5	6.5	8.3	5.3	7.4
35	11.5	7.5	8.5	5.8	8.9

Kun käyrien piirtämistä ei ole jatkettu yli sen, mihin koeala-aineisto antaa tukea, rajoittuvat tulokset suppealle ikäkaudelle, 20—35 v. Aineiston pienuuden johdosta on tulokset pyöristetty.

Koealametsiköiden erilaisista perustamistavoista johtuen vaihtelevat koealojen runkoluvut siinä määrin, ettei ollut mahdollista piirtää niitä osoittavaa käyrää. Mainittakoon vain, että hankikylvöstä nousseiden taimistojen runkoluku on yleensä kovin suuri.

Valtapituuden ja myöskin kuutiomäärän käyrät tuntuvat varmoilta, mutta kasvua osoittavat pisteet hajaantuivat siksi paljon, että käyrän piirtäminen oli vaikeata.

Vaikka koottu aineisto on suhteellisen pieni, antavat edellä esitetyt tulokset selvän kuvan Tuomarniemen viljelymänniköiden nopeasta kehityksestä. Verrattaessa niitä luonnon normaalin männikön ja viljelykuusikon kasvusuhteisiin samalla metsätyypillä ja samalla iällä huomaamme, että Tuomarniemen viljelymännikön valtapituus, kuutiomäärä ja kasvu on tutkittuina ikäkausina mustikkatyypillä viljelykuusikon vastaavia lukuarvoja korkeampi. Samaten on Tuomarniemen viljelymännikön valtapituus isompi kuin luonnon normaalin männikön mustikka- ja puolukkatyypillä ja vaikka kuutiomäärään nähden ei 20- ja 25-vuotisissa ja kasvun suhteen 20-vuotisissa metsiköissä ole eroa havaittavissa, ylittää viljelymännikkö myös tässä suhteessa luonnon normaalin männikön jo seuraavista ikäkausista lähtien. Tulkoon vielä mainituksi, että ainakin viljelykuusikoiden kehitystä koskeva aineisto on kerätty huomattavasti eteläisemmiltä seuduilta kuin Tuomarniemen virkatalo.

Loppuhuomautuksia

Tuomarniemen »kulttuurikirja» kertoo selvää kieltä siitä innostuksesta ja tarmosta, joka metsänviljelytöiden suorittamisessa ja niiden jatkuvassa tarkkailussa ja huolenpidossa ilmenee. Työt ovat olleet monien vaikeuksien takana, sillä uusinta- ja täydennysviljelyjä on jouduttu suuressa määrässä suorittamaan. Saadun kokemuksen mukaan on täydennykset toimitettava välittömästi, etteivät ympäröivät taimet saisi liian pitkää etumatkaa.

Taimiston perkaukset ja harvennukset on ehditty suorittaa pääasiassa metsäkoulun oppilaiden harjoitustöinä Tuomarniemen virkatalolla. Varsinaisia harvennuksia sitävastoin, muutamia lehtikuusen istutuksia lukuunottamatta, on suoritettu vasta viime vuosina. Niukat metsänhoitomäärärahat ovat kuluneet uudistusalojen valmistamiseen ja kylvämiseen. Siksi onkin etenkin Tuomarniemen virkatalolla nyt runsaasti mänty- ja koivumetsiköitä, jotka ovat saavuttaneet sen kehitysvaiheen, jolloin harvennukset ovat erittäin tarpeellisia. Männyissä huomaa nimittäin jo tiheydestä johtuvaa kasvun tyrehtymistä ja koivut ovat muodostuneet heikoiksi ja tupsulatvaisiksi. Näiden metsiköiden pikaista harventamista on nyt pidettävä ensiarvoisen tärkeänä ja kiireellisenä, varsinkin kun niistä jo saadaan siksi paljon tuloja, ettei niihin tarvitse käyttää metsänhoitomäärärahoja. Mänty- ja koivuvaliopuiden karsimiseen, jota työtä tähän saakka on tehty melko vähän, olisi myös kiinnitettävä huomiota.

Aikaisemmin mainittuja kuusen istutuksia haittaavia halloja lukuunottamatta ei Tuomarniemen taimistoissa ole sanottavassa määrässä todettu vahinkoja. Sieni- ja hyönteisvahingot ovat supistuneet varsin vähiin, ei myöskään lumenmurtoja eikä hirvien aiheuttamia vahinkoja ole mainittavasti sattunut.

Vaikka Tuomarniemellä on kulotettu tuhansia hehtaareja, on onnistuttu hallitsemaan tulta varsin vähäisin vahingoin. Ryöstäytymiset kulotuksien yhteydessä eivät ole missään päässeet suureen laajuuteen. Se kokemus, mikä Tuomarniemellä on kulotustyössä saatu, onkin suuriarvoinen myöskin kulojen torjuntaa ja niiden sammuttamista ajatellen.

Tuomarniemen metsänviljelytöiden taloudellinen puoli on tässä yhteydessä sivuutettu. Mutta jos voidaan, niinkuin näyttää, keinollisen uudistamisen avulla huomattavasti alentaa metsien hakkuukypsyysikää, on pal-

jon saavutettu. Tuomarniemellä saatuja suuriarvoisia tuloksia ja kokemuksia ei voida liian korkealle arvioida. Vaikka voidaan eräissä yksityistapauksissa — puulajikysymykseen nähden lihavilla mailla ja luontaisten, tosin vähäisten, uudistumisedellytysten käyttämättä jättämisen suhteen — olla eri mieltä, ovat nämä pikku seikkoja niiden kauniiden tulosten rinnalla, mitkä Tuomarniemellä nyt ovat nähtävissä. Arvid Borgin kaukonäköinen ja tarmokas toiminta on antanut runsaan sadon.

ÜBER WALDKULTURARBEITEN UND IHRE ERFOLGE IM REVIER TUOMARNIEMI

Referat

Das Ausbildungsrevier der Forstschule Tuomarniemi und ihr dort 1912—1939 tätiger Leiter Arvid Borg sind durch ihre umfangreichen Waldkulturarbeiten — insbesondere durch Abbrennen von Verjüngungsflächen mit darauffolgenden Schneesaaten — allgemein bekannt geworden. Über 4 000 ha grossenteils schwachwüchsigen, auf Kiefernboden stockenden Fichtenwaldes sind in wachsende Verjüngungen und junge Wälder verwandelt worden. Die Hiebsweise ist fast ausschliesslich Kahlschlag gewesen, nach dem die Verjüngungsflächen abgebrannt und durch Schneesaat mit Kiefer besät worden sind. Nur auf niedrigen, vermoorten Böden ist die Schneesaat gut gelungen. Auf mageren und felsigen Böden, wo das Abbrennen oft zu stark gewesen ist, hat man Wiederholungen und Nachbesserungen vornehmen müssen. Auch hat man Plätzesaat mit sehr gutem Erfolg angewandt. Fichtenkulturen sind sehr wenig angelegt worden, und auch sie haben unter Frost gelitten. Birke ist besonders auf vermoorten Böden in Kiefernverjüngungen reichlich aufgeschlagen. An Lärchen sind *Larix sibirica*, *L. europaea* und *L. kurilensis* besonders auf frischen Heiden gut gediehen. Jung ist *L. europaea* rascher als *L. sibirica* gewachsen, aber später hat diese regelmässig *L. europaea* überflügelt.

Die ausgedehnten Kahlschläge mit darauffolgenden Waldkulturen haben im Revier die Altersklasseneinteilung der Wälder völlig verändert. Früher herrschte Mangel an Verjüngung, aber jetzt ist sie reichlich. (Tabelle 1.) Infolge der Bevorzugung von Kiefer sind in der Waldkulturarbeit in den Holzartverhältnissen Wandlungen zugunsten von Kiefer und Birke auf Kosten der Fichte eingetreten. (Tabelle 2.) Über die Holzvorratsverhältnisse sei angeführt, dass die Hektarkubikmassen der zwei ersten Altersklassen, zu denen die Kulturbestände gehören, sehr hoch sind. (Tabelle 3.) Da an Stelle der hohen, langsamwüchsigen Altersklassen junge, schnellwüchsige Kulturbestände aufgekommen sind, hat sich der Zuwachs der Wälder beinahe verdoppelt.

Zur Erforschung der Entwicklung der Kulturbestände von Tuomarniemi sind 1950 23 Probefläche gemessen worden. Die von ihnen gegebenen Resultate werden mit den entsprechenden normaler Kiefern-Naturbestände und Fichten-Kulturbestände verglichen. Die Ergebnisse gehen aus Tabelle 4 hervor.

Die Erfahrung und die Ergebnisse, die man auf Tuomarniemi bei den Waldkulturen mit Abbrennen gewonnen hat, sind von grossem Wert.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.29
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.29

BARRTRÄDSARTERNAS POLARA GRÄNS PÅ NORRA HALVKLOTET

ILMARI HUSTICH

THE POLAR LIMITS OF THE CONIFEROUS SPECIES

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Begreppen 'skogsgräns' och 'trädgräns' äro vaga och svåra att exakt definiera. Därför är det givetvis även svårt att kartografiskt framställa dessa gränser. Redan ett så enkelt begrepp som 'träd' är i sig självt oklart.

Bild 1 är ett schematiskt försök att i ett kartogram förena olika slag av skogs- och trädgränser vid polarregionen. I princip är skogsgränsen och trädgränsen likartad såväl invid polarregionen som mot havsbandet eller mot den alpina regionen. Mot havet (subarktisk kust) eller mot den alpina regionen är dock avståndet mellan artgräns och skogsgräns vanligen förhållandevis obetydligt, medan däremot avståndet mellan artgräns och egentlig skogsgräns i de kontinentala avsnitten av polargränsen är mycket stort. Det följande utgör ett försök till begreppsutredning.

D e n e k o n o m i s k a s k o g s g r ä n s e n är den gräns utanför vilken skogen icke borde avverkas, om man vill säkerställa en normal föryngring av skogen i skogsgränstrakterna. Denna gräns motsvarar i viss mån de äldre forstvetenskapsmännens »skyddsskogs»-gräns i norra Finland och även i viss mån begreppet generativ skogsgräns hos K i h l m a n-K a i r a m o (1890) och rationell skogsgräns hos S e r n a n d e r (1900); jfr även H e i k i n h e i m o (1921).

D e n b i o l o g i s k a s k o g s g r ä n s e n eller skogsgränsen i inskränkt mening utgör den sammanhängande skogsregionens gräns. Den motsvarar de ovannämnda författarnas vegetativa (K i h l m a n - K a i r a m o) och empiriska (S e r n a n d e r) skogsgräns. Det av nordamerikanska forskare ofta använda »timber-line» användes dels i betydelsen ekonomisk skogsgräns, dels i betydelsen biologisk skogsgräns och kan även helt enkelt betyda trädgräns.

T r ä d g r ä n s e n betecknar den polara (resp. maritima eller vertikala) gränsen för en viss trädarts yttersta trädformiga förekomster. Själva begreppet 'träd' tolkas i detta sammanhang olika av olika författare, se närmare utredning hos H e i k i n h e i m o (l. c.). För begreppet trädgräns i norra Finland har H e i k i n h e i m o (l. c., p. 2) föreslagit följande definition (övers. från finskan): trädgränsen löper där, varest en trädart uppträder med sina sista någotsånär trädformiga individer, som uppnå omkring 2 meters höjd eller som åtminstone klart nå ovan ett snötäcke av normal höjd (n. b. på lokalen ifråga).

Begreppet p o l a r t r ä d g r ä n s sammanfattar alla i skogsgränstrakterna förekommande trädarters polara trädgräns och den polara trädgränsen i olika avsnitt kan alltså bildas av helt olika arter.

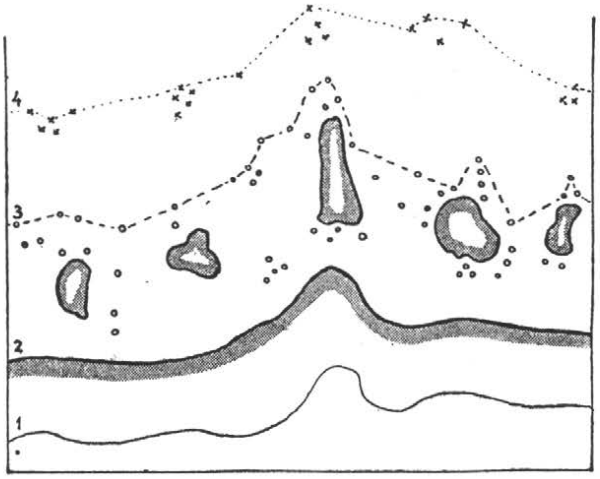


Bild 1. Schema över de polara gränserna, se texten, från skogsgräns till artgräns: 1. Den ekonomiska skogsgränsen. 2. Den biologiska skogsgränsen. 3. Trädgränsen. 4. Artgränsen.

Fig. 1. Diagram of the forest-limit-region. 1. The economical forest-line (»timberline»). 2. The biological (»vegetative») forest-line. 3. The tree-line. 4. The polar limit of the species (regardless of the size of the individuals).

Artgränsen (den nuvarande artgränsen!) bildas av de yttersta utposterna av en trädart mot polarregionen, havsbandet eller den alpina regionen, oberoende av om ifrågavarande trädart där uppträder såsom ett krypande marträd eller som en obetydlig buske av risformat eller eventuellt som plantor (spontana). I många fall är forskningsresandenas »Baumgrenze» eller »tree-line» identisk med artgränsen, i andra fall åter med trädgränsen (i enlighet med ovanstående tolkning).

Mellan den polara trädartsgränsen och den biologiska skogsgränsen utbreder sig en mer eller mindre bred övergångszon, där enstaka träd förekomma omväxlande med dungar av träd och större eller mindre »skogsöar» i tundraregionen. Denna övergångszon kallas skogstundra, de ryska forskarnas ljesotundra och de kanadensiska forskarnas forest-tundra. Denna zon kan ha en bredd av över hundra kilometer; men den kan också, särskilt i kontinenternas hörn, vara praktiskt taget obefintlig och ersättas av en snårskogs-eller buskzon lik den vid Labradors Atlantkust (jfr förf. 1939). Enligt förf:s åsikt borde skogstundran i växtgeografisk mening anses såsom det egentliga subarktis. Här må dock nämnas att Rousseau (1950) föreslagit att skogstundran benämnes hemi-arktis medan däremot den nordligare delen av taigan eller den boreala skogsregionen (i Kanada speciellt kännetecknad av gran-renlavsskogar) skulle kallas subarktis.

Den nordfinska och nordnorska, delvis även nordsvenska s. k. horisontala subalpina regionen, där fjällbjörksskogarna dominera,

borde egentligen anses vara en skogstundra, en direkt fortsättning av skogstundran på Kola-halvön. I alla händelser borde ordet subalpin endast användas om den vertikala zonen mellan den egentliga barrskogen och artgränsen för träd på fjällen, medan viddan i Fennoskandien snarast är en subarktisk region, som även omfattar de spridda skogsdungarnas och de spridda tallarnas zon (»hajallaan tavattavien mäntymetsien» ja »hajallaan tavattavien mäntyjen vyöhyke»; Heikinheimo l. c., p. 12).

*

Av alla ovannämnda gränser är ifrågavarande trädarts artgräns lättast att med en viss entydighet utmärka på en karta. De flesta växtgeografer och forstmän som rört sig i gränsområdet mellan arktis och subarktis ha vanligen antecknat lokaler för de yttersta utposterna av trädarterna.

Kartorna 2—5 äro uppgjorda med ledning av ett flertal arbeten; de viktigaste äro omnämnda i litteraturförteckningen. Endast beträffande Labradorhalvön och Hudson Bay-kusten samt nordligaste Fennoskandien har förf. kunnat använda egna fält-iakttagelser (1939, 1948—50). Dock måste antecknas att stora avsnitt av den cirkumpolara skogsgränszonen äro okända och gränserna äro därför på många avsnitt mycket schematiskt uppdragna. Förf. ber att tacksamt få annotera att han i arbetets första skede för 3—4 år sedan av professor Eric Hultén mottog några kartskisser av de polara trädgränserna i Eurasien. Dessa gränser ha dock modifierats under arbetets gång och efterhand som förf. fått tag på nya källor. De fennoskandiska polara artgränserna för barrträden äro baserade på Hulténs atlas (1950).

Kartans linjer ange alltså den ungefärliga nordgränsen för resp. arters uppträdande försåvitt detta framgått av anlitade källor. Då själva den tecknade linjen (i den skala vari kartan reproducerats) i sig själv är ca 20 kilometer bred, kan artgränsen här också anses representera den polara trädgränsen.

*

Bild 2 anger *Picea*-arternas polara gränser, varvid endast de gran-arter som nå den polara skogsgränszonen medtagits, d.v.s. *Picea abies* (L.) Karst., *P. obovata* Ledb. (se nedan), *P. glauca* (Moench.) Voss. och *P. mariana* (Mill.) BSP. Dock har även *P. sitchensis*' nordligaste förekomster i Alaska antytts på kartan. Granslägtet är näst lärkträdsläktet det dominerande barrträdsläktet i den polara skogsgränsregionen. I Fennoskandien framträder dock detta förhållande först på Kola-halvön.[1]

[1] Det kan vara värt att ur glömskan rädda Middendorff's anteckning 1864, p. 543, beträffande ett fynd av gran på Nowaja-Semlja. Fyndet hade gjorts av den kända sjöfaranden Pachtusov 1842, som även annoterat *Juniperus* därstädes (se

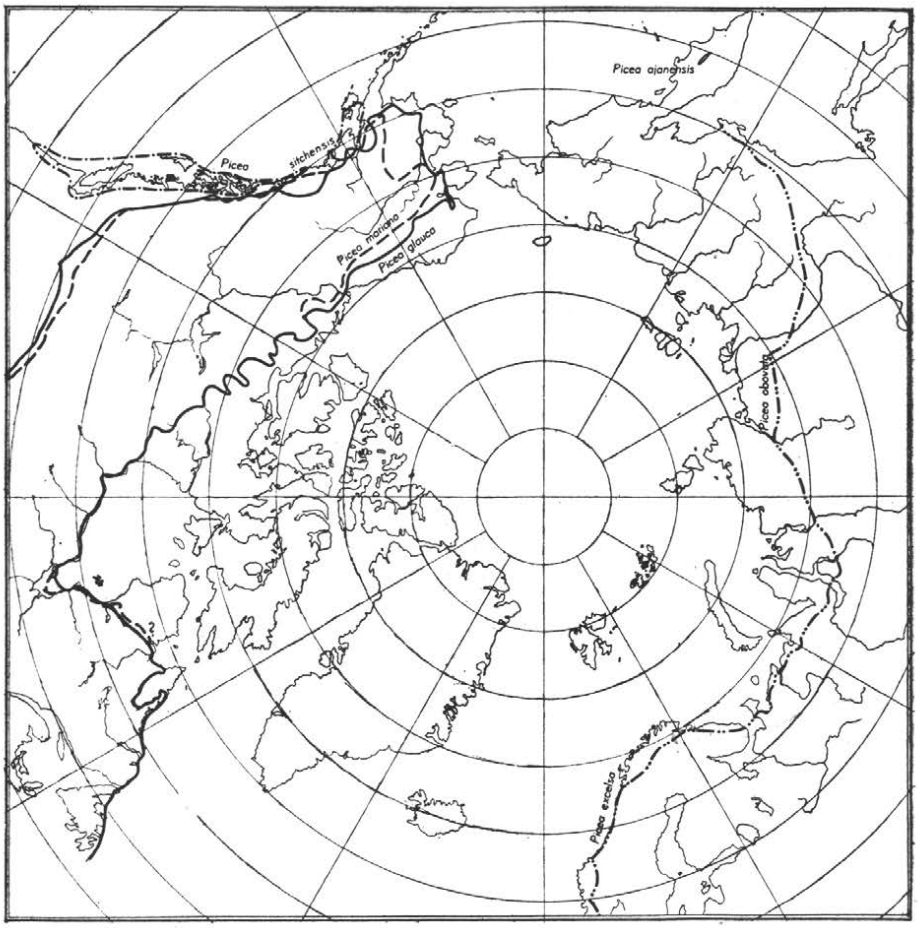


Bild 2. *Picea*-arternas polargränser, approximativt angivna i enlighet med i litteraturförteckningen nämnda källor. (Av *P. ajanensis*' område endast Kamschatka-arealen angiven.)

Fig. 2. The polar limits of the northern species of the genus P i c e a, according to various sources, see list of references. (Picea excelsa = P. abies)

Frågan om artvärdet av *Picea obovata*, den sibiriska granen, har nyligen åter diskuterats av L i n d q u i s t (1948), som anser att den sibiriska granen icke kan betraktas såsom en egen art. De ryska forskarna ange dock alltid den sibiriska granen under egen artbeteckning. Det existerar utan tvivel en bred övergångszon mellan dessa två »arter», som synbarligen utan skarpa

---

nedan). De krypande granarna voro ännu mindre än de på Nowaja-Semlja förekommande dvärgbjörkarna. »Wäre der Gewährsmann nicht von so erprobter Zuverlässigkeit, so hätten wir das Recht an dieser kaum glaublichen Mittheilung zu zweifeln, weil Nowaja-Semlja für baumlos gilt» (l. c.). I alla händelser förtjänar fyndet antecknas. Jag har icke haft tillfälle att kontrollera P a c h t u s o v s egen anteckning.

gränser övergå i varandra. För egen del ville förf. gärna hänvisa till den stora likheten mellan *Picea obovata* och *P. glauca* på nordliga lokaler; de rundade kottfjällen, de förhållandevis korta kottarna och de även hos P. *obovata* synbarligen stundom glatta årsskotten. Det är möjligt att en framtida trädsystematiker kommer att operera med en cirkumpolär kollektiv granart med *P. glauca* såsom ssp. »*americana*» och *P. abies* såsom ssp. »*eurasiatica*» med varianterna var. »*europaea*» och var. *obovata!*

På den nordamerikanska sidan har vi däremot två från varandra mycket väl skilda granarter, nyssnämnda vitgran (*Picea glauca*) och svartgranen (*P. mariana*). De två arterna nå närmelsevis lika högt mot norr, men äro dock varandra mycket olika såväl beträffande systematiska karaktärer som ekologi. I den forstliga litteraturen brukar svartgranen betecknas såsom den härdigare arten av de två, vilket är oriktigt — åtminstone på Labradorhalvön. Man finner vitgranen ytterom svartgranen såväl vid den maritima subarktiska skogsgränsen vid Hudson Bay, som mångenstädes vid Atlantkusten och dessutom på höjderna inne i det inre av Labradorhalvön (förf. 1949, 1950). Där de två arterna växer tillsammans i mycket extrema förhållanden kan de antaga ett likartat utseende, men årsskotten äro dock ständigt ett gott kännetecken; vitgranen har glatta årsskott, svartgranen håriga. I förhållanden där svartgranen endast förekommer såsom en krypande buske med rik vegetativ förökning kan vitgranen förekomma i trädform. Sydligare består skillnaden i ekologi mellan de två granarterna främst däri att svartgranen växer på surare marker och på kärr (black spruce muskeg), medan vitgranen behärskar lersand- och mjälamarker och överhuvudtaget frodigare ståndorter. Det bör ännu framhållas att båda arterna kunna bilda vidsträckta homogena gran-renlavsskogar. Som bekant kan också den sibiriska granen bilda dylika *Cladina*-skogar (jfr D e d o v's skildringar från Norilsk mellan Ob och Jenisej 1933 samt förf. 1951). Medan svartgranen har en god förmåga till vegetativ reproduktion saknar vitgranen nästan helt denna egenskap.

Av *Picea glauca* omnämnas från västra Kanada tvenne varianter, *P. glauca* var. *albertiana* (Brown) Sarg. och *P. glauca* var. *Porsildii* Raup. *P. glauca* var. *albertiana* och huvudarten synas ha ett övergångsområde i trakterna av Great Slave-Lake och Mackenzie (R a u p 1946). Då det av beskrivningarna av var. *albertiana* att döma förefaller troligt att denna variant av vitgranen icke är begränsad till västra Kanada utan möjligen utgör en allmänt nordlig variant av *P. glauca* har förf. icke antecknat den på kartan. *P. glauca* var. *Porsildii* (R a u p 1947) är den dominerande granformen på alluviala marker i Mackenziedalen, där den går norrut ända till flodens delta (P o r s i l d 1951).

*

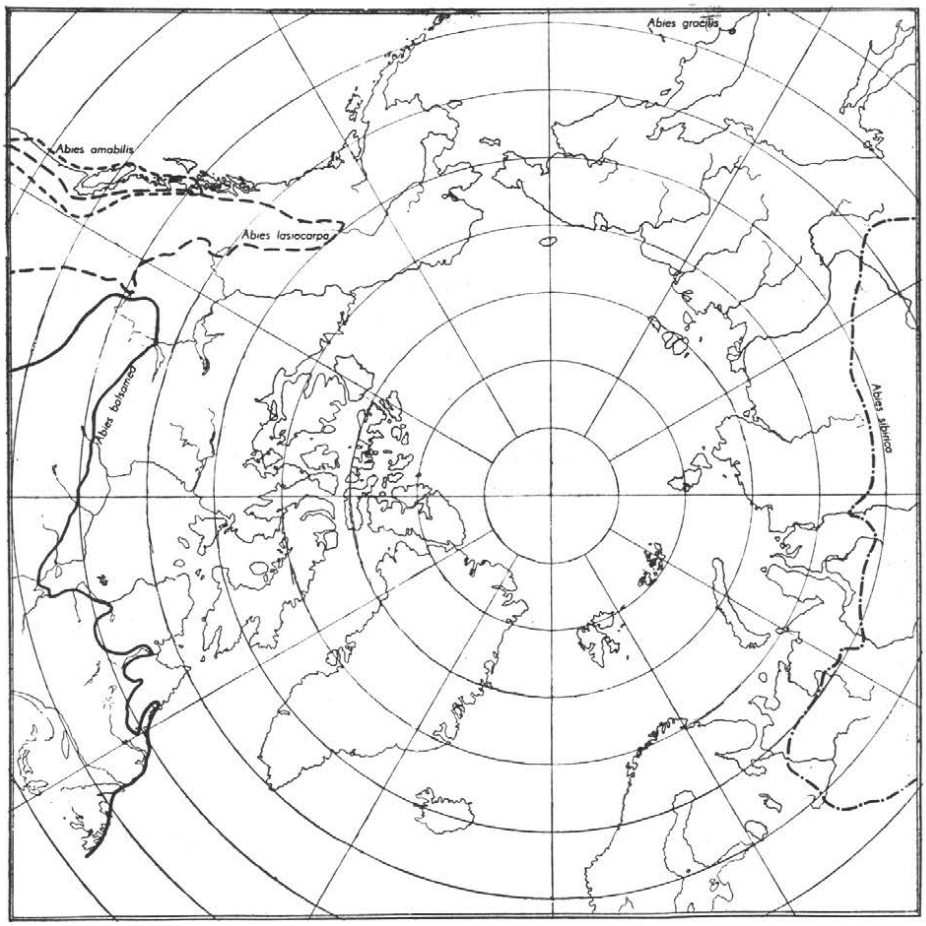


Bild 3. *Abies*-arternas polargränser.
Fig. 3. The polar limits of the northern species of the genus A b i e s.

Abies-släktet (bild 3) når endast i Labrador den polara skogsgränsen vid Atlantkusten och når även närheten av Ungava Bay. Likaså uppvisar Alaska en *Abies*art. Men i övrigt nå ädelgranarna i stort sett endast taigans mellersta avsnitt och uppträda sparsamt i den boreala barrskogsregionens nordliga delar.

Den sibiriska ädelgranen (*Abies sibirica* Ledb.) har en vidsträckt utbredning i den sibiriska taigan och når i Jenisej-dalen långt ovan polcirkeln, ca 67° 40′ (*Flora USSR*, M i d d e n d o r f f 1864). Den är en markerat kontinental art, vars utbredning sammanfaller väl med *Pinus sibiricas*. I ståndortsval och i sin stora förmåga till vegetativ reproduktion påminner arten slående om balsamgranen i Kanada.

I Kanada är *Abies balsamea* (L.) Miller den viktigaste *Abies*-arten, som utbreder sig öster om Klippiga bergen till Atlantkusten. Den av landarealens

fördelning i nordöstra Amerika betingade depressionen av den polara skogs- och trädgränsen till mycket sydliga breddgrader, ca 52° nordl. br., är orsaken till att balsamgranen på Labradorhalvön kan uppträda i själva skogsgränszonen utan att dock någonstädes bilda den polara trädgränsen. I Yukon och Alaska uppträder *A. lasiocarpa* (Hook.) Nutt. mestadels på höga nivåer, upp till 3 000 meter ö.h. (P o r s i l d 1951), men når icke förhållandevis lika nära den polara skogsgränsen som *A. balsamea* i öster.

*

Bild 4 anger nordgränserna för *Pinus*-arterna, av vilka endast *Pinus silvestris* L. och *P. pumila* (Pall.) Rgl nå fram till polarkalotten. De andra arter som nå nära den polara skogsgränsen äro *P. sibirica* (Rupr.) Mayr, den sibiriska cembra-tallen, samt banksiana-tallen, *P. Banksiana* Lam. och lodgepole-tallen, *P. contorta* Loudon var. *latifolia* Engelm.

Den nordiska barrträdsgränsen är unik i det avseendet att tallen här bildar barrträdsarternas polargräns. Orsakerna till att granen väster om Kola-halvön går söder om tallgränsen har ivrigt diskuterats av de nordiska växtgeograferna. Men i Kanada är förhållandet mellan *Picea* och *Pinus* det motsatta, där når inte *Pinus*-släktet fram till den subarktiska Atlantkusten.

Pinus silvestris har ett vidsträckt utbredningsområde och når södra delen av Ochotska havets västkust; i öster har S u k a t s c h e v dock urskiljt *P. silvestris* var. *jakutensis* Suk. Av största intresse för den skogsgenetiska forskningen borde de isolerade tallskogarna vid de nordnorska fjordarna och i Pulmanki och Utsjoki dalgångar vara och man får hoppas att dessa populationer bli undersökta enligt moderna metoder. De bilda en nordisk motsvarighet till de stora isolerade »skogsöar», som finnas även i den eurasiatiska och den amerikanska skogstundran.

Pinus sibirica har en kontinental utbredning i Eurasien, jfr *Abies sibirica*. Under senaste tid har tvenne isolerade förekomster av den sibiriska cembratallen anträffats på Kola-halvön (H u l t é n 1950 och N e k r a s o v a 1951); huruvida dessa äro spontana eller icke låter sig icke avgöra. Dessa lokaler äro icke upptagna på bild 4. Av äldre reseskildringar framgår att cembratallens frön varit en begärlig vara och att trädet av denna anledning varit föremål för utrotning.

Mycket märklig är den ostsibiriska dvärg-cembratallen, *Pinus pumila*. Dess växtsätt är detsamma som bergstallens på Alpernas sluttningar, men den hör i motsats till *P. mugo* (*P. montana*) till gruppen *Strobus*, icke till gruppen *Pinaster*. *P. pumila* bildar barrträdens polargräns i Anadyr-och Kolyma-områdena, men når icke egentlig trädform. Arten har dock medtagits här för att göra *Pinus*-släktets representation vid skogsgränsen fullständig. *P. pumila*'s historia och utbredning har nyligen behandlats av T i-

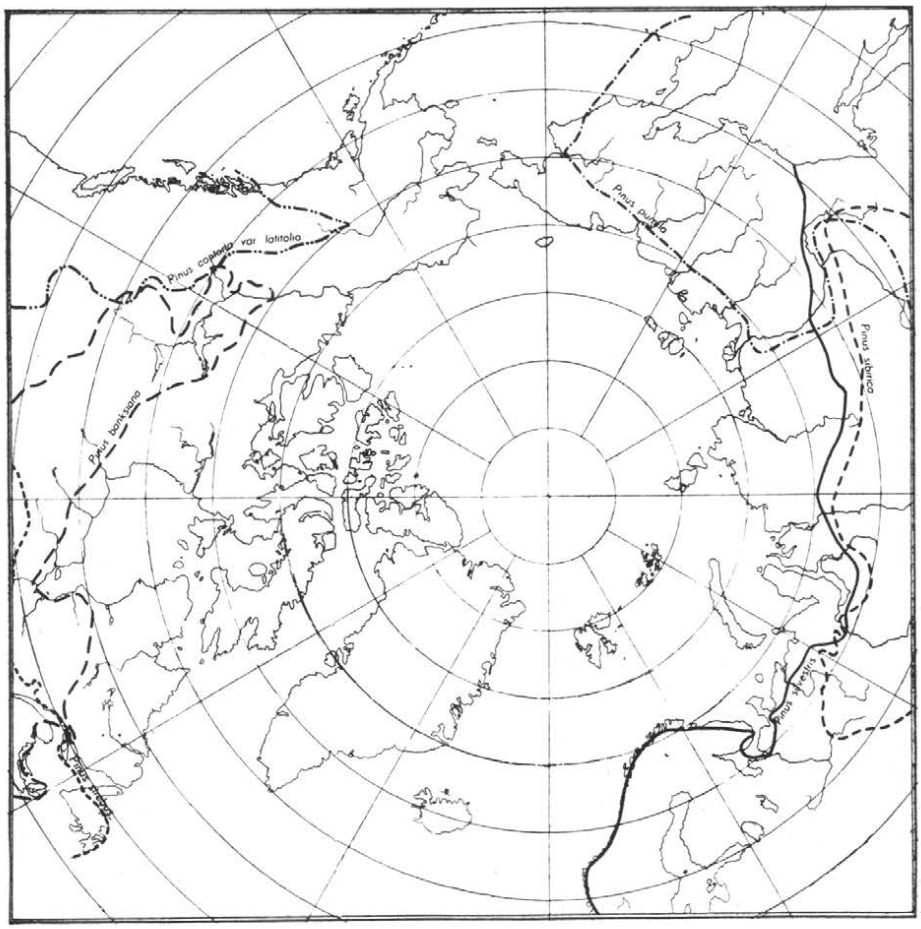


Bild 4. *Pinus*-arternas polara gränser.
Fig. 4. The polar limits of the northern species of the genus P i n u s.

k h o m i r o v (1946), som betonar att arten är »phytocenotically extremely strong» och att den kraftigt påverkar de formationer och vegetationszoner där den uppträder. *P. pumila* förekommer enligt H u l t é n (1941) icke öster om Berings sund, trots att sådana uppgifter förelegat i litteraturen.

I Kanada är *Pinus Banksiana* den tallart som har den största utbredningen i taiga-zonen. Den når dock endast i St. Lawrence och i de kanadensiska maritimprovinserna fram till kusten, frånsett ett par lokaler invid Hudson Bay, där tallen når fram till den här ytterst sydligt framskjutna skogsgränsen (förf. 1949). Denna tallart har en egenartad utbredning på Labradorhalvön, som är svår att förklara. Det bör observeras att artens kottar öppnas endast under exceptionellt heta sommardagar eller i närheten av skogseldar; man kan här med större skäl än beträffande granen i Fennoskandien säga att tallen icke hunnit till sin utbredningsgräns efter land-

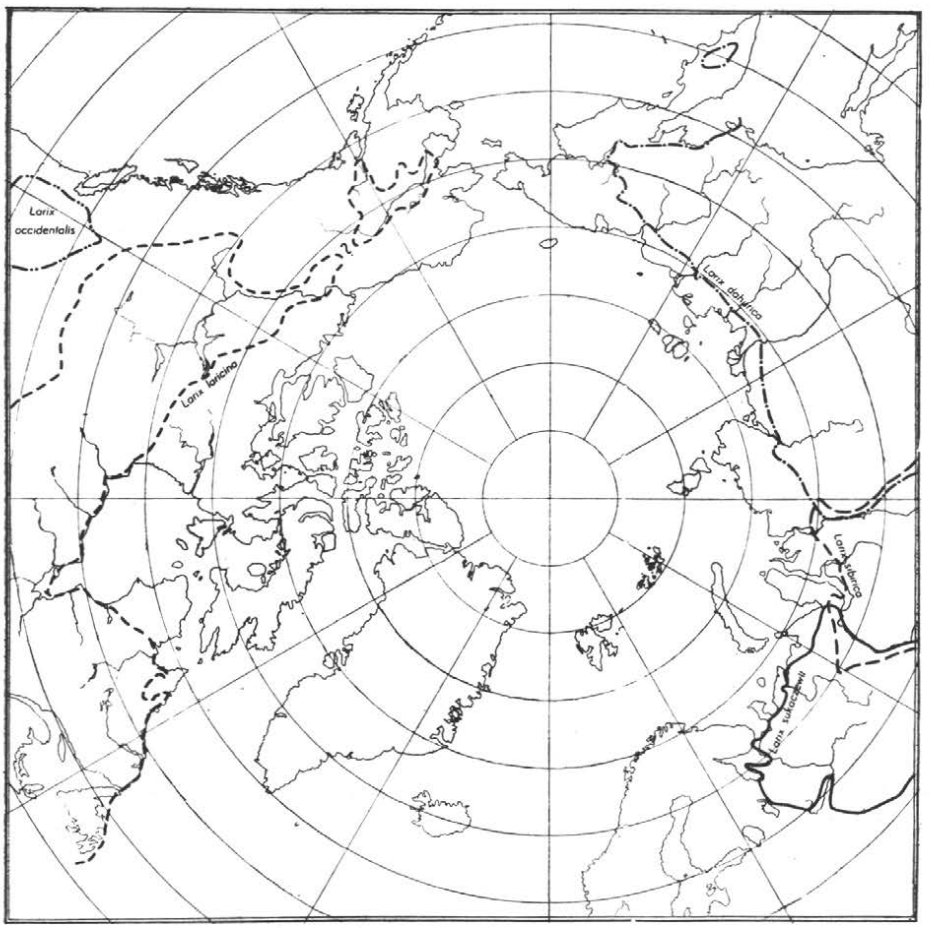


Bild 5. *Larix*-arternas polara gränser.
Fig. 5. The polar limits of the northern species of the genus L a r i x.

isens smältning. I västra Kanada når banksiana-tallen till Mackenzieområdet där *P. contorta* var. *latifolia* möter. Här stanna tallarterna dock avsevärt söder om skogsgränszonen.

*

Bild 5 återger *Larix*-arternas polara artgränser. Vid uppdragningen av de eurasiatiska lärkträdsarternas polargränser har jag följt D y l i s (1948), som delat *Larix sibirica* Ledb. i tvenne arter: *L. sibirica* Ledb. s. str. och *L. Sukatschewii* Dylis; den senare är den västliga arten, som når fram till Kola halvön (Z i n s e r l i n g 1937). Av beskrivningarna att döma förefaller *L. sibirica* (s. lat.) att vara en biotiskt sett rätt svag art, vars utbredning inskränker sig till floder, sjöstränder, bergssluttningar och kärrmarker, jfr S a m b u k 1930. Det är också möjligt att denna karaktär är speciellt

påfallande hos *L. Sukatschewii*. I alla händelser bör antecknas huru väl Sambuk's beskrivning av lärkträdets uppträdande i Petschora-området sammanfaller med lärkträdets uppträdande i östra Kanada, där lärken mycket sällan är beståndsbildande.

Däremot är *Larix dahurica* Turcz. en beståndsbildande lärkträdsart, som helt dominerar taigan i det ostsibiriska området, där Stanovojbergens halvcirkelformiga kedja utestänger granen från Sibiriens nordöstra skogar, jfr bild 6. I dessa områden uppträder även *L. Cajanderii* Mayr. Den omnämnes i den ryska litteraturen ofta från Jakutien och *Larix*-systematikern Kolesnikov (1946) omnämner den från Ostsibiriens nordliga delar. Komarov (1927) förenar båda arterna inom samma gränslinje. Enligt Ostenfeld och Larsen (1930, s. 49) är *L. Cajanderii* Mayr. detsamma som *L. Gmelini* (Rupr.) Gordon (syn. *L. dahurica* Turcz.). *L. Cajanderii* är därför icke upptagen såsom en särskild art på bild 5.

Sett i stort bildar lärkträdsarterna i de flesta fall den polara barrträdsgränsen. Inom det nordamerikanska området uppträder lärken (*Larix laricina* (DuRoi) K. Koch), förutom i Alaska, överallt i skogsgränszonen, men är mera sällan, såsom antytts, beståndsbildande. Dock bildar den bräm vid sjöar och uppträder rätt dominerande på s.k. rikkärr inne i Labrador; den kan även bilda renlavsskogar. I östra Kanada bildar den som inslag med vit-eller svartgran barrträdens artgräns. I Alaska har man urskiljt en egen lärkart, *L. alaskensis* Wright, men många botanister tillmäter icke denna form artställning. Raup (1947) kallar Alaska-lärken *L. laricina* var. *alaskensis* (Wright) Raup och påpekar att denna variant även förekommer öster om Alaska. Ostenfeld och Larsen (1930) anser att Alaska-lärken endast är en allmänt nordlig variant av *L. laricina*.

Det kan ytterligare framhållas att lärken förefaller att sky själva kustbandet. Detta kan iakttagas i Hudson Bay-området, där lärken regelbundet uppträder »bakom» vitgran och svartgran; den går icke ut till de mindre öarna (förf. 1950). Ej heller på Atlantkusten går den lika långt ut mot havet som granarterna och detsamma synes vara fallet i Alaska och i norra Europa.

*

På bild 6 har förutom de nordligaste gränserna för de olika här behandlade barrträdssläktena även inritats *Juniperus*' polargräns. Denna art är ju egentligen icke ett barr träd och förekommer uteslutande såsom låg buske i skogsgränstrakterna. Den tillhör dock *Coniferae* och har därför för fullständighetens skull medtagits på denna karta, men däremot icke på bild 7, som anger den polara barrträdsgränsen (artgränsen). Det är att märka att *Juniperus communis* (*coll.*) är den enda nästan helt cirkumpolara *Coniferae*-arten och trots sitt spridningssätt, observera kottens beskaffenhet, har den ett mycket nordligare utbredningsområde än de andra barrträdsarterna.

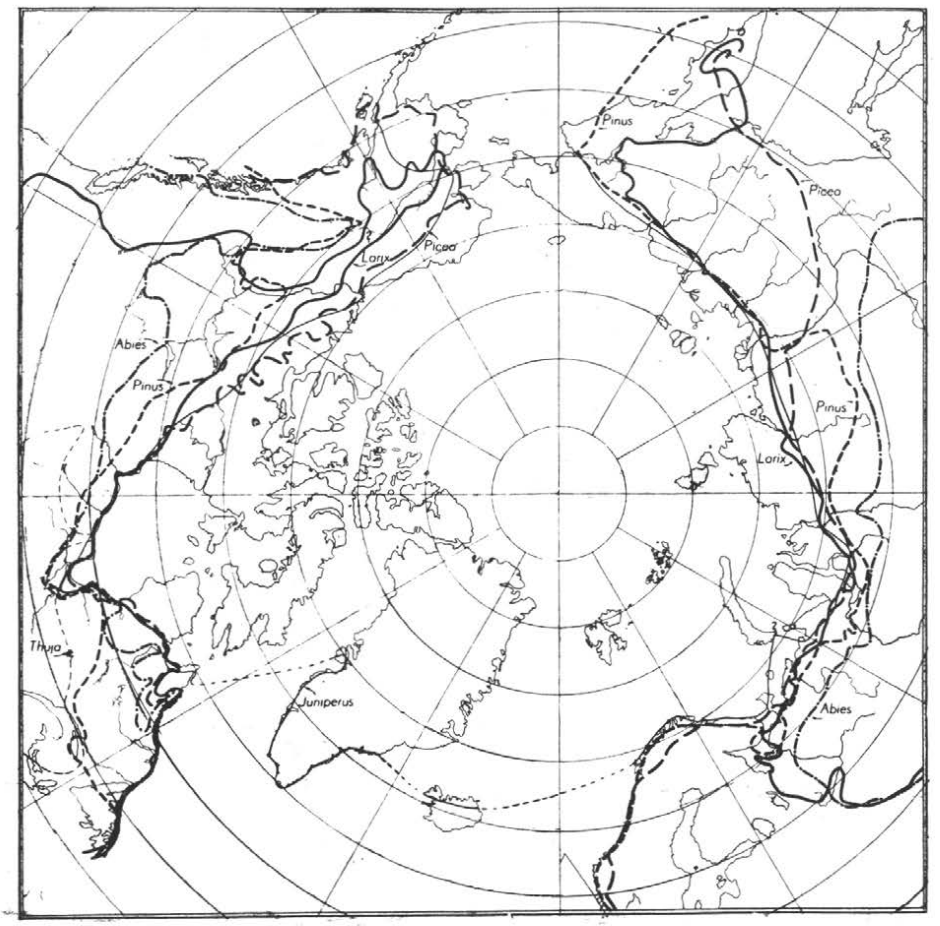


Bild 6. En syntes av kartorna 2—5. De olika barrträdssläktenas i olika avsnitt nordligaste artgränser bilda hela släktets polargräns. Här har även upptagits *Juniperus* och *Thuja*.

Fig. 6. A synthesis of Fig. 2—5 showing the northern limits of P i c e a, P i n u s, L a r i x and A b i e s. The polar limits of J u n i p e r u s c o m m u n i s coll. (see text) are added, as are the northernmost localities of T h u j a.

Juniperus communis (inkl. var. *montana* Ait samt *J. sibirica* Burgsd. = J. *communis* var. *nana* Loud.) når såväl Grönland, Island som Nowaja Semlja (M i d d e n d o r f f 1864, p. 565).

Det må framhållas att varken *Tsuga*-eller *Thuja*-arter någonstädes nå fram till den polara barrträdsgränsen. Dock når *Thuja occidentalis* L. fram till Hudson Bay (James Bay) och *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. och *Tsuga Mertensiana* Carr. nå fram till södra Alaska. *Thuja occidentalis*' utbredning är antydd på bild 6.

*

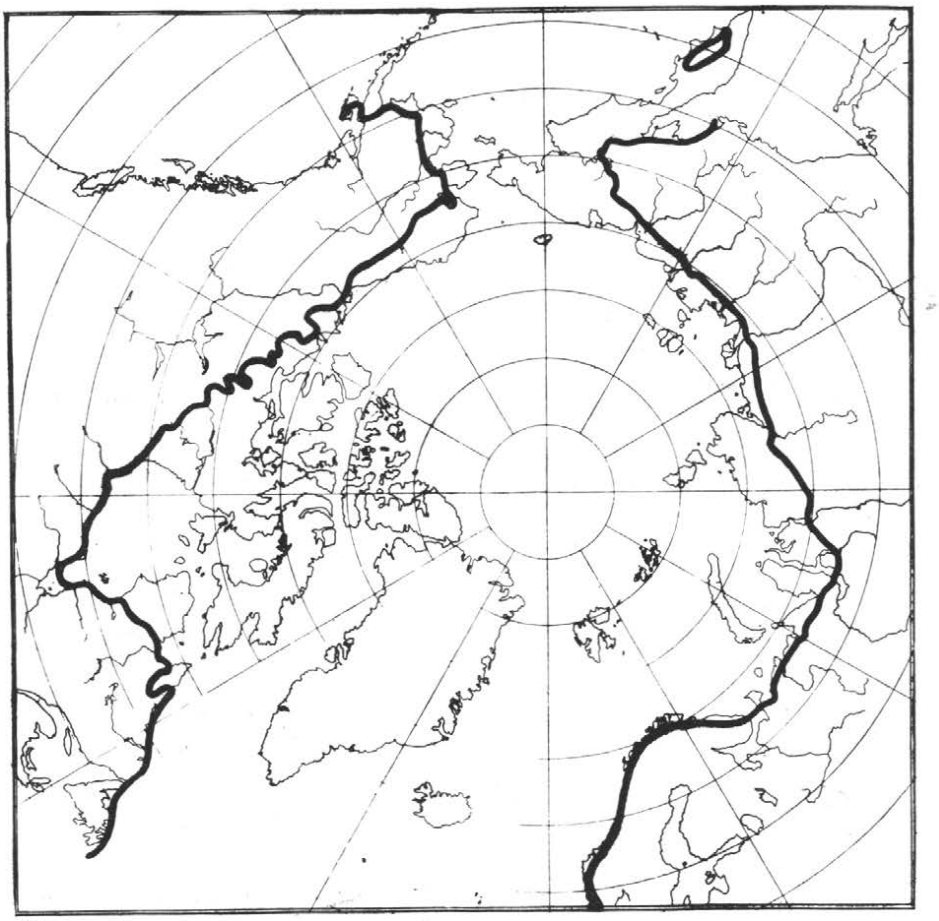


Bild 7. Den polara trädgränsen, ett sammandrag av kartan 6. En jämförelse av kartorna 2—6 med kartan 7 visar vilka barrträdsarter som i polarkalottens olika avsnitt bilda den polara trädgränsen.

Fig. 7. The polar tree-line, a synthesis of Fig. 6. A comparison between Figs. 2—6 and Fig. 7 shows which coniferous species form the polar-limit in different parts of the Subarctic.

Bild 7 visar den polara barrträdsgränsen (artgränsen) såsom en syntes av kartorna 2—6. Vi finner att denna gräns förhåller sig mycket excentriskt till den geografiska nordpolen. Denna polara barrträdsgräns skulle förf. vilja beteckna såsom den arktiska regionens eller polarkalottens verkliga sydgräns, icke blott i växtgeografisk mening utan även allmängeografiskt sett. Ty växtlivet är en resultant av klimatiska och edafiska faktorer och trädformen som sådan, oberoende av vilken barrträdsart som uppnår densamma, är invid den arktiska regionens sydgräns ett uttryck för rätt likartade klimatiska och edafiska villkor. Därför har också många klimatologer och växtgeografer (Brockmann-Jerosch 1919, Köp-

pen 1920, Miller 1950 m.fl.) försökt utfinna en gemensam klimatisk indikator för den polara skogsgränsen resp. trädgränsen, trots att det inte existerat ett tillräckligt gott kartunderlag för en dylik jämförelse.

Barrträdsarternas polargräns är en växtgeografisk gräns som är underkastad samma allmänna regler som andra artgränser; i periferien sker en minskning av ståndortsamplituden, vissa ståndorter utväljas och arter, som t. ex. i centrum av sitt utbredningsområde icke äro speciellt »calcifila» kan i periferien av sitt utbredningsområde »utvälja» endast sådana ståndorter, där kalk uppträder i en eller annan form. Dessa allt större anspråk på ståndortens beskaffenhet i periferien av en arts utbredningsområde framträda mycket tydligt i skogstundran, där sydexponerade väldränerade sluttningar, floddalar, vindskyddade sänkor, kalkhaltiga bergarter m. fl. ståndorter uppvisa trädväxt och skogsdungar där omgivningen är skoglös tundra. Detta framträder givetvis icke mera så klart i områden som varit utsatta för människans avverkningar. Men ur gamla reseskildringar kan man ännu tydligt utläsa denna lagbundenhet i de yttersta trädens och »skogsöarnas» placering i skogstundran.

Skogstundrans uppkomst och orsakerna till förekomsten av isolerade skogsdungar kan vara olika i olika avsnitt av skogstundran. Det förefaller som om ovan antydda edafiska och mikroklimatiska synpunkter vore de viktigaste. Men man skall ej glömma att dessa skogsöar också kunna vara relikter från en tid då skogsregionen sträckte sig som ett sammanhängande bälte högre norrut än i våra dagar. Fossila barrträdsförekomster har anträffats högre än den nuvarande vertikala barrträdsgränsen och norr om den nuvarande polargränsen, Auer 1927, Enquist 1933, Andrejev 1933, Aario 1940 och Palibin 1946. Under den postglaciala värmeperioden är det möjligt att hela den nuvarande skogstundran i Fennoskandien var täckt av skog. Därför kunna många isolerade träd och dungar i skogstundran vara relikter, men också dessa reliktförekomster fortleva endast på de lämpligaste ståndorterna; också härvidlag sker ett ståndortsurval.

Dessa växlingar i barrträdsgränsernas läge i postglacial tid sträckte sig över århundraden och årtusenden. Men även kortare oscillationer förekomma. Detta gäller dock icke så mycket artgränsen som framförallt skogsgränsen och enkannerligen den ekonomiska skogsgränsen, se ovan. Växternas gränser äro labila gränser och särskilt i periferien av en arts utbredningsområde är arten ifråga känslig även för kortvariga växlingar i klimatet (i norr närmast temperaturen). Variationskoefficienten i tillväxtserier för barrträden i Finland visar en klar stigning från södra Finland till norra och är vid själva skogsgränsen 2—3 gånger större än i södra Finland (förf. 1948). Under de senaste decennierna har en »klimatförbättring» inträtt i norra Europa som haft en tydlig inverkan på tallskogsgränsen; fröåren har åter-

kommit med kortare mellanrum.[1] Mikola (1950, 1952) har nyligen med stöd av ett stort material belyst växlingarna i tallens och granens tjockleksstillväxt under de senaste decennierna i skogsgränstrakterna i norra Finland och föreslagit därav betingade forstliga åtgärder; jag hänvisar till hans klart avfattade och innehållsrika uppsats i denna volym och till däri omnämnd litteratur. Synbarligen har man också i norra Ryssland och Sibirien iakttagit en aktivisering av trädtillväxten vid skogsgränsen (Regel 1950). Däremot kan någon påfallande aktivisering ej observeras i östra Kanadas skogsgränstrakter, men detta område har ej heller i lika hög grad träffats av den senaste klimatfluktuationen, jfr Lysgaard's kartor av år 1949 och förf. 1950.

*

Den polara barrträdsgränsen bildas av arter, som såväl med avseende å systematisk ställning som primär ekologisk karaktär äro olikartade. Men inför det klimatiska faktorskomplex som åstadkommer skogsregionens övergång i den arktiska regionen, reagera de flesta av dessa arter likartat. Den kalla vinden åstadkommer i stort sett likartat deformerade trädindivider vid polargränsen, oberoende av om det är fråga om *Larix laricina* eller *Picea glauca*, *Picea mariana* eller *Pinus silvestris*. Blomning och föryngring sker synbarligen i stort sett enligt samma riktlinjer invid alla avsnitt av den polara barrträdsgränsen. Någon avmattning av blomningsintensiteten under gynnsamma år förekommer icke mot polarregionen, tvärtom! Under gynnsamma år visa den polara artgränsens barrträd en mycket intensiv och t.o.m. en rikligare blomning och kottbildning än sydligare belägna träd av samma art. Däremot sker en successiv avmattning i bildningen av grobart frö mot norr. De allmänna riktlinjer som utstakats i Renvalls (1912), Hagems (1917), Heikinheimos (1921), Eides (1934) och Kujalas (1927) arbeten torde gälla för alla skogsgränstrakter: endast under vissa gynnsamma somrar utvecklas grobart frö i skogsgränstrakterna.

Det är egentligen märkligt att ett så viktigt drag som förmågan till vegetativ reproduktion (rotslagning av nedliggande grenar, adventivrötter,

[1] Några färska belägg för denna uppfattning (jfr förf. 1948) ger Søren Ve 1951 samt K. Nissen 1951. Den sistnämndas korta meddelande är av stort intresse:

I min Karasjoktid (1904—12) var det god latin at frøårene var så sjeldne og gjenveksten så sen at det bare gjaldt å ta vare på de rester av furuskog som fantes. Noen nevneverdig fremtidig vekst og fornyelse kunne man ikke gjøre regning på. Og hva så jeg nå? Det krydde av småfuruer på opptil $1\,^1/_2$ meters høyde og vel så det overalt i furuskogene. Og ikke bare i skogene i lavere høvde over havet. Men også på snaufjellet over skoggrensen ble jeg stadig vekk overrasket over å se småfuruer, f. eks. langs riksgrensen i det sydøstlige Kautokeino, hvor jeg for 25 år siden knapt noen gang så noen furu, men hvor de nå var så vanlige at vi snart ga opp å gjøre hverandre oppmerksom på dem. Å bli møtt med så ostentative vitnesbyrd om en pågående klimaforbedring i den nordlige delen av Fennoskandia var virkelig en meget gledelig overraskelse. (»Blyttia»).

skottuppslag och »Knieholz»-snårbildning) icke är ett gemensamt drag för den polara skogsgränsens barrträd. Vår vanliga tall och den kanadensiska vitgranen visa endast i extrema fall ansats till vegetativ förökning, medan däremot svartgranen har en mycket karakteristisk vegetativ reproduktionsförmåga, likaså balsamgranen och den sibiriska ädelgranen. Även den amerikanska lärkens förmåga att bilda rotskott är väl känd. Av dessa arter bilda dock endast *Abies*-arterna och svartgranen egentliga snår och »Knieholz»-formationer, förutom givetvis *Pinus pumila*. Den snåriga buskskogen på Labradors Atlantkust, bildad av svartgran och balsamgran, är lika tät och ogenomtränglig på många lokaler som bergstallens »Knieholz» på alpsluttningarna i Mellaneuropa!

En mycket markant olikhet mellan skogstundran i norra Europa och annorstädes, som kan framhållas i detta sammanhang, är att lövträdsarterna icke annorstädes spela någon dominant roll i artbeståndet. Visserligen når *Populus balsamifera* och delvis även *P. tremuloides* nästan skogsgränsen i Kanada och Alaska och visserligen gå *P. tremula* och *P. suaveolens* t.o.m. längre mot Berings sund än lärken, men den fjällbjörksregion som utbreder sig i norra Europa saknas annorstädes och *Betula*-arterna överhuvudtaget uppträda sparsamt i den nordligaste delen av barrskogsregionen.

*

Ju längre norrut man reser i Nordamerika och Eurasien, desto större procentuell andel i artbeståndet ha de cirkumpolara arterna i allmänhet och desto större bli likheterna mellan de dominerande vegetationstyperna. Det är därför rätt överraskande att inte en enda trädart är cirkumpolar, om också skogstundrans björkarter visa stora likheter. Men inte ens dvärgbjörken, *Betula nana*, är cirkumpolar utan ersättes i olika avsnitt av Arktis av liknande arter med samma växtsätt och ekologi (*Betula exilis*, *B. glandulosa*). *Juniperus communis* (inkl. var. *montana*) är dock, som ovan nämnts, praktiskt taget cirkumpolar, med en lucka i Berings-området.

Då man beaktar att skogstyperna i såväl den eurasiatiska som i den amerikanska taigans nordliga delar är mycket likartade (jfr förf. 1949 och jämförelsen av gran-renlavsskogen i Norilsk och på Labrador, förf. 1951) är det alltså skäl att notera att ingen av de eurasiatiska polara barrträdsarterna förekommer i det amerikanska avsnittet av polargränsen. Huruvida detta är ett resultat av systematikernas respekt för den Atlantiska oceanen och för Berings sund såsom gräns mellan arter och kontinenter kan jag ej uttala mig om. Dock ville förf. gärna rikta uppmärksamheten på det faktum att såväl de lärkträdsarter som de granarter (dock icke svartgranen) som huvudsakligast bilda den polara trädgränsen, likväl systematiskt sett stå varandra rätt nära, medan däremot skillnaderna mellan de nordliga tallarterna äro betydligt mera markerade.

Litteratur[1]

Aario, L. 1940. Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo Lappland. Ann. Acad, Sc. Fenn. A. 54.

Алехин, В. В. 1944. География Растений. Советская наука. Москва.

Andrejev, V. 1933. Geobotanical Expedition Inst. f. Reindeer Industry to the Yamal Peninsula. Orig. ryska. Bull. Arct. Inst. 1933, 12. Leningrad.

» 1938. Geobotanical Investigations of the Tundra by Means of the Aeroplane. Orig. ryska. Transact. Inst. of Polar Agricult. The Reindeer Industry Vol. 1. Leningrad.

Auer, V. 1927. Untersuchungen über die Waldgrenze und Torfböden in Lappland. Comm. Inst. Queast. For. Finl. 12.

Blüthgen, J. 1942. Die polare Baumgrenze in Lappland. Veröff. d. deutschen wiss. Inst. Reihe I. Arktis. Berlin—Zehlendorf.

Brockmann-Jerosch, H. 1919. Baumgrenze und Klimacharacter. Zürich.

Cajander, A. K. 1903. Beiträge z. Kenntniss der Vegetation der Alluvionen des nördlichen Eurasiens. I. Acta Soc. Scient. Fenn. XXXII, 1.

Dedov, A. 1933. Character of the natural feeding ground of the Taimyr circuit. Orig. ryska. The Reindeer Industry. Vol. 4. Leningrad.

Dylis, N. V. 1947. Siberian Larch. Orig. ryska. Contr. a la Conn. de la Faune et la Flore de l'URSS. Nouvelle Serie. Sect. Bot. 2 (X). Moskva.

Eide, E. 1934. Furuens vekst og foryngelse i Finnmark. Medd. fr. det Norske Skogforsøksvesen 3. Oslo.

Enquist, F. 1933. Trädgränsundersökningar. Sv. Skogsvårdsför. Tidskrift. 1933. Stockholm.

Flora USSR. I. Red. V. Komarov. Leningrad. 1934.

Hagem, O. 1917. Furuens og granens frosaetning i Norge. Medd. fra Vestlandets Forstl. Fors. Anst. I, 2. Bergen.

Halliday, W. E. D. 1937. A Forest Classification for Canada. Dept. of Mines and Res. Forest Service Bull. 89. Ottawa.

Heikinheimo, O. 1921. Suomen metsärajametsät ja niiden vastainen käyttö. Tyskt ref. Comm. Inst. Queast. For. Finl. 4.

Hultén, E. 1937. Outline of the history of arctic and boreal biota. Diss. (Lund). Stockholm.

» 1941. Flora of Alaska and Yukon. Lunds Univ. Årsskr. N. F. 2, 37, 1.Lund.

» 1950. Atlas över växternas utbredning i Norden. Stockholm.

Hustich, I. 1939. Notes on the coniferous forest and tree limit on the East Coast of Newfoundland-Labrador. Acta Geographica 7, 1.

» 1948. The Scotch Pine in northernmost Finland. Acta Botanica Fenn. 42.

» 1949. On the Forest-Geography of the Labrador Peninsula. Acta Geographica 10, 2.

» 1950. Notes on the Forests of the East Coast of Hudson Bay and James Bay. Ibid. 11, 1.

» 1951. The Lichen Woodlands in Labrador. Ibid. 12, 1.

[1] De arbeten på ryska som sakna referat på engelska, tyska eller franska, anges på originalspråket, de övriga på referatets språk.

Kihlman (Kairamo), A. O. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch-Lappland. Acta Soc. F. Fl. Fenn. 6.

Kolesnikov, B. 1946. Materials on the History of the Flora and Vegetation USSR II. Moskva—Leningrad.

Комаров, В. Л. 1927. Очерк растительности Якутий. »Якутия». Изд. Акад. Наук СССР. Ленинград.

Kujala, V. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen. Comm. Inst. Quaest. For. Finl. 2.

Köppen, W. 1920. Verhältnis der Baumgrenze zur Lufttemperatur. Meteorol. Zeitschr. 37. Braunschweig.

Lindquist, B. 1948. The Main Varieties of Picea Abies (L.) Karst. in Europe. Acta Horti Bergiani 14, 7. Stockholm.

Maydell, G. 1896. Reisen und Forschungen im Jakutskischen Gebiet Ostsibiriens in den Jahren 1861—71. St. Petersburg.

Middendorff, A. 1861. Sibirische Reise. Band IV, 1, Vierte Lieferung: Die Gewächse Sibiriens. Kais. Akad. d. Wiss. St. Petersburg.

Mikola, P. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Engl. ref. Comm. Inst. For. Fenn. 38, 5.

» 1952. The Effect of Recent Climatic Variations on Forest Growth in Finland. Fennia 75.

Miller, A. 1950. Climatic requirements of some major vegetational formations. The Advancement of Science, Vol. VII, 25. Burlington House.

Munns, E. N. 1938. The Distribution of Important Forest Trees of the United States. U.S. Dept of Agricult. Misc. Publ. N:o 287. Washington.

Native Trees of Canada. Fourth Edition. Dept of Int. For. Serv. Bull. 61. Ottawa 1950.

Nekrasova, T. P. 1951. (Se »The Polar Record» vol. 6, 41. Cambridge.)

Ostenfeld, C. H. and Syrach-Larsen, C. 1930. The species of the Genus Larix and their geographical distribution. Det Kgl. Danske Vid. Selskab. Biol. Medd. IX, 2. Köpenhamn.

Palibin, I. V. 1946. New data concerning the Tertiary and the Post-tertiary flora of the delta region of the River Lena. Orig. ryska. Materials on the History of the Flora and Vegetation USSR. II. Moskva—Leningrad.

Pohle, R. 1903. Bericht über die Resultate zweier botanischer Forschungsreisen in Nordrussland. IV. Acta Horti Bot. Univ. Imp. Jurj. IV, 1.

» 1917. Wald- und Baumgrenze in Nordrussland. Zeitschr. d. Gesellsch. f. Erdkunde zu Berlin.

Porsild, A. E. 1951. Botany of southeastern Yukon adjacent to the Canol Road. National Museum of Canada Bull. 121. Ottawa.

Raup, H. M. 1946. Phytogeographic Studies in the Athabasca-Great Slave Lake Region, II. Journ. of Arnold Arboretum XXVII. Jamaica Plains, Mass.

» 1947. The Botany of Southern Mackenzie. Sargentia VI. Jamaica Plains. Mass.

Regel, C. 1940. Die Vegetationsverhältnisse der Halbinsel Kola. Rep. 4. Spec. Nov. Regni Veget. Beiheft LXXXII, 4. Dahlem bei Berlin.

» 1950. Dynamik von Klima und Pflanzendecke in Nordeuropa. Bericht über das Geobot. Forschungsinst. Rübel. Zürich.

Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta Forest. Fenn. 1.

Rousseau, J. 1950. Medd. vid VIII botanistkongr. i Stockholm.

Sambuk, F. 1930. Eine Phytogeographische Skizze des Petschoratales. Orig. ryska. Trav. Mus. Bot. Acad. Sc. URSS XXII. Leningrad.

» 1932. Les Forêts du Bassin de la Petchora. Orig. ryska. Ibid. XXIV.

Sambuk, F. och Dedov, A. W. 1934. Die Unterzonen der Petschora Tundren. Orig. ryska. Acta Inst. Bot. Acad. Sc. URSS. Geobotanica Fasc. I. Leningrad.
Schmucker, T. 1942. Distribution des espèces arborescentes. Silvae Orbis 4. Berlin.
Sernander, R. 1900. Medd. i Geologiska Föreningens Förhandlingar 22. Stockholm.
Sočava, V. 1930. La limite extrêmes des forêts dans la région du cours supérieur de la rivière Liapine. Orig. ryska. Trav. Mus. Bot. Acad. Sc. URSS. XXII. Leningrad.
Шелудякова, В. А, 1938. Растительность бассейна реки Индигирки. Советская Ботаника 4—5. Москва—Ленинград.
Tanfiljew, G. I. 1911. Die polare Grenze des Waldes in Nordrussland. Odessa.
Tikhomirov, V. A. 1946. On the origin of the dwarf pine (Pinus pumila Rgl.) associations. Orig. ryska. Materials on the History of the Flora and Vegetation USSR II. Moskva-Leningrad.
Walter, H. 1943. Die Vegetation Osteuropas. P. Parey, Berlin.
Васьковский, А. П. 1950. Граница тундровой растительной зоны на северном подережье Охотсково Моря. Ботанический Журнал XXXV, 3. Москва—Ленинград.
Ve, S. 1951. Stig skoggrensa? Tidskr. for Skogbruk. Os o.
Zinserling, D. A. 1935. Über die Nordwestgrenze der sibirischen Lärche (Larix sibirica Ledb.). Orig. ryska. Geobotanica I. Acta Inst. Bot. Acad. Sc. URSS. Leningrad.

THE POLAR LIMITS OF THE CONIFEROUS SPECIES

by Ilmari Hustich

Summary

The author gives a phytogeographical and taxonomical basis for a discussion of the relationship climate/tree-lines. The maps are approximative only. They illustrate the fact that the polar tree-lines are formed by different coniferous species in different parts of the Subarctic. The ecology of the different species is, however, almost the same in the climatically extreme conditions at the polar tree-line. The author also mentions the recent climatic fluctuation, which i.a. effects the polar forest-limit in a positive direction.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.30
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.30

MYRSKYISTÄ JA MYRSKYN TUHOISTA SUOMESSA vv. 1911—1950

ERKKI LAITAKARI

ON STORMS AND STORM DAMAGE IN FINLAND DURING THE PERIOD 1911—1950

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	3
Myrskyjen esiintyminen eri vuosina ja vuoden eri aikoina	5
Myrskyjen suunnat	13
Tuhoerien suuruus ja tuhojen jaksoittaisuus	22
Tulosten yhdistelmä	23
Loppukatsaus	25
Kirjallisuusluettelo	27
Summary	28

Helsinki Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy

Johdanto

Myrskyt aiheuttavat metsissämme melkoisia tuhoja, jotka kuitenkaan eivät ole säännöllisesti esiintyviä. Tunnettuahan on, että eräät vuodet ovat erikoisen tuhoisia, kun taas toiset saattavat olla niin hiljaisia, ettei koko maassa satu mainittavia vaurioita.

Hyvin uhattuja ovat tiettävästi sellaiset metsiköt, jotka äkkiä on hakattu harvoiksi, ja varsinkin silloin, kun suurimmat puut on poistettu ja heikot, usein raippamaiset puut jätetty.

Mutta metsiä järkiperäisestikin käsiteltäessä on myrskyn uhka huomioon otettava tekijä. Ja varmasti voidaan tuhoja huomattavasti pienentää, jos hakkauksia suoritettaessa ja yleensäkin metsiä hoidettaessa pidetään mielessä myrskyjen taholta uhkaava vaara.

On näin ollen syytä tarkastaa, mitä voidaan oppia valtionmetsien myrskyntuhotilastoista, joita on käytettävissä yhtenäinen neljän vuosikymmenen pituinen sarja, nim. vv:lta 1911—50. Tämän sarjan vuosittaiset luvut jaoiteltuina piirikunnan, kuukauden ja myrskyn suunnan mukaan on Metsähallituksen tilastokonttorin johtaja, toht. P. A. Ennevaara ystävällisesti hankkinut käyttööni.

Kun on valaisevaa tutustua tuhotilaston ohella myös meteorologisiin myrskytietoihin, olen pyytänyt Ilmatieteellisen keskuslaitoksen osastonjohtajalta, toht. Veikko Rossilta eräitä tilastoja eri osista maata. Toht. Rossin auliilla myötävaikutuksella olen saanut käytettävikseni seuraavat tiedot voimakkaista tuulista (tuulen nopeus 10—12, 12—14, 14—16 ja >16 m/s) kuukauden ja tuulensuunnan mukaisesti jaoiteltuina: Helsinki (Ilmala), 10-vuotiskaudet 1911—20, 1921—30, 1931—40, 1941—50; Mikkeli, 1931—1940, 1941—1950; Kuopio, 1916—25, 1931—40, 1941—50; Kajaani, 1911—20, 1921—30, 1931—1940, 1941—50; Sodankylä[1], 1911—20, 1921—30, 1931—40, 1941—50. Näistä tiedoista on pääasiallisesti käytetty 12 m/s nopeuden ylittäviä tuulia koskevia tietoja.

Aikaisemmista myrskyjä käsittelevistä kotimaisista tutkimuksista ja kirjoituksista mainittakoon Johanssonin valaisevat esitykset tuulisuhteista Fennoskandiassa (1915) ja Suomessa (1924) sekä Bonsdorffin myrskyn suuntia ja myrskyntuhoja koskevat selvitykset (1917 ja 1918). Kun ottaa huomioon, että säännöllisiä tuulen mittauksia alettiin meillä van-

[1] Havainnot puuttuvat ajalta 16. IX—12. XI. 1944.

himmalla, nim. Helsingin meteorologisella havaintoasemalla suorittaa vasta v:sta 1881 alkaen ja muilla vasta paljon myöhemmin, on ymmärrettävää, että yleiskäsityksen saaminen myrskyoloista oli vaikeaa. Niinpä Bonsdorffin tutkimuksissaan käyttämä pisin sarja oli 28 v., seuraavat kaksi 20 v. jne.; lyhyin oli vain 5 v. Metsähallituksen tilastoon ilmestyivät myrskyjä koskevat tiedot vasta v. 1911, joten Bonsdorffilla oli vain 5-vuotinen sarja käytettävänään. Joka tapauksessa ovat hänen tutkimuksensa monessa suhteessa ansiokkaat. — Mutta yksityisetkin myrskyntuhot saattavat tuoda esille paljon mielenkiintoista. Tästä ovat hyvänä esimerkkinä Heikinheimon (1926) ja Kalelan (Erkki K. Cajander 1934) selvitykset. Näistä edellinen kohdistuu Raivolan lehtikuusikossa sattuneeseen tuhoon, jälkimmäinen käsittelee erästä tuhoaluetta Uudellamaalla. Meteorologiselta kannalta käsittelee Lounais-Suomen tuulisuhteita Kuuskoski (1944).

Myrskyjen esiintyminen eri vuosina ja vuoden eri aikoina

Seuraavat luvut osoittavat valtionmetsissä vv. 1911—50 sattuneiden myrskyntuhojen määrän kuukausittain. Mainittakoon, että tuhotapauksella tarkoitetaan tietyn myrskyn tietyssä hoitoalueessa tuottamaa tuhoa. Vaikka siis tuhoalueita olisi useampiakin saman hoitoalueen piirissä, luetaan ne yhdeksi tapaukseksi, jos sama myrsky on ne aiheuttanut. Aivan pieniä tuhoja ei nähtävästi ole otettu huomioon. Tässä suhteessa lienee kuitenkin tilastossa epäyhtenäisyyttä.

Tuhotapaukset kuukausittain 1911—1950

Tuhoalueet[1]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Aikaa ei tunneta	Yht.
Etelä-Suomi	33	3	2	5	23	50	89	49	111	139	34	12	59	609
Pohjois-Suomi	6	2	—	3	19	51	80	63	36	139	6	—	33	438
Yht.	39	5	2	8	42	101	169	112	147	278	40	12	92	1 047

Huomiota herättää Pohjois-Suomen melkoisen pieni luku Etelä-Suomeen verrattuna. Näyttää siltä, ettei pohjoisissa hoitoalueissa, luonnollisista syistä, ole tuhotapauksia saatu selville yhtä tarkoin kuin etelämmässä. Todennäköisesti ei myös yhtä pieniä tuhoja ole huomioitu. Tähän viittaa se seikka, että tapausten luku on erikoisen pieni Perä-Pohjolan piirikunnassa. Niinpä jakaantuivat tuhot kyseessä olevana ajanjaksona piirikunnittain seuraavasti.

Länsi-Suomen	pk.	327
Itä-Suomen	»	282
Pohjanmaan	»	276
Perä-Pohjolan	»	162

Kuitenkin saattaa olla niinkin, että tuhoisia myrskyjä Perä-Pohjolan alueella todella on ollut vähemmän kuin muualla. Tähän viittaavat seuraavat **kovien tuulten määrää** (tuulen nopeus 12 + m/s) eri seuduilla osoittavat luvut.

Sodankylä	183	vv. 1911—50
Helsinki	511	»
Mikkeli	281	vv. 1926—50

[1] Etelä-Suomeen luettu Länsi-Suomen ja Itä-Suomen piirikunnat, Pohjois-Suomeen Pohjanmaan ja Perä-Pohjolan piirikunnat, ennen piirikuntajakoa vastaavat alueet. Ns. erilliset hoitoalueet on luettu niihin piirikuntiin, joihin ne alueellisesti kuuluvat.

Myrskyjen teho ei tiettävästi myöskään pohjoisissa metsissä ole sama kuin etelässä, koska metsiköt ovat luonnostaan harvempia ja puut lyhyempiä.

Kaikista tuhotapauksista ei ole saatu tarkkaa aikaa selville. Näiden tapausten osuus kaikista on n. 10 %.

Tuhojen jakaantumisessa eri kuukausien osalle eroavat Etelä- ja Pohjois-Suomi siinä, että pohjoisessa ei satu tuhoja enää joulukuussa ja hyvin vähän enää marraskuussakaan.

Eroa on myös sikäli, että pohjoisessa on sattunut vähemmän tuhoja vuoden neljänä ensimmäisenä kuukautena. Tosin näitä tapauksia on niukasti Etelä-Suomenkin osalla, ja ne keskittyvät pääasiallisesti tammikuuhun.

Tammi—huhtikuun tuhoista mainittakoon eräitä piirteitä. Jakaantuminen piirikuntien kesken on seuraava: Perä-Pohjola 4, Pohjanmaa 4, Länsi-Suomi 27, Itä-Suomi 15, yhteensä 50. Näistä 35 sattui poikkeuksellisena talvena 1925, jolloin tammikuun keskilämpö oli Helsingissä + 1.1°, Vaasassa + 0.3° ja Oulussa — 1.5°. Koko maassa oli tammikuu 6—8° normaalia lämpimämpi ja maa yleensä sula. Poikkeuksellisen lämpimiä talvikuukausia (joina tuhoja on sattunut) oli lisäksi huhtikuu 1921 (L.-S.) ja helmikuu 1938 (L.-S.). Nähtävästi myös huhtikuu 1934 (I.-S.), helmikuu 1935 (I.-S.) ja huhtikuu 1945 (L.-S.) ovat tavallista lämpimämpinä vaikuttaneet tuhojen mahdollisuuksia lisäävästi. Jos tässä mainittujen kuukausien tuhot vähennetään, jää talvituhojen määräksi: Perä-Pohjola 2, Pohjanmaa 0, Länsi-Suomi 3, Itä-Suomi 3, yhteensä 8. Näistä ainoastaan 2 (Perä-Pohjolassa) on sattunut kuukauden keskilämmön ollessa tavallista alhaisempi. Näyttää siis siltä, että silloin tällöin voi talvituhoja aiheutua normaalienkin lämpöolojen vallitessa. — Joka tapauksessa ovat tammi—huhtikuun tuhot varsin harvinaisia. — Lähempi tiedustelu »kylmien tuhojen» laadusta toi ilmi eräitä kiintoisia seikkoja. Ensinnäkin huomattiin, että yksi Länsi-Suomen helmikuun tapauksista olikin sattunut toukokuussa. Korjaus ehdittiin tehdä sekä taulukkoihin että kuviin. Se on myös huomioon otettu yllä esitetyissä luvuissa. Toiseksi saatiin tietää, että Perä-Pohjolan piirikunnassa helmikuussa 1917 sattuneet tuhot olivat kohdistuneet lahovikaisiin puihin, joita tuuli oli katkonut. Edelleen 1935 tammikuussa Itä-Suomen piirikunnassa sattunut tuho oli lumiräntämyrskyn aiheuttama samoin kuin saman vuoden huhtikuussa saman piirikunnan alueella sattunut tuho. Kaikista talvisista myrskyntuhoista ei ollut asiaa lähemmin valaisevia tietoja saatavissa. Mutta yllä mainitut jo osoittavat, millaisissa olosuhteissa ja millaisina näitä tuhoja sattuu. Nähtävästi voi esiintyä tapauksia, joissa raja myrskyntuhon ja lumentuhon välillä ei ole täysin selvä. Yleensä »kylmät tuhot» ovat olleet pieniä tai pienehköjä. Huomattavin oli viimeksi mainittu huhtikuun lumiräntämyrsky, joka kaatoi 850 saha- tai rakennuspuuta sekä 700 pm^3 pientä puuta.

Käytännöllisesti katsoen ovat Pohjois-Suomessa tuhottomia kuukausia XI, XII ja I—IV. Marraskuun tuhoja on esiintynyt 4 vuotena, tammikuun, helmikuun ja huhtikuun tuhoja vain yhtenä vuotena kutakin, kokonaan tuhoton on ollut maaliskuu.

Etelä-Suomessa kuuluu marraskuu jo selvästi tuhokauteen. Sen sijaan täälläkin esiintyy harvoin tuhoja joulukuussa (6 vuonna), tammikuussa (3 v.), helmikuussa (2 v.), maaliskuussa (2 v.) ja huhtikuussa (4 v.).

Jos tarkastetaan varsinaista tuhokautta, huomataan, että toukokuu on niin etelässä kuin pohjoisessakin verraten vähätuhoinen, samaten marraskuu (joka pohjoisessa lukeutui tuhokauden ulkopuolelle). Varsinaisena päätuhokautena koko maata ajatellen esiintyy siis aika kesä—lokakuu. Tänä aikana huomataan Etelä-Suomessa selvät huiput loka—syyskuun ja heinäkuun kohdalla; niiden välille jää melko syvä kiila elokuun kohdalle. Pohjois-Suomessa taas lokakuu ja heinä—elokuu muodostavat huipun, välille jää syyskuun syvä notko.

Kun on kyseessä niinkin pitkä aika kuin 40 vuotta, tulee mieleen kysymys, onko tuhotapausten määrä pysytellyt samanlaisena vai ehkä ollut suurtenkin muutosten alaisena. Tähän saadaan vastaus seuraavista luvuista.

Tuhotapausten lukumäärä

	E.-Suomi	P.-Suomi
1911—20	176	113
1921—30	189	122
1931—40	182	132
1941—50	62	71
	Yht. 609	438

Tuhojen lukumäärä on siis pysytellyt erittäin tasaisena aina 1940-luvulle saakka, jolloin on tapahtunut huomattava vähennys. Molemmat lukusarjat ovat melkoisen yhdenmukaiset. Aivan tuhottomia vuosia on ollut Etelä-Suomessa 1 (1947) ja Pohjois-Suomessa 3 (1923, 1945, 1947). Runsastuhoisia ja vähätuhoisia vuosia on ollut seuraavasti.

	Etelä-Suomi		Pohjois-Suomi	
	Vähätuhoisia vuosia (4 tai < tap.)	Runsastuhoisia vuosia (20 tai > tap.)	Vähätuhoisia vuosia (3 tai < tap.)	Runsastuhoisia vuosia (14 tai > tap.
1911—20	—	4	1	4
1921—30	3	3	4	2
1931—40	1	5	—	3
1941—50	5	—	4	3
	9	12	9	12

Runsastuhoisten ja vähätuhoisten vuosien tunnus on asetettu suhteelliseksi tuhojen kokonaislukuun. Etelä- ja Pohjois-Suomen lukusarjat ovat saman suuntaiset. Vähätuhoisia vuosia on ollut samassa suhteessa. 1940-luku erottautuu selvästi Etelä-Suomen osalta.

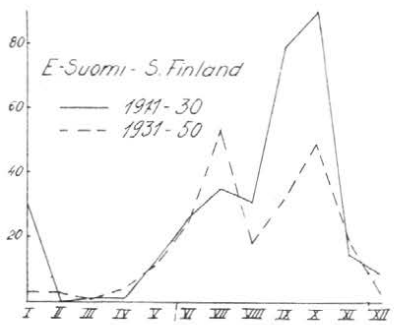
Vielä on tarkasteltava, onko tuhotapausten jakaantuminen eri kuukausien osalle pysynyt samanlaisena tutkitun ajanjakson kuluessa. Numeroin ilmaistuna saadaan seuraavat sarjat.

Tuhotapaukset kuukausittain ja 10-vuosittain

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yht.	Aika tuntem.	Kaikkiaan
	1911—20	1	—	—	—	6	20	20	18	43	47	4	8	167	9	176
Etelä-	1921—30	29	—	1	1	5	6	15	13	36	43	11	1	161	28	189
Suomi	1931—40	3	3	1	3	9	16	33	12	28	43	13	3	167	15	182
	1941—50	—	—	—	1	3	8	21	6	4	6	6	—	55	7	62
	1911—20	—	2	—	3	2	30	13	17	9	32	2	—	110	3	113
Pohjois-	1921—30	6	—	—	—	3	9	19	18	6	51	1	—	113	9	122
Suomi	1931—40	—	—	—	—	9	9	32	24	7	40	2	—	123	9	132
	1941—50	—	—	—	—	5	3	16	4	14	16	1	—	59	12	71

Huomataan, että samat piirteet esiintyvät melko tarkoin eri vuosikymmeninä. Enimmän poikkeavia on Etelä-Suomen 40-luvun sarja, jossa lokakuun huippua ei ole, mutta on sen sijaan kyllä hyvin selvänä heinäkuun huippu. Pohjois-Suomen 40-luvun sarja liittyy lähemmin muihin vuosikymmeniin, joskin on matalampi. Merkille pantava ilmiö on Pohjois-Suomen 10-luvun sarjan voimakas kesäkuun huippu, jota ei muina vuosikymmeninä esiinny.

Piirrokset 1 ja 2, joissa tuhot esitetään kuukausittain kahtena ajanjaksona 1911—30 ja 1931—50, antavat hyvän kuvan tapausten jakaantumisesta.



Kuva 1. *Fig. 1.*



Kuva 2. *Fig. 2.*

Valtionmetsissä sattuneet myrskyntuhotapaukset kuukausittain.
Storm damage instances in state forests by months.

Edellä olevasta on jo jossain määrin selvinnyt tuhojen jakaantuminen eri kuukausien osalle. Näin saatua kuvaa on omiaan huomattavasti täydentämään, jos tarkastetaan, kuinka monesti kukin kuukausi tilastossa

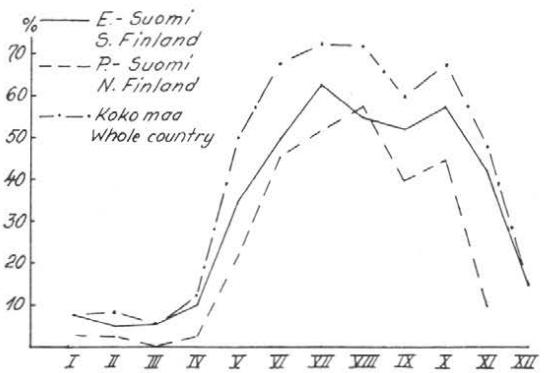
esiintyy tuhollisena, montako % sen kertaluku siis on korkeimmasta mahdollisesta määrästä, 40:stä. Tällöin saadaan sarjat:

Eri kuukausien esiintyminen tuhollisena ilmaistuna abs. luvuin ja %:na

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
	1911—30	2	—	1	1	7	13	13	12	12	14	8	5
Etelä-	1931—50	1	2	1	3	7	7	12	10	9	9	9	1
Suomi	1911—50	3	2	2	4	14	20	25	22	21	23	17	6
	%	7.5	5.0	5.0	10.0	35.0	50.0	62.5	55.0	52.5	57.5	42.5	15.0
	1911—30	1	1	—	1	4	11	11	11	7	7	2	—
Pohjois-	1931—50	—	—	—	—	5	7	10	12	9	11	2	—
Suomi	1911—50	1	1	—	1	9	18	21	23	16	18	4	—
	%	2.5	2.5	—	2.5	22.5	45.0	52.5	57.5	40.0	45.0	10.0	—
Koko	1911—50	3	3	2	5	20	27	29	29	24	27	19	6
maa	%	7.5	7.5	5.0	12.5	50.0	67.5	72.5	72.5	60.0	67.5	47.5	15.0

Huomaamme, että jaksojen 1911—30 ja 1931—50 luvut ovat melko lailla samansuuntaisia. Ilmeisin poikkeus on Etelä-Suomen kesäkuun kohdalla. Tämä kuukausi on ollut 10-luvulla harvinaisen myrskyinen, mikä ilmenee myös tuhotapausten runsautena.

Parhaan käsityksen eri kuukausien tuhollisuudesta saamme piirroksesta 3.



Kuva 3. Eri kuukausien tuhollisuus, % tutkitun ajanjakson vuosimäärästä.
Fig. 3 Number of cases in which damage has occured in a certain month, % of the total number of years of the period studied.

Nähdään, että Etelä-Suomen murtoviivassa huiput ovat heinäkuun ja lokakuun kohdalla, kuten tuhotapausten lukua osoittavassa piirroksessa. Mutta heinäkuun huippu on tällä kertaa korkeampi. Samoin Pohjois-Suomen murtoviivassa on lokakuun huippu pienempi kuin aikaisempi, joka tässä on

elokuun kohdalla. Syyskuun kohdalla on kuoppa, joka näkyy selvänä myös koko maata koskevassa murtoviivassa. Näyttää edellisen nojalla siltä, että Etelä-Suomessa heinäkuu on se kuukausi, jonka aikana yleisimmin sattuu metsää tuhoavia myrskyjä, seuraava järjestyksessä on lokakuu. Pohjois-Suomessa vastaavat kuukaudet ovat elokuu ja lokakuu. Koko maata silmällä pitäen ovat heinä- ja elokuu saman veroiset, seuraavana on lokakuu. Vaikka siis tuhotapauksia lokakuussa sattuu useampia kuin heinäkuussa, on lokakuu vastapainoksi useammin hiljainen kuukausi kuin heinäkuu. Koko maata koskeva murtoviiva osoittaa vieläkin selvemmin, että kesä- ja syyskuukaudet harvoin ovat niin hiljaisia, ettei valtionmetsissä jossakin puolella sattuisi tuhoja.

Mistä johtuu, että myrskyn tuhot metsissä keskittyvät melkein yksinomaan vuoden kesäpuoleen?

Tärkein syy on epäilemättä siinä, että maa tuhokautena on sula ja puut siis voivat kaatua juurineen. Edellä on jo huomattu, että nekin harvat tuhot, joita sattuu talviaikana, ovat yleensä poikkeuksellisten, kesäaikaa lähentelevien olojen aiheuttamia, sellaisten, jotka tätä kirjoitettaessakin (9. 1. 1952) vallitsevat. Toisaalta tiedetään, että kesälläkin kaatuu puita, paitsi juurineen, myös murtumalla. Talvella sattuu kyllä murtumisia paljonkin, mutta ne ovat lumen aiheuttamia. Nähtävästi tuuli on eräissä tapauksissa lisätekijänä, toisissa taas päätekijänä. Mutta talvella sattuneet tuulen yksin aiheuttamat murtumiset lienevät harvinaisia (vrt. siv. 6 sanottua). Lehtipuillahan on talvipuolella se etu, että ne lehdettöminä eivät ole tuulen painolle alttiita. Mutta havupuiden latvus tarjoaa talvella tuulelle saman vastuksen kuin kesälläkin. Mahdollista on, että puun jäätynyt pintaosa tekee puun jäykemmäksi ja siten lujemmaksi tuulen taivuttavaa voimaa kestämään. Toisaalta tuntuu siltä, että ainakin puiden ohuet osat jäätyneinä olisivat hauraampia kuin sulina ja katkeisivat helposti tuulen niitä taivutellessa. Mutta tällaisiakaan vaurioita, esim. latvan tai tuoreiden oksien katkeamisia ei sattune talvimyrskyjen aikana enemmän kuin kesäaikanakaan.

Miten suuri onni onkaan metsätaloutemme kannalta, että metsämme talvisaikaan säästyvät myrskyn tuhoilta, sen ymmärtää, kun tarkastelee eteläisemmissä maissa vallitsevaa asiain tilaa. Niinpä Sveitsissä Burgerin (1932) mukaan vv. 1879—1930 merkityistä 29 suurtuhosta kokonaista 13 oli talvikuukausien aikana sattuneita. Näistä 8 oli tammi—helmikuun aikaisia, 4 joulukuisia ja 1 maaliskuinen. Erittäinkin alkutalvi näyttää siis olevan vaarallinen. Huhtikuu ja toukokuu ovat ainoat kuukaudet, joita mainitussa tuholuettelossa ei esiinny.

Asia olisi helpommin selitettävissä, jos talvimyrskyt olisivat harvemmin esiintyviä kuin kesäajan myrskyt ja jos ne olisivat heikompia. Kuitenkin on asianlaita melkeinpä päinvastainen. Kuuskosken mukaan esim. Jokioisissa on kovatuulisia päiviä (tuulen nopeus 12 + m/s) eniten loka-

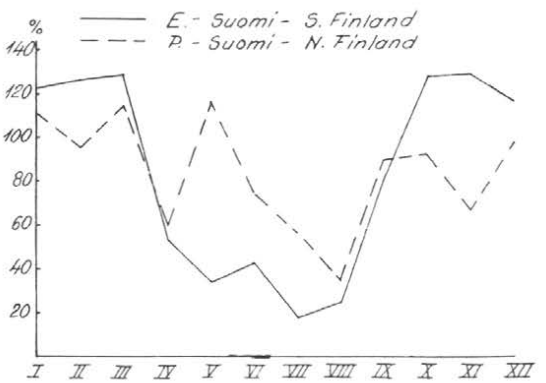
kuussa, helmikuussa ja tammikuussa. Piikkiössä vastaavasti helmikuussa, lokakuussa ja toukokuussa ja Lohjalla tammikuussa, helmikuussa ja maaliskuussa.

Käyttämällä Ilmatieteellisen keskuslaitoksen tietoja, saadaan seuraavat asiaa valaisevat lukusarjat, jotka osoittavat kovien tuulten (nop. 12 + m/s) jakaantumista eri kuukausien osalle.

Tuulet 12 + m/s

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Yht.
Helsinki, 40 v.	82	58	59	24	22	18	4	8	32	58	75	71	511
Mikkeli, 25 v.	27	50	46	14	10	19	6	6	18	34	26	25	281
Kuopio, 30 v.	15	20	25	16	3	7	7	9	32	37	30	23	224
Yht.	124	128	130	54	35	44	17	23	82	129	131	119	1 016
%	12.2	12.6	12.8	5.3	3.4	4.3	1.7	2.3	8.1	12.7	12.9	11.7	100
Kajaani, 40 v.	41	47	53	34	72	45	36	21	57	53	40	36	535
Sodankylä, 40 v.	38	21	29	8	11	8	4	3	7	13	7	33	182
Yht.	79	68	82	42	83	53	40	24	64	66	47	69	717
%	11.0	9.5	11.4	5.9	11.6	7.4	5.6	3.3	8.9	9.2	6.6	9.6	100

Prosenttilukusarjoista esitetään piirros (kuva 4). Jos sitä verrataan kuvaan 3, huomataan, että ne melkoiselta osaltaan ovat toistensa peilikuvia. Pantakoon merkille, että Etelä- ja Pohjois-Suomen murtoviivat käyvät melko hyvin yksiin. Erikoisesti huomattakoon Sodankylän ja etelän asemien hyvä sopusointu.



Kuva 4. Kovien tuulten (12 + m/s) %-nen jakaantuminen eri kuukausien osalle.
Fig. 4. Distribution of strong winds (12 + m/sec.), as percentages, over the different months.

Joskin talvikuukaudet esitettyjen tietojen valossa ovat selvästi myrskyisempiä kuin kesäkuukaudet, ovat myös syyskuu ja lokakuu melkoisen myrskyisiä. Koska ne kuuluvat myös tuhokuukausiin, on tällä kohtaa yhtäpitävyyttä tuhotietojen ja myrskytietojen välillä.

Onko olemassa eroa talvipuolen ja kesäpuolen myrskyjen voimakkuudessa, ts. sisältyykö jompaankumpaan runsaammin nopeita tuulia, tästä on koetettu saada selkoa aineiston perusteella. Tällöin on ilmennyt, että jos kyseessä olevien viiden aseman (Helsinki, Mikkeli, Kuopio, Kajaani, Sodankylä) kuukausille jaetusta aineistosta otetaan kustakin kolme heikointa kuukautta (myrskyistä pienin %-määrä 14 + m/s nopeusasteisia, Mikkelin kohdalta kuitenkin 16 + m/s), niin tuloksena on, että kolme heikointa kuukautta kuuluu kesäpuoleen 11 tapauksessa ja talvipuoleen vain 4 tapauksessa. Tässä tarkastelussa ei ole myrskyihin luettu muita kuin 12 + m/s nopeusasteen tuulet. Tulos viittaisi siihen, että kesäpuolen myrskyt ovat heikompia kuin talvipuolen. Muuten oli eri asemien välillä hyvin suuret erot myrskyjen nopeuteen katsoen. Niinpä Mikkelin havaintoaseman myrskyt olivat hyvin nopeita, vain 13 % oli alle nopeuasteen 14 + m/s (siis 12:n ja 14:n m/s väliltä), Helsingin myrskyistä taas valtava osa (81 %) kuului tuohon hitaaseen ryhmään. Tästä voi päätellä, että paikallisilla olosuhteilla varmaankin on hyvin suuri vaikutus tuulen nopeuteen.

Edellä, siv. 7, on osoitettu, että vuosikymmenen 1941—50 aikana on tuhotapauksia ollut huomattavasti niukemmin kuin kolmena aikaisempana 10-vuotiskautena. On kiintoisaa tarkastella, miten on laita myrskytuulten yleisyyden. Asiaa on selvitetty erikseen talvipuolen ja kesäpuolen osalta, mutta nämä noudattavat siinä määrin toisiaan, ettei ole syytä niitä erikseen esitellä. Mainittakoon siis vain kolmen täydellisimmän sarjan myrskytuulten luvut aikakausittain.

Tuulet 12 + m/s

	1911—20	1921—30	1931—40	1941—50	Yht.
Helsinki	168	164	108	71	511
Kajaani	101	63	218	153	535
Sodankylä	33	90	50	10	183

Luvuista voimme panna merkille, että 40-luvun myrskytuulet ovat olleet vähemmän lukuisia kuin edellisen vuosikymmenen aikana, jopa Helsingin ja Sodankylän osalta niiden luku on ollut pienin koko sarjassa. Sen sijaan Kajaanin 40-luvun numero on sarjan toiseksi suurin. Mikkelin sarjassa 40-luvun numero on vain n. puolet 30-luvun numerosta. Sen sijaan Kuopion sarjassa suhde on päinvastainen, joten tämän aseman tiedot tässä kohdin jyrkästi poikkeavat kaikista muista asemista. Jonkinlaisena kajastuksena mainitusta seikasta voitaneen pitää sitä, että Pohjanmaan piirikunnan tuhotapausten luku vv. 1941—50 on lähes kaksi kertaa suurempi kuin Länsi-Suomen ja Itä-Suomen piirikuntien, vaikka se yleensä on niitä pienempi. Silti on Pohjanmaan piirikunnan tuhotapausten määrä 40-luvulla selvästi pienempi kuin aikaisempina vuosikymmeninä.

1940-luvun myrskyistä mainittakoon vielä että niihin on sisältynyt keskimäärää vähemmän 14 m/s ylittäviä tuulia. Kaikkien asemien tiedot ovat

tässä kohdin yhtäpitäviä. Ehkä tämä seikka osaltaan on vaikuttanut tuhojen vähäisyyteen.

Tässä yhteydessä lienee syytä mainita eräästä selityksestä, jonka meteorologit ovat esittäneet sen ymmärtämiseksi, miksi talvimyrskyt aiheuttavat varsin vähän tuhoa verrattuna kesämyrskyihin. Kuten olemme nähneet, eivät tuulten yleisyys ja niiden nopeus eri vuodenaikoina pysty ilmiötä selittämään. Sen sijaan tuulen luonne talvella on erilainen kuin kesällä, jolloin puuskaiset tuulet ovat vallitsevia, kun taas talvella tuulet ovat tasaisempia. On ymmärrettävää, että puuskaisen tuulen repivä vaikutus puiden juuristoihin ja runkoonkin on tehokkaampi kuin tasaisen, vaikka voimakkaammankin tuulen. On myös huomattava, että kesäisin myrskyt usein esiintyvät ukonilman seuralaisina, jolloin rankkasade suuresti tehostaa tuulen vaikutusta.

Myrskyjen suunnat

Seuraavassa asetelmassa esitetään valtionmetsissä vv. 1911—50 sattuneet myrskyntuhot tuulensuunnan mukaan jaoiteltuina.

	N	NE	E	SE	S	SW	WN	W	Suunta tuntem.	Yht.
Etelä-Suomi	50	31	40	44	58	113	67	98	108	609
Pohjois-Suomi	39	26	23	44	52	75	51	69	59	438
Yht.	89	57	63	88	110	188	118	167	167	1 047

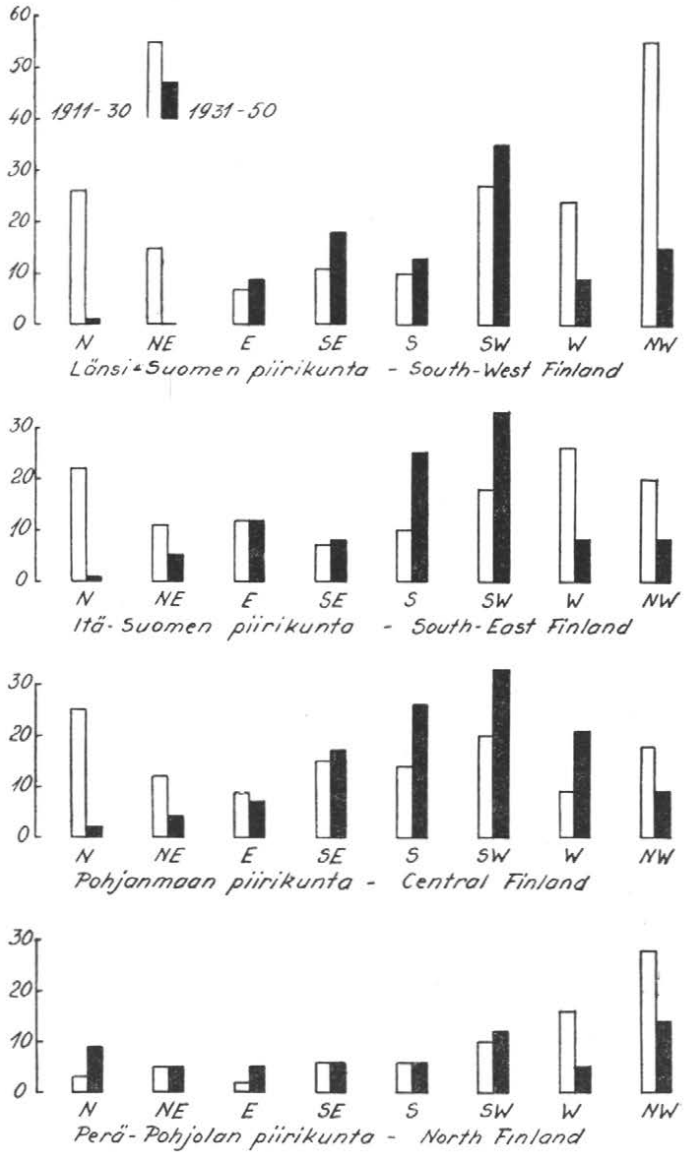
Huomattakoon aluksi, että suunnaltaan tuntemattomiksi jääneitä tuhotapauksia on huomattavasti enemmän kuin niitä, joiden aikaa ei ole voitu kuukauden tarkkuudella määrittää. Etelä-Suomen osalta varsinkin on huomattava osa tapauksista (n. 18 %) jäänyt vaille suunnan määritystä. Nähtävästi on tässä suhteessa vaikeuksia. Mutta jos puheena olevat puutteet vastaisuudessa voitaisiin poistaa tai niitä vähentää, olisi se omiaan tilaston arvoa huomattavasti lisäämään.

Lukusarjaa tarkasteltaessa pistää heti silmään idän puoleisten myrskyjen aiheuttamien tuhojen niukkuus lännen puoleisten aiheuttamiin verrattuna. Etelä- ja Pohjois-Suomen luvut ovat täysin yhtäpitäviä. Tätä valaisee seuraava asetelma.

	NE E SE	% kaikista suunnaltaan tunnetuista tuhoista	SW W NW	% kaikista suunnaltaan tunnetuista tuhoista
Etelä-Suomi	115	23.0	278	55.5
Pohjois-Suomi	93	24.5	195	51.5

Jos yritämme muodostaa ryhmiä pohjoisen puoleisten ja etelän puoleisten tuulensuuntien mukaan, saamme aivan epäyhtenäiset sarjat:

	NW	N	NE	SE	S	SW
Etelä-Suomi	98	50	31	44	58	113
Pohjois-Suomi	69	39	26	44	52	75



Kuva 5. Myrskyntuhojen lukumäärä piirikunnittain ajanjaksoina 1911—30 ja 1931—50.
Fig. 5. Instances of storm damage in the different parts of the country in 1911—30 and 1931—50.

On kuitenkin syytä tarkastaa, onko idän ja lännen puoleisten tuhojen eroavaisuus huomattavissa saman laatuisena myös tarkempaa paikallista jaoitusta käyttäen ja eri ajanjaksoina.

Tämän kaiken selvittämiseksi on koko aineisto jaettu neljän piirikunnan kesken (ennen piirikuntajakoa olevilta vuosilta on tiedot järjestetty vastaa-

viin alueisiin). Samalla on kunkin piirikunnan tiedot jaettu kahteen ajanjaksoon, nim. 1911—30 ja 1931—50. Tuloksen saamme kuvasta 5.

Huomataan, että maan eri osissa ovat melko lailla samat piirteet nähtävissä kumpanakin ajanjaksona. Ajanjaksojen välillä on eräitä eroavaisuuksia, mutta ne eivät yleensä ole ratkaisevaa laatua. Mainittakoon näistä joitakin. Lisääntyneet ovat lounaistuhot, etelätuhot ja kaakkoistuhot (Perä-Pohjolassa ei muutosta). Vähentyneet ovat luoteistuhot, pohjoistuhot (Perä-Pohjolaa lukuun ottamatta) ja koillistuhot (Perä-Pohjolassa ei muutosta). Länsituhoilla ei ole selvää suuntaa, itätuhojen muutokset ovat vähäisiä. Ennen on jo viitattu siihen seikkaan, että Perä-Pohjolan tuhotapauksia on huomattavasti vähemmän kuin muissa piirikunnissa.

Itäpuolen ja länsipuolen tuhojen vertaamiseksi esitettäköön vielä seuraavat luvut.

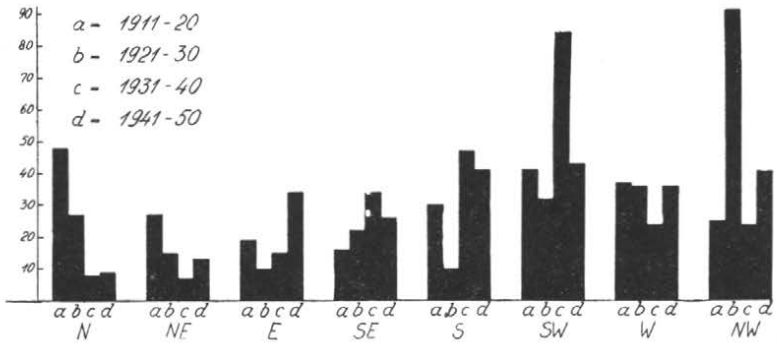
		Idän puol. tuhoja	Lännen puol. tuhoja	Idän puol. tuhot % idän ja lännen summasta
Länsi-Suomi	1911—30	33	106	23.7
»	1931—50	27	59	31.4
Itä-Suomi	1911—30	30	64	31.9
»	1931—50	25	49	33.8
Pohjanmaa	1911—30	36	47	43.4
»	1931—50	28	63	30.8
Perä-Pohjola	1911—30	13	54	19.4
»	1931—50	16	31	34.0
Koko maa	1911—30	112	271	29.2
»	1931—50	96	202	32.2
Koko maa	1911—50	208	473	30.5

Luvuista nähdään, että idän ja lännen puoleisten tuhojen keskinäinen suhde pysyy jokseenkin tasaisena. Idän puoleisten tuhojen osuus on kuitenkin lisääntynyt lukuun ottamatta Pohjanmaan piirikuntaa. Tuntuvin on lisäys Perä-Pohjolan ja Länsi-Suomen kohdalla.

Jotta voitaisiin tarkastella tapahtuneita muutoksia 10-vuotisjaksoinkin, on laadittu piirros, jossa koko maan tuhot esitetään tällä tavoin (kuva 6). Jotta eri 10-vuotiskausien melkoisesti eroavat määrät eivät vaikuttaisi häiritsevästi, on 20-, 30- ja 40-lukujen arvot muunnettu sellaisiksi kuin ne olisivat, jos tuhojen määrä olisi pysynyt samana kuin se oli ensimmäisenä 10-vuotiskautena.

Erikoiset eri vuosikymmenien piirteet näkyvät tässä selvästi. Sellaisia ovat 30-luvun korkea huippu lounaan kohdalla. Samaan aikaan on idän puolella huomattavissa kaakon nousu ja koillisen painuminen. 20-luvulla on korkea huippu luoteen kohdalla ja 10-luvulla pohjoisen kohdalla. Viimeksi kulunut vuosikymmen on muita tasaisempi.

Tarkastelkaamme tuhoa tuottaneiden myrskyjen suuntia vielä 5-vuotiskausittain. Seuraava asetelma osoittaa, jos aineisto käsitellään kokonai-



Kuva 6. Koko maan myrskyntuhot olettamalla tuhojen määrä jatkuvasti samaksi kuin 1910—20.

Fig. 6. Storm damage in the whole country by 10-year periods, assuming the same amount of damage as in 1910—20.

suutena, mitkä suunnat ovat olleet eri 5-vuotiskausien monituhoisimpia ja mitkä harvatuhoisimpia.

	1911–15	1916–20	1921–25	1926–30	1931–35	1936–40	1941–45	1946–50
Monituhoisin suunta	N	SW	NW	SW	SW	SW	SW	NW
Harvatuhoisin suunta	SE	N	E	S	NE	N	N	N ja E

Huomataan, että idän puoleiset tuulet eivät yhtenäkään 5-vuotiskautena ole olleet monituhoisimpia eivätkä lännen puoleiset harvatuhoisimpia.

Seuraavassa asetelmassa on suunnat 5-vuotiskausittain sijoitettu tuhojen mukaiseen järjestykseen.

Tuhot 5-vuotiskausittain suunnan ja tapausten luvun mukaan.

1911—15		1916—20		1921—25		1926—30		1931—35		1936—40		1941—45		1946—50		
N	46	SW	28	NW	88	SW	21	SW	51	SW	42	SW	13	NW	13	
NE	24	W	24	W	24	W	14	S	23	S	28	E	10	W	11	Aktiivinen
E	15	S	16	N	15	N	13	SE	20	SE	17	S	9	S	10	puoli
NW	14	NW	11	SW	13	SE	13	NW	16	W	16	SE	9	SW	7	
S	14	SE	7	NE	11	NW	8	W	10	NW	11	NW	6	E	6	
SW	13	E	4	SE	10	E	7	E	8	E	9	W	6	NE	4	Passiivinen
W	13	NE	3	S	7	NE	5	N	9	NE	2	NE	2	N	3	puoli
SE	9	N	2	E	4	S	3	NE	6	N	0	N	1	SE	3	

Taulukon tarkastelu osoittaa, että eri suunnat esiintyvät aktiivisella ja passiivisella puolella seuraavasti.

	SW	S	W	NW	SE	N	E	NE
Aktiivinen puoli	7	5 1/2	5	4 1/2	4	3	2	1
Passiivinen puoli	1	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	7

Ensimmäinen ja viimeinen sija taulukossa on eri suunnilla seuraavasti.

	SW	NW	W	N	NE	E	S	SE
Ensimmäinen sija	5	2	0	1	0	0	0	0
Viimeinen sija	0	0	0	3 1/2	1	1	1	1 1/2

Läntisistä suunnista on selväpiirteisin SW. Sekä NW että W ovat useammin passiivisella puolella, mutta eivät koskaan viimeisellä sijalla. Idän puoleisista suunnista on aktiivisin SE, joka esiintyy yhtä usein kummallakin puolella. Sillä ei kuitenkaan ole yhtään ensi sijaa, mutta kyllä 1 1/2 viimeistä sijaa (v. 1946—50 se jakaa viimeisen sijan N:n kanssa). Pohjoinen ja etelä esiintyvät hyvin oikullisesti, milloin aktiivisina, milloin hyvinkin passiivisina (1911—15 oli 46 N-tapausta, 1936—40 ei yhtään; 1936—40 oli 28 S-tapausta, 1926—30 vain 3).

Vaikka ajanjaksoittain tarkastellen lännen puoleisten myrskyjen aiheuttamat tuhot ovat lukuisammat, esiintyy poikkeuksia, jos aineistoa tarkastellaan vuosittain. Tällöin todetaan, että 28 vuotena 40:stä lännen puoleiset tuhot ovat lukuisammat kuin idän puoleiset. Kolmena vuonna tuhojen määrä on sama. Ja 9 vuonna idän puoleiset tuhot ovat lukuisammat.

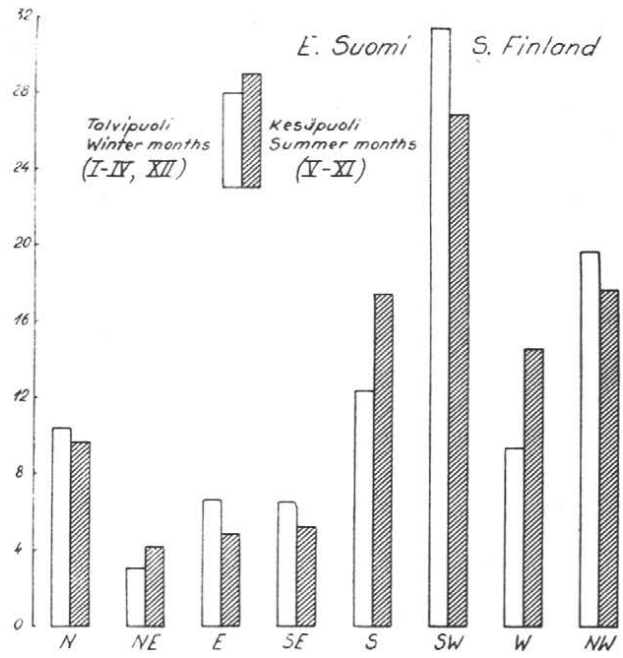
Verrattakoon tämän jälkeen tuhotietoja käytettävissä oleviin meteorologisiin havaintoihin. On laadittu yhdistelmät erikseen Pohjois-Suomesta ja erikseen Etelä-Suomesta sekä kummastakin erikseen talvipuolesta ja kesäpuolesta. Jotta tapausten eri suuret luvut eivät vaikeuttaisi vertailua, on tuulten jakaantuminen suuntien osalle laskettu prosentteina. Yhdistelmät esitetään diagrammeina, kuvat 7 ja 8.

Jos ensiksi vertaamme näin saatua kuvaa myrskyntuhotiedoista esitettyihin, esim. kuviin 5 ja 6, on sanottava, että yhtäpitävyys on varsin hyvä. Tämä osoittaa siis, että vaikka sattumalla ja paikallisilla olosuhteilla saattaa olla huomattavakin merkitys alueittain ja lyhyinä ajanjaksoina, nämä vaikutukset kuitenkin tasoittuvat ja suuret piirteet selkenevät, kun tarkastellaan laajahkoja alueita ja kohtalaisen pitkiä vuosijaksoja. Vertailu osoittaa myös, kuten vertailu kuukausittaiseen myrskytilastoonkin, että metsähallinnon viranomaisten antamat tiedot myrskyntuhoista ovat yleensä luotettavia.

Jos sitten vertaamme Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen myrskytietoja keskenään (kuvia 7 ja 8), huomaamme suurta yhtäpitävyyttä. Erikoisesti länsipuolen pylväät ovat hyvin samanlaisia. Pohjois- ja etelämyrskyt ovat Etelä-Suomessa yleisempiä ja idän puoli koillista lukuun ottamatta heikompi kuin Pohjois-Suomessa.

Talvi- ja kesäpuoletkin ovat hyvin samansuuntaiset, jopa niin että niiden väliset suhteetkin ovat suurelta osalta samat Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen kohdalta. Vain S ja SE tekevät poikkeuksen.

On luonnollista, että tutkittaessa myrskyn suuntia lyhyin aikakausin, voidaan saada hyvinkin poikkeavia kuvia, jota paitsi havaintoaseman pai-



Kuva 7. Kovien tuulten (12 + m/s) %:nen jakaantuminen. (Helsinki, Mikkeli, Kuopio).
Fig. 7. Distribution, as percentages, of strong winds (12 + m/sec.) by the different wind directions (Helsinki, Mikkeli, Kuopio).

kalliset olosuhteetkin saattavat vaikuttaa asiaan. Kuitenkin ovat eräät sarjat 10-vuosittain ihmeen säännöllisiä. Tästä mainitsemme esimerkkinä Helsingin sarjan.

Tuulia, nopeus 12 + m/s, Helsinki

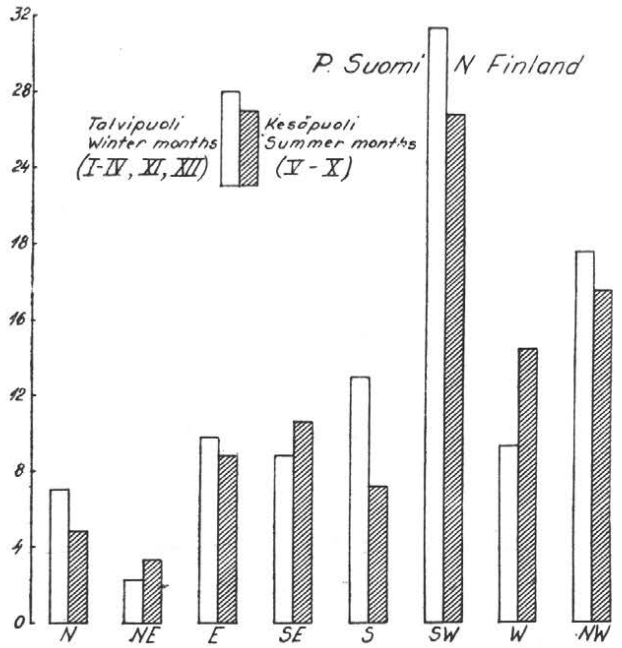
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1911—20	13	9	9	4	14	82	20	17
1921—30	22	6	15	2	15	68	14	22
1931—40	11	7	9	2	12	40	16	11
1941—50	8	1	9	6	5	26	11	5

Mitään ilmansuuntain välisiä muutoksia ei voi havaita, ja piirretyt diagrammit tulevat hyvin saman näköisiä. Suunta on koko lailla sama, mikä nähdään kuvissa 7 ja 8.

Toisenlaisen kuvan antaa Kajaanin havaintoasema.

Tuulia, nopeus 12 + m/s, Kajaani

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1911—20	1	1	7	4	19	33	24	12
1921—30	2	5	9	1	3	20	19	4
1931—40	9	6	24	32	13	24	35	75
1941—50	3	3	24	29	7	15	25	47



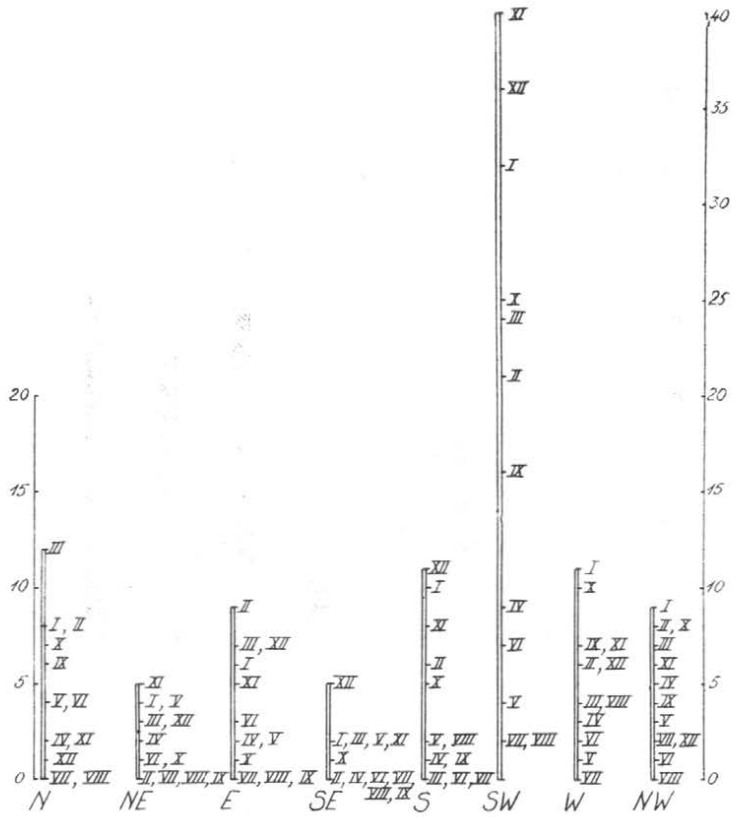
Kuva 8. Kovien tuulten (12 + m/s) %:nen jakaantuminen (Kajaani, Sodankylä).
Fig. 8. Distribution, as percentages, of strong winds (12 + m/sec.) by the different wind directions (Kajaani, Sodankylä).

Kaksi ensimmäistä vuosikymmentä on melkoisesti samaa tyyppiä, samoin kaksi viimeistä. Välillä tapahtuu luoteen voimakas nousu, samoin nousevat huomattavasti kaakko ja itä. Lounainen heikkenee suhteellisesti ja viimeisenä 10-vuotiskautena absoluuttisestikin.

Tällaiset ehkä tilapäisetkin heilahdukset tasoittuvat, kun otetaan huomioon useampia asemia ja pitkiä ajanjaksoja. Valtionmetsien myrskyntuhotilaston verraten pysyviksi osoittautuneet piirteet saanevatkin selityksensä siitä, että »havaintoasemia» on lukuisasti ja hajallaan kautta maan.

Vielä kiinnitettäköön huomiota erääseen myrskytuulia koskevaan seikkaan, jolla voi olla merkitystä tuhokysymyksen kannalta. Tarkoitan eri suunnilta puhaltavien tuulien esiintymistä eri kuukausina. Tätä selvittämään on laadittu kaksi diagrammia, toinen edustamaan eteläisiä oloja, toinen pohjoisia (kuvat 9 ja 10).

Piirrokset osoittavat, että pylväitten yläpäissä, melkein suunnasta riippumatta, on talvikuukausia. Kesäajan kuukaudet ovat melko alhaalla. Korkeintaan marraskuu, lokakuu ja syyskuu esiintyvät kohtalaisen ylhäällä (marraskuu kyllä etelässä korkeimmalla huipulla). Tämä siis tietää sitä, että eri suuntien myrskyt yleisimmin sattuvat talvisaikaan tai myöhään syksyllä. Mitään suuntaa ei näytä olevan, joka erikoisesti suosisi kesäaikaa. Tämä on metsiemme kannalta erinomaisen ilahduttava piirre.



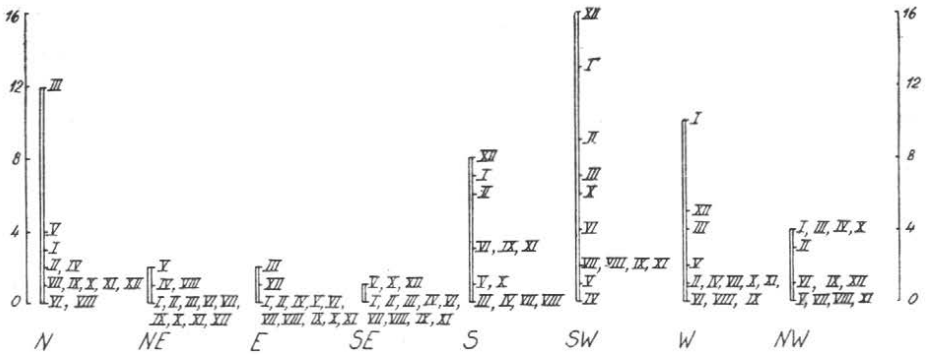
Kuva 9. Helsingissä 1911—50 havaittujen kovien tuulten (12 + m/s) jakaantuminen tuulensuuntien ja kuukausien osalle.

Fig. 9. Distribution of strong winds (12 + m/sec.) observed in Helsinki 1911—50, by wind directions and months.

Eri suuntaisten tuulten tehokkuuden kannalta olisi tärkeätä tietää, missä määrin jokin suunta omaa taipumuksen kehittää suurempia nopeuksia kuin jokin muu. Tämän selvittämiseksi on Helsingin, Kajaanin ja Sodankylän tiedoista laskettu, miten suuri osuus kovista tuulista (12 + m/s) tulee nopeimpien (14 + m/s) osalle. Tällöin pitävät Helsinki, Kajaani ja Sodankylä yhtä siinä että: 1) lännen puoleiset suunnat yleensä edustavat korkeampia %-määriä kuin idän puoleiset, 2) myös etelä edustaa idän puoleisia korkeampaa %-määrää, 3) idän puoleisista suunnista on heikoin SE. Mainittakoon tässä Kajaania koskevat luvut.

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
13	40	30	27	48	42	50	39

Mikkelin ja Kuopion asemat antoivat edellisestä poikkeavia tuloksia. Tosin lännen puoleisten osuuksien summat ovat jonkin verran isommat kuin



Kuva 10. Sodankylässä 1911—50 havaittujen kovien tuulten (12 + m/s) jakaantuminen tuulensuuntien ja kuukausien osalle.

Fig. 10. Distribution of strong winds (12 + m/sec.) observed in Sodankylä 1911—50, by wind directions and months.

idän puoleisten. Mutta idän puolen maksimi on suurempi kuin lännen. Kuopion sarjan suurin luku on SE:n kohdalla, sitten S:n. Mikkelin sarjassa suurin luku on E:n kohdalla, sitten N:n. Mainittakoon, että molemmat juuri mainitut sarjat poikkeavat muista siinä, että 12—14 m/s nopeusasteisia tuulia on huomattavasti vähemmän kuin sitä nopeampia. Tämän vuoksi on vertauskohtana koetettu käyttää myös 10—12 m/s-nopeusasteen tuulia, mutta tulos on ollut sama, huippu on tällöinkin idän suunnalla.

Mainittakoon edelleen, että eri asemille on laskettu myös kesäaikaa edustavat arvot. Mutta erot koko vuotta edustaviin verrattuina jäävät melko pieniksi.

Puheena olevassa mielessä tehokkaimmasta tuulensuunnasta ei näin ollen ole saatu yhtenäistä kuvaa.

Kun on puhe tuulien ja nimenomaan myrskyjen suunnista, tahdon vielä lyhyesti viitata eräisiin tuloksiin, joihin johduin männyn juuristoa tutkiessani (1927). Tulokset nim. liittyvät läheisesti siihen, mitä tässä esityksessä on osoitettu myrskyjen suunnista. Männyn juuriston suhteen erottui muista selvästi neljä tuulensuuntaa, nim. kaakko, lounainen, koillinen ja luode. Vaakasuora juuristo levittäytyi yleisimmin kaakon puolelle ja päinvastoin karttoi lounaista puolta. Edelleen juuret olivat tyvestään litteimpiä lounaan ja luoteen puolella, mutta paksuimpia päinvastaisilta, siis koillisen ja kaakon puolelta. Tämä kaikki on sopusoinnussa vallitsevien tuulensuuntain kanssa. Kuitenkin antavat nyt saadut tulokset lisätukea päätelmille. Ovathan nimenomaan kovat tuulet ja myrskyt sellaisia voimatekijöitä, jotka panevat puut kehittämään suojautumiskeinoja. Niinpä lankkumaiset juuret lounaan ja luoteen puolella ovat tällaisia suojautumiskeinoja samoin kuin vastapuolella olevien juurenniskojen erikoinen paksuntuminen. Kun kaakon puoli huomattiin hyvin suojaiseksi, joten juuret mieluimmin kasvoivat sinne päin, voinee se herättää ihmetystä, koska itä ja koillinen tuntuvat ainakin

nykyisin olevan hiljaisempia suuntia. Nyt näyttää kuitenkin siltä, että kaakkoismyrskyt ovat yleistyneet sen jälkeen kuin puheena oleva männyn juuristoa koskeva materiaali kerättiin (1923, 1924). Verrattakoon kuvaa 5, asetelmia siv. 16 ja tietoja Kajaanin koeaseman tuulisuhteista siv. 18.

Tuhoerien suuruus ja tuhojen jaksoittaisuus

Esitettäköön vielä lopuksi yhdistelmä, joka antaa hieman käsitystä suurimpien myrskyntuhojen aikaansaannoksista ja tekee mahdolliseksi tarkastella erikoisten myrskyvuosien jaksoittaisuutta.

Vuosi	Tuhotapausten luku	Myrskyn kaatamat puuerät [1]	Vuosi	Tuhotapausten luku	Myrskyn kaatamat puuerät [1]
1911	41	150 000 k.-m³ erilaista puuta + 30 000 runkoa	1931	32	170 000 runkoa + 12 000 pm³
			32	35	316 000 runkoa + 34 000 pm³
12	74	Yli ½ milj. runkoa	33	41	203 000 runkoa + 16 000 pm³
13	18				
14	36		34	38	
15	17		35	28	
16	7				
			36	22	224 000 runkoa + 50 000 pm³
17	53	109 000 runkoa + 6 600 pm³			
			37	40	93 000 runkoa + 20 000 pm³
18	11				
19	17		38	48	
20	15				
			39	20	236 000 runkoa + 59 000 pm³
21	123	647 000 runkoa + 54 000 pm³			
			40	10	
22	6		41	24	
23	4		42	5	
24	15		43	33	
			44	5	
25	70	226 000 runkoa + 24 000 pm³	45	4	
			46	9	
26	8		47	—	
27	19				
28	6		48	32	69 000 runkoa + 52 000 pm³
29	39	153 000 runkoa + 14 000 pm³	49	18	303 000 runkoa + 34 000 pm³
30	21		50	3	

[1] Huomioon on otettu vain vähintään 100 000 runkoa käsittävät erät.

Taulukkoon merkittyjä suuria tuhoeriä on kertynyt 14 vuotena, siis tiheämmin kuin joka kolmantena vuonna. Asia ei näin ollen ole vähäarvoinen. Lisäksi tulevat ne pienemmät erät, jotka eivät käy ilmi taulukosta. On otettava myös huomioon, että kaatuneista puista osa turmeltuu ja osa jää metsiin. Myydyksi saadun osankin hankintakustannukset nousevat helposti normaalia korkeammiksi ja hinnat jäävät tavallista alhaisemmiksi. Tähän vaikuttaa sekin, että suuri osa puista kaatuu kesäaikaan. Mainittakoon vielä, että suuria myrskyn tuhoja tavallisesti seuraavat hyönteistuhot.

Suurtuhojen vuosia tarkasteltaessa saattaa panna merkille, että nämä yleensä ovat olleet monituhoisia. Ainoastaan v:n 1949 tuhotapausten luku on alle 20:n. Pienet luvut tietävät yleensä pieniä kokonaistuhoja, mutta on vuosia, jolloin suuresta tuhojen lukumäärästä huolimatta lopputulos ei ole erikoisen mainittava. Tällaisia ovat esim. vuodet 1914 (36 tap.), 1934 (38 tap.), 1938 (48 tap.) ja 1943 (33 tap.).

Jos jaamme suurtuhot vuosikymmenille, saamme seuraavan sarjan.

1911—20	3	suurtuhoa
1921—30	3	»
1931—40	6	»
1941—50	2	»

Olemme edellä jo huomanneet sarjan viimeisen vuosikymmenen tavallista hiljaisemmaksi. 1930-luvun kärkiasema ei ole niinkään selvästi tullut esille. Parhaiten tämä selviää sivun 7 alareunassa olevasta asetelmasta, jossa 1930:n ja 1940:n vähätuhoisten ja runsastuhoisten vuosien luvut on asetettu vastakkain. Myrskytilastoista ilmenee 1930-luvun kärkiasema erikoisen selvästi Kajaanin ja Mikkelin luvuista.

Suurtuhojen esiintyminen edellä esitetyn taulukon valossa näyttää varsin epäsäännölliseltä. Tuhotapausten luvuista kuitenkin huomaa, että monituhoisten vuosien välillä on 3 tai 4 hiljaisempaa vuotta. Saamme seuraavan sarjan.

1912		1917		1921		1925		1929		1933		1938		1943		1948
	4 v.		3 v.		3 v.		3 v.		3 v.		4 v.		4 v.		4 v.	
74		53		123		70		39		41		48		33		32

Tulosten yhdistelmä

Perä-Pohjolan piirikunnassa on tuhotapausten luku aikana 1911—50 ollut huomattavasti pienempi kuin muissa piirikunnissa. Eroon voi olla useitakin syitä, mutta ansaitsee panna merkille, että Sodankylän havaintoasemalla on samana ajanjaksona kovia tuulia (12 + m/s) rekisteröity hyvin paljon niukemmin kuin eteläisemmillä asemilla.

Tuhotapausten luku 1941—50 on ollut huomattavasti pienempi kuin kolmena edellisenä vuosikymmenenä. Helsingin ja Sodankylän asemat osoit-

tavat vastaavaa suhdetta kovien tuulten (12 + m/s) lukumäärissä. Tämän vuosikymmenen koviin tuuliin (12 + m/s) sisältyy myös keskimäärää vähemmän voimakkaita (14 + m/s) tuulia. Kaikkien havaintoasemien tiedot ovat tässä yhtäpitäviä.

Vähätuhoiset ja runsastuhoiset vuodet esiintyvät sekä etelässä että pohjoisessa hyvin saman suuntaisesti.

Suomen eteläpuoliskossa ovat käytännöllisesti katsoen tuhottomia kuukausia I—IV ja XII, pohjoispuoliskossa taas I—IV ja XI, XII. Kun marraskuu Etelä-Suomessakin on verraten vähätuhoinen samoin kuin toukokuu koko maassa, voidaan koko vuotta ja koko maata ajatellen päätuhokautena pitää aikaa VI—X.

Tuhotapausten jakaantuminen eri kuukausille on 10-vuosittain pysynyt hyvin samanlaisena niin Etelä- kuin Pohjois-Suomessakin (kuvat 1 ja 2). Huippu on kummassakin X:n kohdalla.

Eri kuukausien tuhollisuus (osoittaa, monessako tapauksessa kyseessä olevista 40:stä tietyn kuukauden aikana on esiintynyt tuhoja) on sekä Etelä- että Pohjois-Suomessa säilynyt melkoisen muuttumattomana koko tutkittuna kautena (as. s. 9). Huiput ovat etelässä VII:n ja X:n kohdalla, pohjoisessa VIII:n ja X:n kohdalla (kuva 3).

Kovien tuulten (12 + m/s) jakaantumista eri kuukausille esittävä lukusarja ja vastaava murtoviiva (kuva 4) osoittavat, että kesäkuukaudet ovat suhteellisen hiljaisia verrattuina talvi- ja syksykuukausiin. Näin saatu kuva on melkeinpä päinvastainen kuin tuhojen tarkastelusta saatu. Vain myöhäissyksyn kuukausien suhteen on olemassa yhtäpitävyys. Routaantunut maa, ehkäpä maata peittävä paksu lumikerroskin (vrt. B o n s d o r f f 1917) suojaavat metsää talvimyrskyiltä. Lisäksi vaikuttanee meteorologien esittämä syy: talvisten tuulten tasaisemmuus.

Talvi- ja kesäpuolen myrskyjen voimakkuudessa ei ole voitu todeta selvää eroa.

Pohjois-Suomen ja Etelä-Suomen myrskyntuhot ovat huomattavasti yleisemmin lännen puoleisten (SW, W, NW) tuulten aiheuttamia kuin idän puoleisten (NE, E, SE). Pohjoinen ja etelä asettuvat näiden ryhmien välille. Samat piirteet huomataan, jos tuhoja tarkastellaan piirikunnittain ja ajanjaksoittain (kuvat 5 ja 6).

Idän ja lännen puoleisten tuhotapausten suhde pysyy melko vakinaisena. Idän puoleiset tuhot osoittavat jonkin verran lisääntymistä Pohjanmaan piirikuntaa lukuun ottamatta.

Tuhoaineistoa 5-vuotiskausittain tarkastettaessa huomataan, että idän puoleinen suunta ei yhdessäkään tapauksessa ole ollut monituhoisin eikä lännen puoleinen suunta harvatuhoisin.

Lännen puoleisista tuhosuunnista on SW selväpiirteisin. Se on 5:nä 5-vuotiskautena 8:sta ollut monituhoisin. Idän puoleisista tuhosuunnista

on SE ollut aktiivisin, varsinkin viimeisten 25 vuoden aikana. Pohjoinen ja etelä esiintyvät hyvin oikullisesti, milloin aktiivisina, milloin passiivisina.

Suunnan mukaan järjestetyt myrskyhavainnot niin Etelä-Suomen kuin Pohjois-Suomen, niin kesäpuolen kuin talvipuolen osalta ovat hyvin yhtäpitäviä (kuvat 7 ja 8) ja hyvässä sopusoinnussa myrskyntuhoja koskeviin tietoihin (kuvat 5 ja 6).

Myrskyhavainnot osoittavat, että mikään tuulensuunta ei erikoisesti ole keskittynyt tiettyyn kuukauteen, vaan kunkin myrskynsuunnan osuudesta talvikuukaudet ovat ensi sijalla, sitten yleensä syksy- ja sitten kesäkuukaudet (kuvat 9 ja 10).

Eri suuntaisten tuulten tehokkuuden selvittämiseksi on eri asemien tiedoista laskettu, miten suuri osuus kovista tuulista (12 + m/s) tulee nopeimpien (14 + m/s) osalle. Helsingin, Kajaanin ja Sodankylän tiedot pitävät yhtä siinä, että lännen puoleiset suunnat yleensä edustavat korkeampia %-määriä kuin idän puoleiset, myös etelä edustaa idän puoleisia korkeampaa %-määrää. Kesäaikaa silmällä pitäen lasketut arvot eivät sanottavasti poikenneet koko vuoden arvoista. — Kuopion ja Mikkelin arvot olivat poikkeavia, niissä idän puoli oli korostetumpi ja korkeimmat huiput idän puolella, joskin lännen puolen keskiarvo oli hieman idän puoleista isompi.

Myrskyjen suunnista nyt saavutetut tiedot ovat hyvin sopusoinnussa sen kanssa, mitä männyn juuriston suhtautumisesta eri tuulensuuntiin olen aikaisemmin esittänyt (Laitakari 1927).

Myrskyjen aiheuttamia suurtuhoja on valtionmetsissä sattunut 14 vuotena 40:stä, siis tiheämmin kuin joka kolmantena vuonna.

Suurtuhoja on sattunut runsaimmin (6) kolmannelle tutkitun ajanjakson vuosikymmenelle (1931—40) ja vähimmin (2) viimeiselle (1941—50).

Monituhoisten vuosien väliin on säännöllisesti jäänyt joko 3 tai 4 hiljaisempaa vuotta.

Loppukatsaus

Kaiken edellä esitetyn nojalla näyttää olevan täysi syy metsänhoidollisia toimenpiteitä suunniteltaessa ja suoritettaessa ottaa huomioon myrskyjen taholta uhkaava vaara. Meillä ei tähän seikkaan ole yleensä paljon huomiota kiinnitetty. Kuvaavaa on, että kun I:n Kansainvälisen Metsäkongressin aloitteesta kerättiin tietoja eri maiden myrskyntuhoista ja mahdollisista suojelutoimenpiteistä (julkaistu 1933), supistuvat Maatalousministeriömme antamat tiedot pariin riviin, joilla ilmoitetaan, ettei myrskyntuhoilla meillä ole sanottavaa merkitystä. Joskin tässä suhteessa olemme onnellisemmassa asemassa kuin monet muut maat, ei meidän pitäisi heittäytyä huolettomiksi. On esim. täysi syy ottaa varteen ne opetukset, joita

metsähallintomme jo 40-vuotinen, luotettavaksi osoittautunut myrskyntuhotilasto antaa.

Tuulet liittyvät läheisesti metsien elämään ja kehitykseen. Jos me jätämme tämän tekijän pois laskuista, joudumme harhapäätelmiin. Metsien mikroilmastoa tutkittaessa on myös tuulisuhteisiin kiinnitettävä vakavaa huomiota. Tuulen fysiologista vaikutusta puihin ei pidä unohtaa (Vrt. Fritsche 1929 ja Laitakari 1929). Viime aikoina on eri maissa osoitettu tuulten suuri merkitys kasvinviljelyksen alalla ja ryhdytty suuressa mittakaavassa perustamaan suojaistutuksia tuulten vaikutusten säännöstelemiseksi. Metsänhoidossa on ehkä vieläkin tärkeämpää tuulten, myös myrskyjen huomioon ottaminen.

Kirjallisuusluettelo

Bonsdorff, A. J., 1917. Studien über die Sturmrichtungen in Finnland. Acta Forestalia Fennica. 8. 1. Helsinki.

—»— 1918. Beiträge zur Kenntnis der Sturmschäden in Finnland. Acta Forestalia Fennica. 8. 2. Helsinki.

Burger, Hans, 1932. Sturmschaden. Mitt. d. Schw. Centralanst. f.d. forstl. Versuchswes. XVII Band, 2. Heft. Zürich.

Cajander, Erkki K., 1934. Havaintoja eräällä myrskytuhoalueella. (Referat: Beobachtungen auf einem Sturmschadengebiet in Finnland.) Acta Forestalia Fennica. 40. 10. Helsinki.

Fritsche, Kurt, 1929. Physiologische Windwirkung auf Bäume. Neudamm.

Heikinheimo, Olli, 1926. Myrskytuhoista Raivolan lehtikuusimetsässä syyskuun 23 päivänä 1924. (Referat: Über die Sturmschäden in dem Lärchenwalde bei Raivola am 23. September 1924.) Metsätiet. koelait. julk. 12. 2. Helsinki.

Institut International d'Agriculture, 1933. Protection des forêts et des cultures agricoles contre le vent. Publications sur les questions forestières, éditées par l'Institut International d'Agriculture. Rome.

Johansson, Osc. V., 1915. Vindförhållandena i Fennoskandia. Geogr. Föreningens tidskrift. Helsinki.

—»— 1924. Ilmanpaine, tuulet ja myrskyt Suomessa. Oma Maa V. Porvoo.

Kuuskoski, Urpo, 1944. Lounais-Suomen tuulisuhteet. Helsinki.

Laitakari, Erkki, 1927. Männyn juuristo. (Summary: The Root System of Pine.) Acta Forestalia Fennica. 33. 1. Helsinki.

—»— 1929. Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. Acta Forestalia Fennica. 34. 34. Helsinki.

—»— 1930. Metsän ilmastolliset vaarat. Maa ja Metsä IV. Metsätalous II. Porvoo.

—»— 1949. Metsän ilmastolliset vaarat. Suuri Metsäkirja I. Metsänhoito. Porvoo—Helsinki.

ON STORMS AND STORM DAMAGE IN FINLAND DURING THE PERIOD 1911—1950

Summary

The most important material consists of the storm damage statistics covering the period 1911—1950 made available by the Forest Service and concerning the state forests. The material comprises the cases of damage classified by forestry districts, years, months and wind direction. As comparison material has been employed observation material covering the same period released by the Meteorological Central Institute from its stations in Helsinki, Kajaani and Sodankylä, and the material of a somewhat shorter period from the observation stations of Mikkeli and Kuopio. Wind statistics by decades, months and wind direction have been resorted to for the most part, using the wind velocities a) 12—14 m/sec., b) 14—16 m/sec., and c) > 16 m/sec.

The most important results of the investigation are reported in the following.

In the District of North Finland[1] the number of the cases of damage in 1911—1950 has been much less than in the other districts. There may be several reasons accounting for the difference, but it is worth noting that Sodankylä observation station has registered, in the same period, very many fewer instances of strong winds (12 + m/sec.) than the more southern stations.

The number of cases of damage in 1941—1950 has been considerably less than in the three preceding decades. Sodankylä and Helsinki reveal the same proportion in recordings of strong winds (12 + m/sec.). The strong winds (12 + m/sec.) of this decade include also less than the average number of stormy winds (14 + m/sec.). The data of all observation stations concur in this respect.

Years of little damage and years of a great deal of damage are very similar in their occurrence in the south and in the north.

In the southern half of Finland months I—IV and XII are practically free of damage, in the northern half I—IV and XI, XII. As November in the southern half of Finland is also a month of relatively little damage, like May for the whole country, the main period of the year when damage occurs throughout the country can be considered as months VI—X.

The 10-yearly distribution of the cases of damage by the different months has remained very much the same both in South and North Finland[1] (Figs. 1 and 2). The peak in both areas coincides with X.

The damage rate for the different months (indicating the number of cases out of 40 in which damage has occurred in a certain month) has remained comparatively constant both in South and North Finland[1] throughout the period investigated (Fig. 3). Peak rates in the South coincide with months VII and X, in the North with VIII and X.

[1] *The state forests are divided into four districts: South-East, South-West, Central and North Generally spoken, the two former districts belong to South Finland and the two latter ones to North Finland.*

The series of figures indicating the occurrence of strong winds (12 + m/sec.) by the different months, and the corresponding graph (Fig. 4) indicate that the summer months are relatively quiet compared with winter and autumn months. The picture obtained is almost the reverse of that obtained from the study of instances of damage. The two only comply in the late autumn months. Frozen soil and perhaps the deep snow laye (cf. Bonsdorff 1917) protect the forest against winter storms. Another contributory factor may be that suggested by the meteorologists: winds in the winter are more even in force, in summer more squally.

No distinct difference has been found in the strength of storms between the summer and the winter half-year.

The storm damage in North and South Finland is caused far more frequently by western (SW, W, NW) than eastern (NE, E, SE) winds. North and south winds come between these groups. The same features are observed if damage is considered by districts and by periods (Figs. 5 and 6).

The ratio of cases of damage caused by eastern to those due to western winds remains fairly constant. Damage by eastern winds reveals a slight increase, except in the District of Central Finland.

A study of the damage material by 5-year periods shows that in not a single case have easterlies caused the heaviest rate of damage, nor westerlies the lowest rate of damage.

The SW is the most marked of the winds causing damage from westerly directions. In five 5-year periods out of 8 it has shown the highest damage rate. The SE wind has been the most active of the easterlies, particulary in the last 25 years. North and south winds are very capricious, sometimes active, sometimes passive.

Storm observations by storm direction, both in South and in North Finland, and for both the summer and the winter half-year, comply very well (Figs. 7 and 8) and are well in keeping with the data on storm damage (Figs. 5 and 6).

Storm observations show that no one wind has been concentrated particularly in a certain month, but for each storm direction the winter months take the first place, followed as a rule by the autumn months and then by the summer months (Figs. 9 and 10).

In order to study the effectiveness of winds from different directions the percentage of stormy winds (14 + m/sec.) of the number of strong winds (12 + m/sec.) has been calculated from the records of different stations. The data from Helsinki Kajaani and Sodankylä coincide on the point that westerly directions generally represent higher percentages than easterly, and southerly also a higher percentage than easterly. The values, calculated for summer, did not differ considerably from the values of the whole year. — The values from Kuopio and Mikkeli differed; with them the easterlies were more prominent and the peaks with easterly winds were higher, even though the easterly mean value was slightly lower than the westerly.

The information now obtained on storm directions complies very well with what the author has previously published on the reaction of the root system of pine to the different wind directions (Laitakari 1927).

Heavy damage caused by storms has occurred in the state forests in 14 out of 40 years, i.e. more frequently than every three years.

The incidence of heavy damage is highest (6) in the third decade (1931—40) of the period studied, and lowest (2) in the last (1941—50).

There has been a regular interval of 3 or 4 more quiet years between years with a high damage rate.

These findings make it seem advisable, in Finnish conditions, to pay more attention than hitherto, in planning and carrying out silvicultural measures, to the danger threatening from storm damage.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.32
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.32

HAKKUUN VAIKUTUKSESTA KUUSIPUUN RAKENTEESEEN KORPIMAILLA

GUSTAF SIRÉN

ON THE EFFECT OF RELEASING CUTTING UPON WOOD STRUCTURE OF SPRUCE ON PEAT-MOORS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Alkusanat

Tämän tutkielman tarkoitus on selvittää, miten äkillisesti yksinäiseen asemaan joutunut kuusi mukautuu muuttuneisiin olosuhteisiin. Tällä teoreettisesti erinomaisen mielenkiintoisella kysymyksellä on suuri merkitys käytännöllisessä metsätaloudessa muun muassa siitä syystä, että metsänhoidon tekniikan, puuteknologian ja puun mittausopin tärkein yhtymäkohta, yksityinen runko, on tarkastelun kohteena. Tutkielma liittyy näin ollen läheisesti puun laadusta ja määrästä käytyyn keskusteluun ja sivuaa myös nyt ajankohtaista väittelyä kasvun laskennasta.

Esimiehilleni, professori Erkki Laitakarille ja metsät. tri Erkki K. Kalelalle sekä opettajilleni, professoreille Matti Jalavalle ja Th. Wegeliukselle, jotka hyväntahtoisesti ovat tutustuneet käsikirjoitukseen ja antaneet arvokkaita neuvoja, lausun parhaat kiitokseni.

Kiitän myös työtovereitani, metsänhoitajia Wilhelm Svahnströmiä ja Harry Wiklundia heidän uutterasta avustaan vuosilustojen paksuuden vaihtelujen selvittämisessä.

Tutkielma on laadittu maat.- ja metsät. kandidaatin tutkintoa varten vaadittavan keväällä 1949 valmistuneen metsäteknologisen erikoistyön pohjalla.

Helsingissä tammikuun 1. p:nä 1952.

Gustaf Sirén.

Sisällysluettelo

Johdanto 3
Aineiston keruu ja käsittely 4
Rungon mukautumisesta muuttuneisiin olosuhteisiin 6
Lustojen paksuuden muuttumisesta 6
Muotoluvun muuttumisesta 8
Kesäpuuprosentin vaihtelusta 9
Lustojen anatomisista muutoksista 12
Rungon tilavuuspainon vaihtelusta 14
Luston paksuuden, kesäpuuprosentin ja tilavuuspainon välisistä suhteista 17
Juuriston muutoksista 20
Lustojen paksuuden muuttumisesta 20
Havaintoja kesäpuuprosentin vaihtelusta 21
Havaintoja tilavuuspainosta 22
Morfologisista muutoksista 23
Latvuksen reaktiosta 24
Tutkimustulosten yhdistäminen 25
Metsänhoidollisia ja metsäteknologisia päätelmiä 27
Kirjallisuusluettelo 30
Summary 34

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Johdanto

Puiden kasvu määräytyy kuten tunnettua perinnöllisten, fysiologisten ja mekaanisten tekijäin ohella myös ulkonaisten olosuhteiden mukaan. Ympäristötekijäin muodostama erittäin monimutkainen tekijäyhdistelmä vaikuttaa näin ollen sekä puun ulkoasuun että sen sisäiseen rakenteeseen sangen huomattavasti. Puuaines koostuu näet erilaiseksi sisäisten ja ulkonaisten olosuhteiden vaihdellessa tekijäyhdistelmästä toiseen.

Hakkuu on eräs puustoon kohdistuva toimenpide, joka saattaa aikaansaada tarpeeksi pitkäaikaisia ja usein myös niin voimakkaita muutoksia metsän siihenastiseen miljöötekijäin yhdistelmään, että yksityisten puuyksilöiden mukautumista uusiin olosuhteisiin voidaan useimmiten havaita. Vanhastaan on tunnettua, että puiden kasvu yleensä suurenee kohtuullisten harvennusten ja väljennysten jälkeen. Mainitaan myös, että välittömästi hakkuun jälkeen muodostuu löyhärakenteista puuainesta, joskin päinvastaisiakin väitteitä löytyy metsäkirjallisuudesta. Voimakkaiden hakkuiden, nimenomaan äkillisesti vapauttavien hakkuiden on yleensä todettu lisäävän puun läpimitan kasvua, mutta varsin epätasaisesti ja siten, että vain kasvun painopiste on siirtynyt rungon yläosasta sen alaosaan, josta kasvun määritys yleensä suoritetaan. Tässäkin suhteessa esiintyy ristiriitaisia käsityksiä eri tutkijain kesken. Näistä käsityksistä riippumatta voitaneen kuitenkin olettaa, että äkilliset muutokset todella saattavat häiritä puiden fysiologisia toimintoja ja täten vaikuttaa puun kasvuun ja myös varsinaisen hyötykappaleen, eli puun rungon muodostumiseen. Liian voimakkaat hakkuut aiheuttavat yleensä puussa erilaisia reaktioita, jotka sinänsä saattavat joskus olla jopa tuhoihin verrattavia tai sellaisiksi muodostuvia. Mikäli puut selviävät näistä mahdollisista primäärisistä vahingoista, ne saattavat vielä myöhemmin joutua mitä moninaisimpien sekundääristen tuhojen kohteeksi. Hakkuiden tässä mielessä negatiiviset seurausilmiöt ovatkin mielenkiintonsa vuoksi jo joutuneet erikoisselvittelyn kohteiksi (K a n g a s 1946). Koska hakkuiden vaikutus puiden kehitykseen on varsin monitahoinen kysymys, josta muun muassa joitakin metsänhoidon tekniikan ja metsäteknologian tärkeimpiä yhtymäkohtia on löydettävissä, lienee tarkastelun suorittaminen tästäkin näkökulmasta varsin aiheellinen. Käsillä oleva tutkimus pyrkiikin omalta vaatimatto-

malta osaltaan selvittämään edellä mainittuun yhtymäkohtaan liittyviä erikoiskysymyksiä tutkimalla, miten äkillisesti vapauttava hakkuu vaikuttaa siemenpuiksi jätettyjen ja hyönteis- ja sienituhoista säästyneiden kuusien rakenteeseen korpimailla. Kyseessä oleva hakkaustapa edellä mainitulla kasvupaikalla johtaa näet erittäin voimakkaaseen ympäristötekijäin muodostaman tekijäyhdistelmän muuttumiseen, mikä seikka on omiansa tehostamaan puun mukautumista muuttuneisiin olosuhteisiin, ja siten myös helpottamaan tämän tarkastelun suorittamista.

* * *

Käsillä olevassa tutkimuksessa on päähuomio kiinnitetty vapauttavan hakkuun aikaansaamiin kuusen rungon rakenteellisiin muutoksiin. Tästä syystä ovat etupäässä uloimmat lustokot joutuneet erikoisselvittelyjen kohteiksi. Luston paksuuden, kesäpuuprosentin ja puuaineksen lujuutta erinomaisesti kuvaavan tilavuuspainon vaihtelujen selvittely on tällöin ollut tärkein päämäärä. Näiden runkoon kohdistuneiden osatutkimusten lisäksi havaittiin välttämättömäksi ulottaa tarkastelu koskemaan myös juuristoa. Tutkimustulosten yhdistämisen helpottamiseksi ja biologisen kausaalisuuden selvittämiseksi tehtiin myös orientoivia havaintoja latvuksen kasvusta sekä joistakin vuosilustojen anatomiaan liittyvistä seikoista.

Aineiston keruu ja käsittely

Aineisto kerättiin kokonaisuudessaan v. 1947 Pohjois-Hämeessä sijaitsevan Korkeakosken hoitoalueen korpimailla. Tutkimukseen tarvittavat kymmenen koepuuta (vrt. Paul 1930, Petrini 1937, Volkert 1940 ja Klem 1949) valittiin huolellisen tiedustelun jälkeen melko äskettäin erittäin voimakkailla hakkuilla käsitellyistä korpikuusikoista, joissa puut olivat jääneet hakkuun jälkeen yksittäisiksi siemenpuiksi. Yleensä näille ympäröivän metsän suojaamille kapeille korpikaistaleille siemenpuiksi jätetyt kuuset olivat normaalisti kehittyneitä ja, yhtä puuta lukuun ottamatta, todennäköisesti valtapuustoon kuuluneita yksilöitä. Kuori oli kaikilla terve, ja latvukset elinvoimaisia. Hakattujen korpikaistaleiden leveys vaihteli 50—200 m:n välillä.

Puut kaadettiin lyhyeen kantoon ja rungosta sahattiin kiekkoja yhden metrin välein. Juuristoja kaivettiin osittain esille ja paksuimmista juurista sahattiin kiekkoja n. 0.5 m välein. Puiden ikä määritettiin yhdistettyä iän määritysmenetelmää käyttäen (Sirén 1950), mutta muut puun tunnukset määritettiin tavanmukaisella tavalla. Latvukset mitattiin ja neulastosta tehtiin muistiinpanoja. Kasvupaikan suhteen olivat puut vertaus-

kelpoisia, ja viimeisen hakkuun ja tutkimusajankohdan välinen aika vaihteli 7—13 vuoteen.

Hakkuun vuosilustoihin aikaansaaman vaihtelun selvittämiseksi suoritettiin lustojen paksuuden mittaus lustomittarilla kustakin kiekosta neljässä pääilmansuunnassa. Tällä mittaustavalla pyrittiin tyydyttävällä tarkkuudella määrittämään vuosiluston kehityksen laatu välittömästi ennen hakkuuta ja sen jälkeen. Kaikkiaan suoritettiin noin 12 000 mittausta.

Tässä yhteydessä määritettiin myös kesäpuuprosentti lustoittain ja aikajaksoittain. Aikajaksot määritettiin puun kasvun perusteella siten, että hakkuuta edeltänyt aika jaettiin 10-vuotisjaksoihin ja hakkuun jälkeinen aika ns. mukautumisjaksoon, joka vaihteli 2—5 vuoteen, sekä ns. lihomisjaksoon. Näiden molempien viimeksi mainittujen jaksojen välinen raja oli yleensä yllättävän selvä. Tämä osa mittaustyöstä rajoitettiin käsittämään tyvikiekot ja sen yläpuolella kaikkien parittomien metrilukujen kiekot, kuitenkin siten, että varsinainen mittaus tapahtui vain kahdessa vastakkaisessa ja edustavassa suunnassa ympäryksestä ytimeen saakka.

Tilavuuspainon määrittämistä varten paloiteltiin kiekot huolellisesti vuosilustoja seuraten kasvujaksojen mukaisiin kappaleisiin, joita tuli noin 100 kpl. puuta kohden. Merkinnän ja punnituksen jälkeen kuivattiin yhden koepuun koekappaleet kerrallaan 3 vrk + 103° C:n lämpötilassa. Tätä seurasi parafinoiminen ja tilavuuspainon määritys Kinnmanin ja Jalavan upotusmenetelmää noudattaen. (Kinnman 1923 a ja Jalava 1945). Veden lämpötila oli pysyväisesti 20° C. Uuttamista ei suoritettu, minkä vuoksi koekappaleiden tilavuuspainon määrityksen tulokset ovat vertauskelpoisia lähinnä Johanssonin (1939) tutkimustulosten kanssa.

Parafinoimisesta johtuvan mittausvirheen määrittämiseksi suoritettiin vertailumittauksia 70 koekappaleesta Kinnmanin ohjeiden mukaan (1923 a). Sen johdosta, että kunkin sarjan pienimmät koekappaleet aina upotettiin ensiksi, jäi suurimpien kappaleiden parafiinikerros jäähtymisen vuoksi hivenen verran paksummaksi. Yleensä suojakerros jakaantui tasaisesti yli koekappaleen pinnan, painon lisäyksen jäädessä aina 50 cm^2:iin saakka alle 7 mg/cm^2. Koekappaleiden minimisuuruudeksi saatiin 1 g:n kappale, joka vastasi noin 2.0—2.5 cm^3:n volyymiä ja noin 11—13 cm^2:n pinta-alaa. Tutkimuksessa on kuitenkin käytetty joitakin pienempiäkin koekappaleita, koska parafiiniin imeytyneen veden määrä koekappaleen painoon verrattuna ei punnitustoimituksen aikana noussut 0.15 % suuremmaksi. Lisäksi parafiinikerros sulki myös poikkileikkauspintojen avoimet vesisolut. Parafiinilisästä aiheutuvasta epätarkkuudesta, joka nimenomaan pienissä kappaleissa oli suhteellisen suuri, päästiin määrittämällä parafiinikerroksen tilavuus; erillinen tilavuuspainon määritys antoi näet käytetylle parafiinille arvon 0.89.

Kaikkien koekappaleiden tilavuuspaino laskettiin seuraavan kaavan mukaan:

$$r^\circ = \frac{G^\circ}{V^\circ} = \frac{(G^\circ + Pg) - Pg}{(V^\circ + Pv) - Pv}$$

jossa G° = koekappaleen kuiva paino (+ 103°),
V° = koekappaleen tilavuus kuivana (+ 103°),
$(G^\circ + Pg)$ = parafinoituneen koekappaleen paino,
$(V^\circ + Pv)$ = parafinoituneen koekappaleen tilavuus,
Pg = koekappaletta suojaavan parafiinikerroksen paino,
Pv = koekappaletta suojaavan parafiinikerroksen tilavuus.

Juuristojen kohdalta suoritettiin tilavuuspainon määritys vain yhdestä koepuusta. Juuristoon kohdistuneista muista tutkimuksista on tehty selkoa myös toisessa yhteydessä (Sirén 1950).

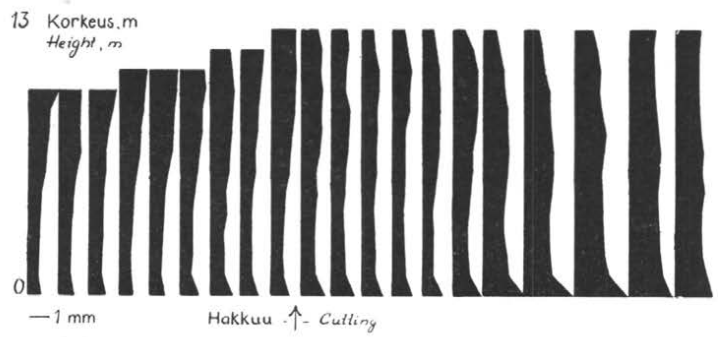
Hakkuun aikaansaamat anatomiset muutokset trakeidien rakenteeseen tutkittiin mikrotomilla leikatuista näytteistä. Mittaukset suoritettiin 0.0005 mm:n tarkkuudella.

Rungon mukautumisesta muuttuneisiin olosuhteisiin

Luston paksuuden muuttumisesta

Tämä osatutkimus muodostaa tutkimuksen perustan, ja sen tulokset vahvistavat joukon vanhastaan tunnettuja seikkoja. Verrattaessa laskettujen keskiarvojen perusteella yksityisiä vuosilustoja keskenään havaitaan kunkin luston paksuuden vaihtelevan normaalisti hakkuuta edeltäneenä aikana. Paksuus on säännöllisesti suurin kunkin vuosiluston yläosassa (kuva 1, pystynuolesta vasemmalle). Tässä kehitysvaiheessa olevan puun luston normaalille rakenteelle näyttää kapea ala- ja keskiosa olevan ominaista. Samaan aikaan näyttää yhä ylemmäksi siirtyvä kulloinkin nuorimman luston paksuhko yläosa aikaansaavan puun runkomuodon vähittäistä paranemista (vrt. esim. Topcuoglu 1940, s. 494). Tämä yksityisten lustojen rungon yläosan paksuuskasvua suosiva rakenteellinen erikoisuus ei kuitenkaan johda mahdottomuuksiin, mikä johtuu osittain puun pituuskasvusta ja osittain siitä, että puun rungon muoto yksityisten lustojen sisäpuolella on nuorella iällä kartiomainen ja myöhemmin lienee lähinnä neiloidin ja paraboloidin välimuoto.

Tämä lustojen normaali kehitys häiriintyy kuitenkin voimakkaasti silloin, kun äkillinen hakkuu muuttaa puun kehitykseen vaikuttavien ympäristötekijäin muodostamaa tekijäyhdistelmää. Normaalin luston selvin tunnus, paksuin kohta luston yläosassa, häviää näet, ja välittömästi vapaut-



Kuva 1. Luston pystysuora sivuprofiili ennen vapauttavaa hakkuuta (pystynuolesta vasemmalle) sekä sen muuttuminen hakkuun jälkeisenä mukautumis- ja lihomisjakson aikana.

Fig. 1. Structure of the vertical profile of the annual ring before the relasing cutting (to the left from the vertical arrow) and the change of the structure during the periods of adaptation and increased growth.

tavan hakkuun jälkeisenä kasvukautena syntyneissä lustoissa on paksuin kohta luston alaosassa, aivan maan rajassa (kuva 1, pystynuolesta oikeaan). Lisäksi voidaan havaita, että ko. lustot ovat 1 m:n korkeudelta latvaan saakka ohentuneet varsin huomattavasti. Kysymyksessä lienee vain tyvilaajeneman vahvistuminen. Tästä Nördlingerin ajoilta saakka tunnetusta ilmiöstä tekevät lähemmin selkoa kuusen kohdalta mm. Behre (1932), Windirsch (1936), Trendelenburg (1939), Hagberg (1942), ja Näslund (1942). Männyn kohdalta ovat mm. Fahlcrantz (1901), Krauch (1924), Nyblom (1927), Meyer (1931), Tirén (1934), Jalava (1934), Petrini (1937), Hagberg (1942), Lehto (1948) ja Nyyssönen (1952) ym. todenneet samansuuntaista paksuuskasvun painopisteen siirtymistä. Amerikassa ovat mm. Curran (1936) ja Paul (1941) kiinnittäneet huomiota tähän ilmiöön harvennushakkausten yhteydessä.

Tämä korostetusti tyvilaajenemaa käsittävä rungon paksuuskasvun vaihe on tutkituissa koepuissa kestänyt 2—5 v:een. Hakkuissa vapautetun puun mukautumistapahtuma kuvastuu täten ainakin osittain yksityisten lustojen rakenteessa.

Mukautumisjakson jälkeen on paksuuskasvu siirtynyt tyvilaajenemasta yhä ylemmäksi käsittäen lopuksi suurimman osan rungosta. Tällöin voidaan puhua myös todella lisääntyneestä kasvusta, sillä luston paksuus saattaa suureta huomattavasti. Tämä vaihe on kestänyt ko. koepuissa vähintään 10 vuotta. — Kuvaavaa tutkittujen koepuiden reaktiotapahtumalle on poikkileikkauspinnan kasvuprosentin vaihtelu, joka 10-vuotiskautena ennen hakkuuta oli ko. kuusissa vaihdellut 1—5 %, laskien mukautumisjakson aikana 1—2 %, nousten tämän jälkeen jopa 4—8 %:iin saakka, ollen eri kehitysvaiheissa vastaavasti keskimäärin 3.2, 1.7 ja 6.0 %.

Muotoluvun muuttumisesta

Kasvun keskittyminen rungon alaosaan merkitsee ymmärrettävästi runkomuodon huonontumista joko tilapäisesti tai pysyväisesti riippuen kasvun painopisteen myöhemmästä siirtymisestä. Vapauttavan hakkuun ei kuitenkaan välttämättä aina tarvitse merkitä runkomuodon huonontumista (vrt. Hagberg 1942, Näslund 1942 ja Enander 1947), vaan saattaa myös käydä niin kuin tämän tutkimuksen ainoan vallitun koepuun (C); hakkuun jälkeen runkomuoto parani (vrt. Kunze 1905, Nyblom 1927 ja Behre 1932). Numeerisesti oli hakkuu vaikuttanut tutkittujen koepuiden runkomuotoon seuraavasti (taulukko 1):

Taulukko 1. Hakkuun vaikutus puun muotolukuun.
Table 1. Effect of release upon the form factor.

Koepuu — *Sample tree*									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	K
Muotoluku tutkimusajankohtana v. 1947 — *Form factor in 1947*									
0.74	0.86	0.53	0.72	0.71	0.78	0.74	0.85	0.75	0.82
Muotoluku hakkuuajankohtana — *Form factor at the time of release*									
0.74	0.86	0.47	0.72	0.71	0.80	0.74	0.85	0.83	0.84

Mainittakoon, että koepuun C:n runkomuodon paraneminen johtui latvuksen sisällä olevan rungon osan voimakkaasta paksuuskasvusta, joka alkoi jo kolmantena kasvukautena hakkuun jälkeen.

Korostettakoon vielä, että kysymyksessä on sulkeutuneista metsiköistä vapautetut puut. Petrinin (1937, s. 565) havainto runkomuodon lievästä paranemisesta erään aikaisemmin melko vapaan männyn jouduttua hakkuun johdosta vielä vapaampaan tilaan saanee selityksensä edempänä esitetystä esimerkistä. Barthin (1929, s. 14) yleistävä väite vapauttavan hakkuun runkomuotoa parantavasta vaikutuksesta lienee sitä vastoin vaikeasti käsitettävissä.

Tutkimuksen tähänastisista tuloksista voitaneen tärkeimpänä pitää toteamusta, että hakkuu aiheuttaa kasvun painopisteen siirtymisen, mikä parhaiten tulee näkyviin verrattaessa keskenään ennen hakkuuvuotta ja sen jälkeen kehittyneitä lustoja. Tällöin todetaan, että yksityisten lustojen normaalisti paksuin kohta on hakkuusta aiheutuneen mukautumisjakson aikana siirtynyt luston latvaosasta sen tyviosaan ja nimenomaan lähelle maan rajaa. Tämän tuloksen muoto- ja mittausopillista merkitystä ei tässä yhteydessä ole syytä lähemmin selvittää, mainittakoon vain, että pystypuihin sovellettuja tavanmukaisia kasvuntutkimusmenetelmiä noudattaen päädytään hakkuissa vapautettujen puiden kohdalta helposti erittäin virheellisiin tuloksiin (vrt. mm. Fahlcrantz, 1901). Mainitta-

koon vielä, että L e h t o on erinomaisessa mäntyä koskevassa tutkimuksessaan päätynyt kasvun painopisteen siirtymisen suhteen samantapaisiin päätelmiin (L e h t o 1948).

Mikäli aikaisempien tutkijain tulkintaa edellä esitetyn mukautumisilmiön syysuhteista voidaan pitää luotettavana, lienee suurentunut tuulenalttius neulaston muuttuneen ekologian ohella katsottava kasvun painopisteen siirtymisen pääasialliseksi aiheuttajaksi (vrt. esim. M e t z g e r 1893, T i r é n 1928, L a i t a k a r i 1929, J a c c a r d 1930, J a l a v a 1934, C a j a n d e r 1934, K o b e r g 1936, W i n d i r s c h 1938, V o l k e r t 1940, T o p c u o g l u 1940 ja H a g b e r g 1942). Mielenkiintoisen lisäpiirteen näihin teorioihin tuo M ü n c h (1938) väittämällä kasvuaineiden ylijäämän aiheuttavan ko. kasvun painopisteen siirtymisen. T i r é n (1928 s. 139) esittää kuitenkin erään esimerkin, joka osittain kumoaa M ü n c h i n toteamuksen samalla kun se osoittaa mekaanisen ärsytyksen merkityksen varsin suureksi.

Kesäpuuprosentin vaihtelusta

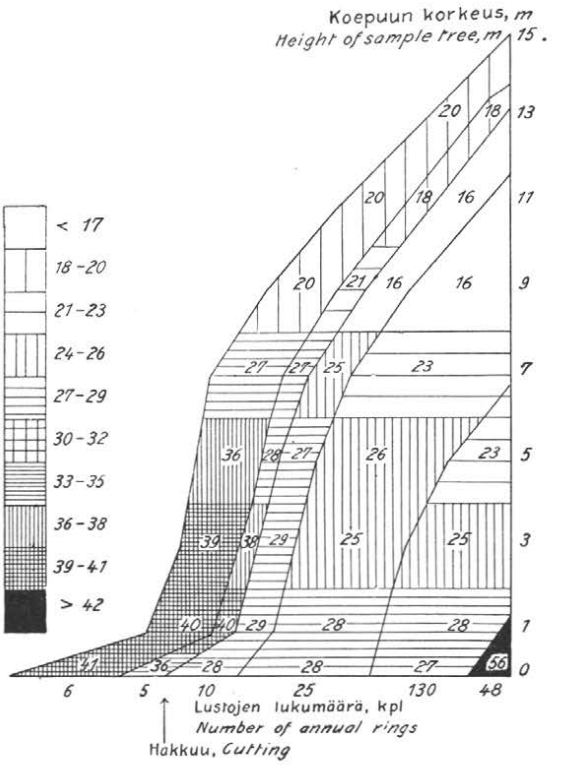
Edellä todettiin hakkuun vaikuttavan vuosilustojen paksuuteen sangen tunnusomaisella tavalla. Oli näin ollen luonnollista olettaa tämän rakenteellisen mukautumisen koskevan muitakin ominaisuuksia kuin vain lustojen määrällisiä ulottuvaisuuksia. Puut voivatkin, kuten tunnettua, reagoida muullakin tavoin kuin vain kasvattamalla paksumpia lustoja kriitillisimpiin kohtiin (vrt. esim. T r e n d e l e n b u r g 1938, s. 12—13). Tässä mielessä tutkimisen arvoisen kohteen tarjoaa nimenomaan kevät- ja kesäpuun jakautuminen yksityisissä vuosilustoissa. Niinpä esim. P a u l (1930), J a l a v a (1934), J o h a n s s o n (1939) ja T r e n d e l e n b u r g (1939) toteavat kesäpuuosuuden tietyissä tapauksissa lisääntyneen hakkuun johdosta. Myös N ä s l u n d esittää samansuuntaisia käsityksiä (1934, s. 467—469), mutta muuttaa kuitenkin myöhemmin kantaansa (1935, s. 84—86). Hänen erinomaisesta aineistostaan käy kuitenkin ilmi, että kesäpuuprosentti on hakkuun jälkeen noussut noin 19.8 %:iin sen ollessa hakkuuta edeltäneenä 10-vuotiskautena vain noin 16.0 %. Jos puun vähenevästä paksuuskasvusta johtuva vähittäinen kesäpuuprosentin normaali suureneminen ympärykseen päin otetaan huomioon, jäänee todellinen kesäpuun lisäys noin 2.5—2.7 %:iin. Hakkuuta edeltäneen 10-vuotiskauden kesäpuuprosentin osuuteen verrattuna tämä merkitsee noin 15—17 %:n lisäystä. Näin ollen lienee N ä s l u n d i n päätelmä kesäpuuprosentin riippumattomuudesta hakkuiden voimakkuudesta virheellinen, vaikkakin W i n d i r s c h myöhemmin (1936, s. 559) esittää samanlaisia käsityksiä. Koska tähänastiset tutkimustulokset edellä esitetyn perusteella näyttävät olevan ristiriitaisia, on sitä aiheellisempaa selvittää, miten tämän tutkimuksen koepuut olivat reagoineet hakkuun johdosta. Kun kuitenkin yhden

ainoan vuosiluston kesäpuuprosentin määritys todettiin hankalaksi ja jossakin määrin epätarkaksi, suoritettiin tämä osaselvittely eri kehitysvaiheiden tarjoamissa puitteissa. — Sydänpuun muodostumisesta, jolla myös lienee huomattava merkityksensä esim. yli-ikäisen männyn rungon lujittumista silmällä pitäen, tehtiin vain joitakin orientoivia havaintoja, joista ei toistaiseksi voida esittää edes edeltäviä tietoja.

Ennen hakkuuta oletettiin ja todettiin puiden kasvaneen lustojen muodostumista silmällä pitäen jotakuinkin normaalisti eli siten, että lustot ohenivat vähitellen ytimestä pintaan päin (vrt. esim. Petrini 1937 ja Trendelenburg 1939). Tämä ei kuitenkaan koske aivan ensimmäisiä vuosikymmeniä, jotka epäkeskeisistä, ohuista sekä lyly- ja kesäpuurikkaista lustoista päätellen ovat olleet koepuille sangen vaikeita juromisvuosia, kuten kaikille vähemmän ravintorikkaille kasvupaikoille luontaisesti uudistuneille kuusille yleensä. Tälle seikalle Kinnman (1923 b) ja Rothe (1930) antavat huomattavan arvon lähinnä puun lahoamattomuutta ja lujuutta silmällä pitäen. Kuusen juromisesta voidaan sivumennen kuitenkin esittää joukko kielteisiäkin näkökohtia, mm. puun yleistä kehitystä (Sirén 1950) ja puun pystyssä pysymistä silmällä pitäen (Windirsch 1936, s. 559—563). Mutta myös normaalin kasvun aikana syntyneessä puuaineessa ilmenee kuitenkin melkoista vaihtelua kesäpuuprosentin suhteen. Luonteenomaista ko. vaihtelulle hakkuuta edeltäneenä aikana on kesäpuusta köyhemmän puuaineen esiintyminen rungon keski- ja latvaosissa. Tästä ilmiöstä esitetään tosin aikaisemmassa kirjallisuudessa sangen ristiriitaisia tutkimustuloksia. Esimerkkeinä mainittakoon, että mm. Lassilan (1931), Trendelenburgin (1939) ja Jalavan (1934 ja 1945) tutkimuksista ilmenee, että kesäpuuosuus yleensä on pienempi puun latvaosassa. Norjalainen Klem (1934) esittää kuitenkin toisenlaisia tuloksia.

Tästä tutkimuksesta ilmenee kuitenkin, että hakkuu on johtanut yhä suurempaan latva- ja tyvikappaleiden kesäpuuosuuden eroavaisuuteen. Ylimalkaisen käsityksen saamiseksi tästä merkittävästä ilmiöstä esitetään graafisesti eräästä edustavasta koepuusta suoritetun kesäpuuprosentin analyysin tulokset (kuva 2).

Kuvaa tarkasteltaessa havaitaan lyly- ja kesäpuurikas sisäosa, jota ympäröi aina hakkuuvuoteen saakka normaalisti muodostunut lustokko, jonka kesäpuuprosenttia kuvaavat lukuarvot ovat samaa suuruusluokkaa kuin Lassilan (1931), Jalavan (1934, 1945, 1952) ja Runebergin (1936) ja Mikolan (1950) esittämät. Vapauttava hakkuu on aiheuttanut melkoisia muutoksia koepuun vuosiluston kesä- ja kevätpuun jakautumiseen. Eniten huomiota herättää kesäpuuprosentin voimakas nousu heti hakkuun jälkeen syntyneiden lustojen tyviosassa. Tämä voimakkain vahvistuminen ei kuitenkaan mukautumisvaiheessa ole ulottunut 3 metriä korkeammalle. Myöhemmin, varsinaisen lisääntyneen paksuuskasvun



Kuva 2. Kesäpuuprosentin vaihtelu hakkuussa yksinäiseksi joutuneessa kuusessa.
Fig. 2. Variations of percentage of summer wood in a released spruce.

aikana se on kuitenkin noussut ylemmäksi, aina 5 m:iin saakka. Mielenkiintoista on todeta, että suurimmat kesäpuuprosentin lukuarvot tavataan joko aivan maan rajassa tai 1 metrin korkeudelta otetuista koekappaleista. Tämä voimakas kesäpuuprosentin lisääntyminen hakkuun jälkeen muodostuneiden lustojen tyviosassa ei kuitenkaan koko aineiston perusteella lasketuista keskimääräisistä suhdeluvuista päätellen näytä jatkuvan loppumattomiin, sillä aivan uloimmissa lustoissa on joissakin tapauksissa jo kesäpuuprosentin pienenemisen merkkejä havaittavissa mm. maan rajassa. Tämä koskee nimenomaan niitä puita, joiden vapauttamisesta on kulunut enemmän kuin 10 vuotta. (Taulukko 2.)

Taulukko on laadittu siten, että kaikkien koepuiden hakkuuta edeltäneen viime 10-vuotiskauden lustokosta löytyvä kesäpuuprosentin maksimiarvo on merkitty 100:ksi. Tämä maksimikohta sijaitsi yhtä poikkeusta lukuun ottamatta 3 m:n korkeudella ja silloinkin ero oli vain 0.1 %. Tähän suhteelliseen perusarvoon verrattiin muita kesäpuuprosentin lukuarvoja. Mielenkiintoista on todeta hakkuun aikaansaaneen yleisen kesäpuuprosentin lisääntymisen pitkin koko runkoa, joskin kesäpuun voimakas keskittyminen lustokoiden tyviosaan ja nimenomaan

Taulukko 2. Hakkuun aiheuttama kesäpuuprosentin suhteellinen vaihtelu kuusen rungon eri korkeuksilla.

Table 2. Proportional variation of summer wood percentage, caused by releasing, at different heights of the trunk

Kehitysvaihe *Period of development*	Kesäpuuprosentin määrityskohdan korkeus, m *Point of determination of summer wood percentage, m*								
	0	1	3	5	7	9	11	13	15
Hakkuuta edeltänyt 10-vuotiskausi *Decennary preceding releasing cutting*	Kesäpuuprosentin suhteelliset arvot *Relative figures concerning percentage of summer wood*								
	96	98	100	92	88	76	75	72	(70)
Hakkuun jälkeinen mukautumisvaihe 2—5 v. *Period of adaptation following releasing cutting, 2—5 years*	146	136	127	113	106	87	86	78	(80)
Lihomisvaihe 3—11 v. *Period of increased growth, 3—11 years*	135	136	133	121	108	102	87	83	(80)

maan rajaan on mukautumistapahtumalle luonteenomaista. Lihomisvaiheen aikana tapahtuu lievää tasaantumista.

Kuvasta 2 ilmenee myös edellä mainittu kesäpuuprosentin ± säännöllinen väheneminen latvaan päin siirryttäessä. Tämä väheneminen on tyypillistä kaikille puun eri kehitysvaiheille, joten voidaan täysin oikeutetusti tarkastella kesäpuun jakautumista kunkin kehitysvaiheen lustokon puitteissa erikseen. Jos tämä tarkastelu suoritetaan siten, että koepuiden eri kehitys- ja kymmenvuotiskausien lustokon latvanosan kesäpuuosuus ilmaistaan sadanneksena tyviosan kesäpuuosuudesta, havaitaan kesäpuun lisääntyvän puun vanhetessa suhteellisesti enemmän puun tyviosassa kuin sen latvaosassa. Mainittakoon, että Runebergin (1936) pienestä tutkielmasta ilmenee vertauskelpoisissa kohdissa samansuuntaisia tuloksia, ja lisättäköön vielä, että todettu asianlaita vahvistaa aikaisempien sekä mäntyä että kuusta käsittävien tutkimusten tuloksia (Jalava 1934 ja 1945).

Erikoista huomiota herättää hakkuun voimakas vaikutus kesäpuun paikalliseen esiintymiseen.

Lustojen anatomisista muutoksista

Edellä kuvattuja rungon rakenteellisia muutoksia tutkittaessa tehtiin myös havaintoja yksityisten lustojen erilaisesta rakenteesta rungon eri korkeuksilla ja ennen muuta eri kehitysvaiheissa. Koska on ilmeistä, että vesisolujen lukumäärä, koko ja seinän paksuus lienevät määräävimpiä

Taulukko 3. Erään koepuun vesisolujen lukumäärän, soluontelon säteensuuntaisen läpimitan, soluseinän paksuuden ja lustonosien paksuuden vaihtelut eri korkeuksilla ja eri kehitysvaiheissa.
I = Viimeinen 10-vuotiskausi ennen hakkuuta.
II = Hakkuun jälkeinen mukautumisvaihe.
III = Lihomisvaihe.

Table 3. Variation of the number of tracheids, the radial diameters of lumens, the width of cell-walls and of spring- and summer wood at different heights of a sample tree.
I = Decennary preceding releasing cutting.
II = Period of adaptation following releasing cutting.
III = Period of increased growth.

Kehitysvaihe *Period of development*	Määrityskohdan korkeus, m *Point of determination*	Vesisolujen lukumäärä, keskimäärin; kpl, *Average number of tracheids,*		Soluontelon yleisin säteen suuntainen läpimitta, 0.001 mm *Main radial diameter of lumen, 0.001 mm*		Soluseinän paksuus, 0.001 mm *Width of cell-wall, 0.001 mm*		Luston osan paksuus, mm *Width of*	
		kevätpuu *in spring-wood*	kesäpuu *in summer-wood*	kevätpuu *in spring wood*	kesäpuu *in summer-wood*	kevätpuu *in spring-wood*	kesäpuu *in summer-wood*	kevätpuu *spring-wood, mm*	kesäpuu *summer-wood, mm*
I	0	35	12	25—40	7—14	2.0—3.5	5.0—7.0	1.120	0.320
II		64	29	20—35	4—14	1.5—3.0	5.0—7.5	1.980	0.520
III		98	50	25—45	8—14	2.0—4.0	6.0—8.0	4.060	1.280
I	2	25	12	25—40	4—11	2.0—4.0	5.0—7.0	0.980	0.260
II		20	15	20—35	2—10	1.5—2.5	6.0—7.5	0.540	0.980
III		56	21	25—35	2—11	2.0—4.0	5.5—7.5	2.010	0.480
I	4	28	15	30—40	2—14	2.5—3.5	5.0—7.5	1.020	0.300
II		23	19	25—35	2—10	1.5—2.5	6.0—7.0	0.830	0.380
III		52	26	25—40	2—12	2.0—3.5	5.0—7.5	2.030	0.510
I	8	34	13	30—40	2—12	2.0—3.5	5.0—7.0	1.910	0.280
II		35	11	20—30	2—12	2.0—3.0	5.0—7.0	1.200	0.230
III		56	20	25—35	2—13	2.0—3.0	5.0—7.5	1.980	0.320
I	10	40	12	30—40	2—10	2.0—3.0	4.0—6.0	1.440	0.260
II		36	9	20—30	2—10	2.0—3.0	4.0—7.0	1.220	0.180
III		68	16	25—35	2—11	2.5—3.0	4.5—7.0	1.340	0.220

tekijöitä vuosilustojen koostumista silmällä pitäen, katsottiin aiheelliseksi suorittaa joitakin pistokokeita asian valaisemiseksi. Seuraavassa esitetään erään koepuun eri korkeuksilta valittujen ja eri kehitysvaiheita edustavien keskimääräisten lustojen vesisolujen lukumäärää, kokoa ja seinän paksuutta esittäviä lukuja (taulukko 3).

Tuloksia tarkasteltaessa havaitaan mm., että koko vuosilustoa muodostavien vesisolujen lukumäärä hakkuuta edeltäneenä 10-vuotiskautena on vaihdellut 37—52 kpl välillä ollen pienimmillään siinä kohdassa runkoa, 2 m:n korkeudella, missä myös paksuuskasvu on ollut pienin. Latvaosasta löytyivät sekä suurin paksuuskasvu että useimmat trakeidit. Solujen rakenne näyttää melko samanlaiselta kaikilla korkeuksilla.

Hakkuu on kuitenkin aikaansaanut melkoisen muutoksen trakeidien koossa ja niiden lukumäärässä. Maan rajassa olevaa rungon osaa lukuun

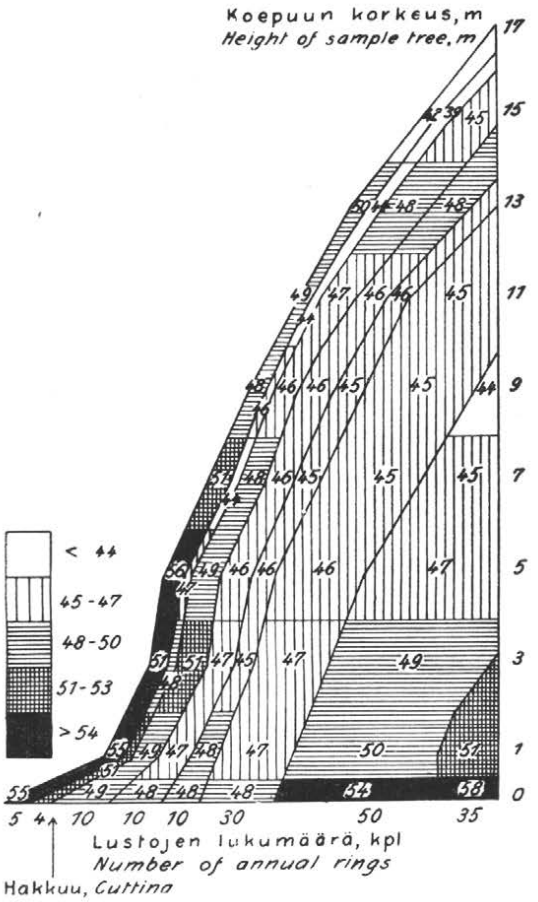
ottamatta on trakeidien kokonaismäärä eri korkeuksilla laskenut tosin vain vähäisesti, mutta niiden jakautumisessa kevät- ja kesäpuuhun on havaittavissa suuri muutos. Rungon yläosan (8—10 m) kesäpuuosaan sisältyvien trakeidien lukumäärä on näet alentunut jonkin verran, kun sen sijaan tyviosan (0—4 m) kesäpuuosaan sisältyvien trakeidien lukumäärä on noussut entisestään. Aivan erikseen on mainittava maan rajassa olevan lustonosan muodostuminen. Tällä kohtaa on luston trakeidien lukumäärä noussut erittäin huomattavasti ja suhteellisesti enemmän kesäpuuta muodostavien trakeidien kohdalta. Kaikkiaan vaihtelee vesisolujen lukumäärä saman luston puitteissa 93—35 kpl:n välillä, edellinen luku maan rajassa; jälkimmäinen 2 m:n korkeudella. Huomattavaa on, että kevätpuutrakeidien soluontelon laajuus on hiukan pienentynyt entisestään pitkin runkoa. Soluseinän paksuus on selvimmin suurentunut vain kesäpuutrakeideissa 2 m:n korkeudella.

Lihomisvaihetta kuvaa kaikkien solujen ja ennen muita kevätpuutrakeidien lisääntynyt lukumäärä. Maan rajassa on kesäpuuta muodostunut edelleen eniten. Kevätpuun soluontelot näyttävät jälleen suurentuneen. Solujen lukumäärä näyttää tasaantuneen hiukan pitkin runkoa vaihdellen 148—76 välillä. Soluseinän paksuudessa havaitaan selvä ero mukautumisvaiheen sekä aikaisemmin ja myöhemmin muodostuneen kevätpuun vesisolujen välillä; mukautumisvaiheen aikana näyttävät ko. soluseinät kasvaneen hyvin ohuiksi.

Rungon tilavuuspainon vaihtelusta

Kesäpuuprosentin vaihtelua selvitettäessä havaittiin, kuten edellisestä on käynyt ilmi, melkoista säännönmukaisuutta yksityisissä koepuissa. Tilavuuspainon suhteen olisi näin ollen ollut odotettavissa samansuuntaista vaihtelua. Näin ei kuitenkaan eri yksityistapauksissa aina ollut; arvatenkin siitä syystä, että tilavuuspainoon vaikuttaa muitakin tekijöitä kuin vain luston kesäpuuosuus. Yksityisiä puita tutkittaessa havaittiin kuitenkin useimmissa tapauksissa kesäpuuprosentin vaihtelun suureksi osaksi määränneen tilavuuspainonkin vaihtelun. Ilmiötä selvittää edustavasti kuva 3.

Tästä graafisesta esityksestä ilmenee selvästi hakkuun negatiivinen vaikutus puuaineen homogeenisuuteen. Hakkuun jälkeen syntynyt lustokko poikkeaa normaalisti kehittyneistä lustokoista varsin huomattavasti. Tosin puun ydintä ympäröivät lustokot poikkeavat vielä enemmän normaalista, mutta on muistettava, että sisimpien, puun nuoruusvuosien juromisesta juoruavien lustokoiden tilavuudellinen osuus on tässä tapauksessa, kuten yleensäkin, sangen pieni muuhun runkoon verrattuna. Usein tämä »juropuu» on rungon raskainta puuta. Sitä ympäröivät normaalista puusta muodostuneet lustokot, joille on ominaista suhteellisen pieni tila-



Kuva 3. Edustava tilavuuspainon ($r_0 \times 100$ g/cm^3) jakaantuminen hakkuussa vapautetussa puussa. Vertaa yhtäläisyyttä kuvaan n:o 2. Kysymyksessä eräs toinen koepuu.
Fig. 3. Representative variation of volume weight ($r_0 \times 100$ g/m^3) in a tree released by cutting. Compare to the similarity in fig. no. 2 s. 11 which shows another tree.

vuuspainon vaihtelu (vrt. J a l a v a 1945, 1952 ja B ö ö k 1944). Tavallisesti kevein puuaines löytyy latvaosasta tai joskus välittömästi rungon keskikohdan yläpuolelta. Tämä suhde havaitaan myös hakkuun jälkeen syntyneissä lustokoissa. Mielenkiintoista on todeta, että hakkuu ensin aikaansaa tilavuuspainon suhteen jopa noin 5 metrin korkeuteen saakka ulottuneen ensireaktion, joka varsin hyvin vastaa hakkuun aiheuttamaa kesäpuuprosentin vaihtelua. — Koko aineistoa kuvaavat suhteelliset tilavuuspainon lukuarvot ilmentävät myös selvästi tämän seikan (taulukko 4).

Kuten jo edellä mainittiin, esiintyy poikkeuksia tästä yleisestä säännöstä. Erästä koepuuta tutkittaessa havaittiin kesäpuuprosentin ja tilavuuspainon kehittyneen muista koepuista poikkeavalla tavalla. Viimeistä hakkuuta edeltäneenä aikana oli rungon tyviosaan kehittynyt tavallista kesäpuupitoisempaa puuta eikä puussa ollut hakkuun jälkeisissä lustoissa

Taulukko 4. Hakkuun aiheuttaman tilavuuspainon suhteellinen vaihtelu kuusen rungon eri korkeuksilla.

Table 4. Proportional variation of the volume weight, caused by releasing cutting, at different heights of the trunk.

Kehitysvaihe *Period of development*	Tilavuuspainon määrityskohdan korkeus, m *Point of determination of true specific gravity, m*								
	0	1	3	5	7	9	11	13	15
Hakkuuta edeltänyt 10-vuotiskausi *Decennary preceding releasing cutting*	Tilavuuspainon suhteelliset arvot *Relative figures of true specific gravity*								
	96	98	100	97	94	93	93	92	(92)
Hakkuun jälkeinen mukautumisvaihe *Period of adaptation following releasing cutting*	104	107	105	102	94	94	90	91	(92)
Lihomisvaihe *Period of increased growth*	98 [1]	105	106	102	96	94	93	95	(93)

havaittavissa mitään merkkejä vahvistumiskasvusta. Tämä yllättävä poikkeus saanee kuitenkin selityksensä siitä, että ko. puu oli 8 ja 20 v. sitten viereisellä kuviolla tapahtuneiden hakkuiden johdosta joutunut tuulille tavallista alttiimpaan asemaan. Ilmeisesti viimeksi toimitettu vapauttava hakkuu ei enää ratkaisevasti muuttanut puun rungon kehitykseen vaikuttaneita ympäristötekijöitä (vrt. Petrini 1937).

Yhteistä kaikille tutkituille koepuille oli rungon tyvi- ja latvaosan tilavuuspainon erilaisuus, joka myös ilmenee selvästi taulukosta 3. Latvapuun keskiarvoksi saatiin 44.6 g/cm³ ja tyvipuun (tyviosa 0—6 m) 49.6 g/cm². Ero on siis 5 g/cm³ eli noin 10 %. Huomattava on lisäksi, että mikäli hakkuun jälkeisille lustokoille erotetaan omat keskiarvonsa, ero kasvaa suuremmaksi. Tilavuuspainoa tarkasteltaessa on siis havaittavissa merkittävä ero tyvi- ja latvaosien välillä. Tässä suhteessa ovat Lundberg (1928) ja Klem (1934) sekä osittain Volkert (1941) tulleet miltei päinvastaiseen tulokseen, mikä johtunee ehkä siitä, että tunturien rinteillä ja ylätasangoilla vallitsevat huomattavasti toisenlaiset ympäristötekijät kuin alavilla tasankomailla. Kyseessä oleva kuusirotu saattaa sitäpaitsi olla toinen kuin meillä (Lindquist (1948).

Useimmat tutkijat, joista mainittakoon ennen muita Lassila (1931), Vorreiter (1937), Paul (1939), Trendelenburg (1939), (1931), Vorreiter (1937), Paul (1939), Trendelenburg (1939), Johansson (1939), Volkert (1940), Lassila ja Wegelius

[1] Luvun pienuus johtuu siitä, että luston paksuus maan rajassa oli hyvin suuri ja siinä esiintyvä kevätpuu hohkaista, suurionteloista ja kevyttä. Kesäpuuosan paksuus oli absoluuttisesti ottaen suurempi kuin 1 m:n korkeudella.

(1941) ja Almqvist ja Hallmans (1947), ovat kuitenkin todenneet tilavuuspainon useimmiten olevan suurin puun tyviosassa ja pienin joko rungon keskikohdan yläpuolella tai latvassa. Tätä taustaa vasten lienee ymmärrettävä myös kuusen lumenmurtojen esiintyminen joko latvuksen alarajassa tai latvuksen sisällä (vrt. Vorreiter 1937, 1938, Windirsch 1936 ja Volkert 1940). Useimmat tilavuuspainon tutkijat ovat lisäksi todenneet tilavuuspainon kasvavan yleensä ytimestä ympärykseen päin, kuten kesäpuuprosentinkin todettiin tekevän (vrt. esim. Vintilä 1939). Tällä seikalla on etenkin puun pystyssä pysymistä silmällä pitäen sangen suuri merkitys, niinkuin Svensson (1928), Windirsch (1936) ym. ovat todenneet.

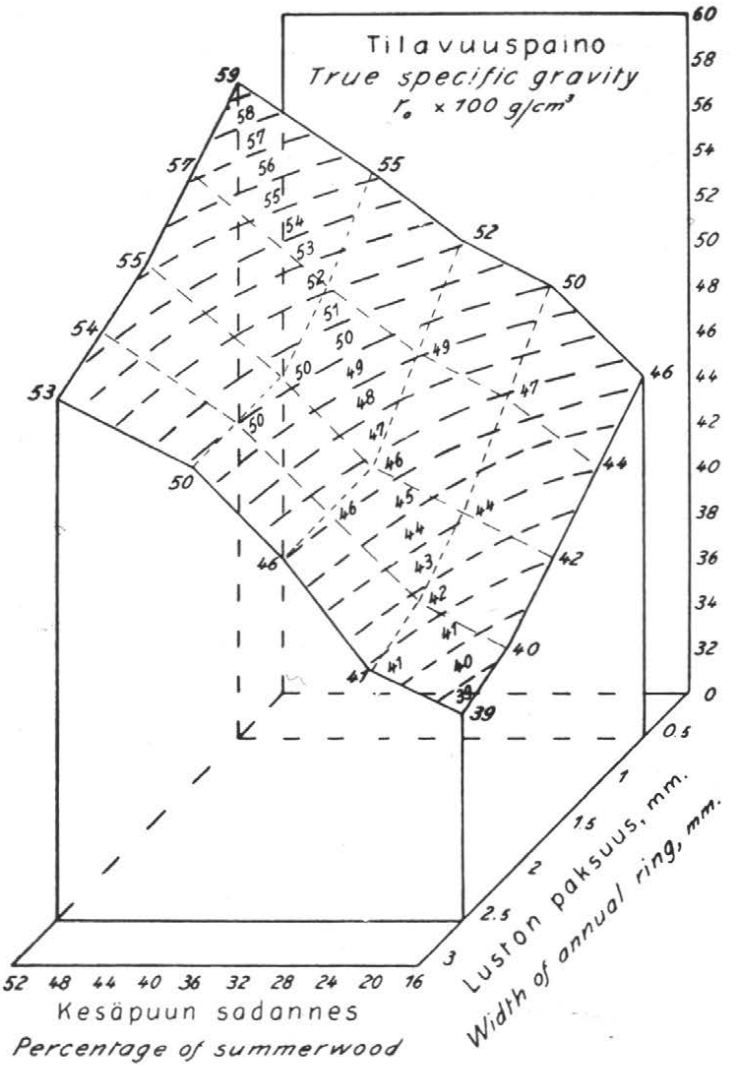
Luston paksuuden, kesäpuuprosentin ja tilavuuspainon välisistä suhteista

Edellä esitettyjen osatutkimusten yhteydessä on mainittu kesäpuuprosentin ja tilavuuspainon välillä olevan jonkinlaista riippuvaisuutta. Luston paksuudella on kuitenkin myös todettu olevan oma vaikutuksensa tilavuuspainoon (vrt. esim. Klem 1936 ja Hägglund 1936). Koska tässä ilmeisesti oli mielenkiintoinen ongelma selvitettävänä, laadittiin Trendelenburgin (1939) lehtikuusesta esittämän esimerkin mukaan kolmiulotteinen kaaviokuva tilavuuspainon, kesäpuuprosentin ja luston paksuuden välisistä suhteista. Aineisto rajoitettiin käsittämään vain ne säännöllisesti kehittyneet koekappaleet, joiden lustojen paksuus oli 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 ja 2.5 mm, yhteensä 209 kpl. (kuva 4).

Kaaviokuvaa tarkasteltaessa voidaan havaita seuraavaa:

- lustojen kesäpuusadanneksen suureneminen merkitsee kaaviokuvassa esiintyvien luston paksuusarvojen puitteissa tilavuuspainon selvää nousua.
- luston paksuuden väheneminen aikaansaa samoin ko. kesäpuusadannesten puitteissa tilavuuspainon selvää nousua.

Kaaviokuvan ulkopuolelle jääneistä hyvin ohutlustoisista koekappaleista tehtyjen havaintojen perusteella todettiin tilavuuspainon yhä nousevan luston ohetessa 0.3 mm:iin saakka. Tämän johdosta on sangen todennäköistä, että tilavuuspainon luston ohenemisesta johtuva väheneminen tapahtuu korpien kuusipuussa vasta luston paksuuden ollessa pienempi kuin 0.3 mm. Toiseltapuolen esittää Jalava (1952) esimerkin, jonka mukaan männyn tilavuuspainon maksimi olisi löydettävissä 1 mm paksuisten lustojen tienoilta. Kuusesta Jalava mainitsee po. maksimin sijaitsevan 1 mm:ä ohuemmissa lustoissa. Samaan suuntaan ja vielä selvemmin viittaa myös Volkertin (1941 s. 67—68) tutkimustulos, jonka mukaan tilavuuspainon maksimia ei vielä 0,1 mm:n paksuisissa lustoissa ollut ha-

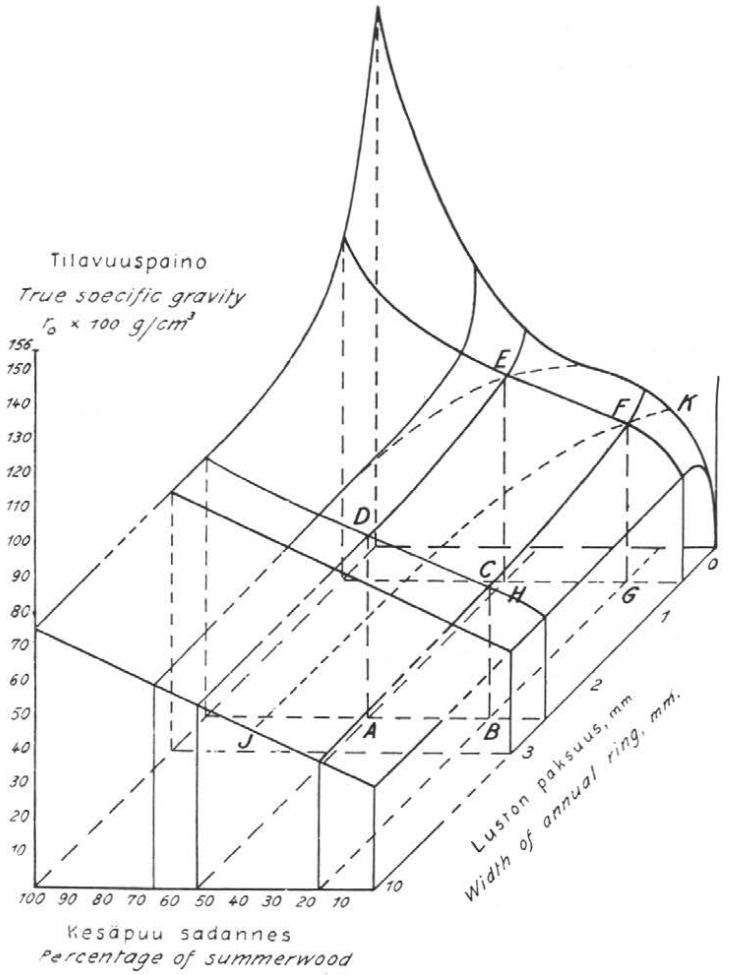


Kuva 4. Kaaviokuva kesäpuusadannes, luston paksuuden ja tilavuuspainon välisistä suhteista.

Fig. 4. Diagram showing the relations between the percentage of summer wood, the width of annual ring, and the true specific gravity.

vaittavissa. Kesäpuun esiintymiselle L a s s i l a asettaa rajan 0.05 mm:iin ja J a l a v a 0.02—0.04, mikä vastannee noin 3—5 kerrosta »nälkätrakeideja» ja jossa L a s s i l a n mukaan ei enää lähinnä fysiologisista syistä kesäpuuta voi esiintyä. Mainittakoon vielä, että esitetty kaaviokuva on hyvässä sopusoinnussa mm. J o h a n s s o n i n (1939) ja T r e n d e l e n b u r g i n (1939) havaintojen kanssa.

Erinomaisen mielenkiintoisen ajatuskokeen tarjoaa edellä esitetyn kolmiulotteisen kaaviokuvan sovittaminen ns. tilavuuspainon, kesäpuusadan-



Kuva 5. Kesäpuusadanneksen, luston paksuuden ja tilavuuspainon väliset suhteet nk. absoluuttisessa järjestelmässä. Kappale ABCDEFGH vastaa kuvaa 4.

Fig. 5. Diagram showing the relations between the percentage of summer wood, the width of annual ring, and the true specific gravity in the so called adsolute system. ABCDEFGH corresponds figure 4.

neksen ja luston paksuuden absoluuttiseen järjestelmään. Kuvitellaan fysiologisista mahdottomuuksista huolimatta luston paksuuden vaihtelevan 0.00 mm:stä hyvin suureen, esim. 10.00 mm:iin, ja samoin kesäpuuprosentin 0—100 %. Kuusen normaalin kesäpuun tilavuuspainon oletetaan olevan 0.75 ja kevätpuun 0.30 ja puun absoluuttisen painon 1.56 (P a u l 1939). T r e n d e l e n b u r g ilmoittaa ensin mainittujen arvojen olevan 0.87 ja 0.35 (1939). Uuttamattoman puun kohdalta J o h a n s s o n (1939) on todennut ko. lukuarvojen olevan 0.609 ja 0.298. Voidaan olettaa tilavuuspainon saavan arvon 0 luston leveyden ollessa 0. Kesäpuuprosentin ollessa = 0, on kevätpuuprosentti vastaavasti = 100, jolloin tilavuuspainon lukuarvo on

löydettävissä 0.30:n seutuvilta; kesäpuuprosentin saadessa lukuarvon 100 ja luston paksuuden ollessa mahdollisimman lähellä lukuarvoa 0 oletetaan puun tilavuuspainon olevan maksimaalinen eli = 1.56. Luston paksuuden ylittäessä 3 mm:ä kuvitellaan tilavuuspainon riippuvan vain kesäpuusadanneksesta (Häggl und 1944). Näiden premissien ja tämän tutkimuksen tasoitetun ja laajennetun aineiston perusteella saadaan tällöin seuraava kaaviokuva (kuva 5):

Verrattaessa kuvassa 4 esitettyä graafista kuviota yllä olevaan konstruktioon ilmenee, että tilavuuspaino todella näyttää riippuvan etupäässä vain kesäpuuprosentista luston paksuuden ylittäessä 3.0 mm. Tämä on varsin luonnollista myös sen johdosta, että kevät- ja kesäpuuosien välillä olevan epämääräisen rajavyöhykkeen merkitys vähenee jatkuvasti luston paksuuden suuretessa. Samansuuntaiseen päätelmään tuli jo Cieslar v. 1902. Luston ohenemisen vaikutus tuntuu sen sijaan voimakkaimmin vasta 1 mm:ä ohuemmissa lustoissa. — Kaaviokuva mahdollistaa raakapuun tilavuuspainon määrittämisen luston kesäpuusadanneksen ja paksuuden perusteella. Kaaviokuvasta ilmenee myös kiistattomasti ettei yksinomaan luston paksuuden perusteella voida puun laatua arvioida.

Tilavuuspainon muutoksiin kohdistuneen osatutkimuksen huomattavana tuloksena on myös pidettävä sen tarjoamaa mahdollisuutta täsmentää nykyisiä puiden kasvuntutkimusmenetelmiä (vrt. Sirén 1952).

Juuriston muutoksista

Lustojen paksuuden muuttumisesta

Hakkuun on edellä todettu vaikuttavan rungon rakenteeseen varsin tunnusomaisella tavalla. On luonnollista olettaa tämän vaikutuksen ulottuvan myös juuristoon ennen muuta siksi, että rungon reaktio todettiin erittäin voimakkaaksi nimenomaan maan rajassa eli juurten niskassa.

Juurten paksuuskasvun matemaattinen määrittäminen on kuitenkin vuosilustojen suuren epäsäännöllisyyden vuoksi varsin vaikeata, ja tästä syystä onkin seuraavassa tyydytty esittämään eri kehitysvaiheiden paksuussuhteita keskimääräisten pysty- ja vaakasuorien halkaisijain avulla. Saadut luvut ilmenevät taulukosta 5, joka on laadittu kahden edustavan koepuun neljän suurimman juuren keskiarvojen perusteella.

Taulukosta ilmenee, että ko. puiden juurten paksuuskasvu on voimakkaampi pystysuorassa kuin vaakasuorassa suunnassa. Lisäksi voidaan havaita, että hakkuu kiihdyttää juurten kasvua pystysuoran halkaisijan suuntaan voimakkaammin lähellä tyveä kuin etäämpänä. Merkittävää on vielä, että se osa vuosilustosta, joka ko. juurissa oli keskusjänteen alapuolella, yleensä oli erinomaisen ohut yläpuolella olevaan osaan verrattuna.

Taulukko 5. Hakkuun vaikutus juurten paksuussuhteisiin.
Table 5. Effect of cutting upon thickness proportions of roots.

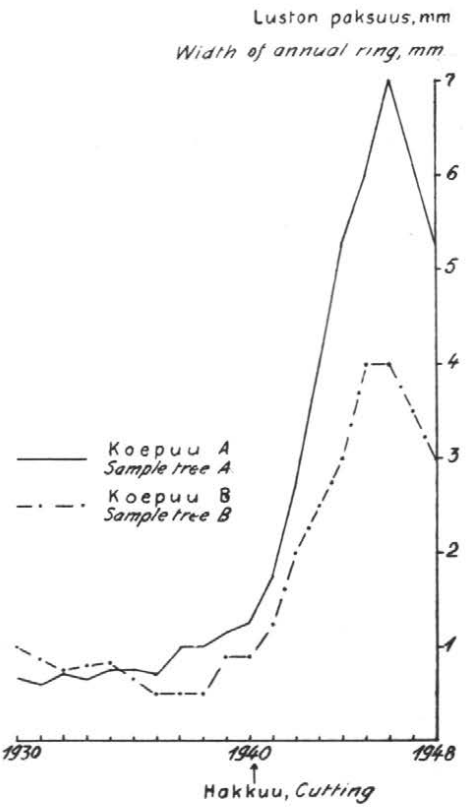
	Mittauskohdan etäisyys puun tyvestä, m *Distance from base to point of determination, m*					
	0.0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5
	Läpimitta keskimäärin, cm *Average diameter, cm*					
Juurten pystysuora halkaisija *Vertical diameter of roots* — Ennen hakkuuta *Before cutting*	17.0	12.8	7.9	5.2	4.0	3.8
Hakkuun jälkeen *After cutting*	20.4	15.6	10.3	7.3	4.6	4.3
Juurten vaakasuora halkaisija *Horisontal diameter of roots* — Ennen hakkuuta *Before cutting*	10.0	7.5	4.8	4.1	3.0	2.8
Hakkuun jälkeen *After cutting*	10.8	8.1	5.3	4.5	3.2	3.0

Viimeksi mainitun luston osan pystysuoraa paksuuskasvua edustavasta graafisesta esityksestä (kuva 6) ilmenee hakkuun vaikutus erittäin selvästi. Kiihtynyt juurten pystysuora paksuuskasvu ulottui ko. tapauksissa vain 1.2—2.5 m:n etäisyydelle saakka.

Aivan näin säännölliseksi ei kuitenkaan kuusen juurten reaktio puuta vapauttavan hakkuun johdosta aina muodostune. Esille kaivetuista juuristoista on näet havaittavissa mitä merkillisimpiä vahvistumissuuntia Juuriston morfologisten määritysten yhteydessä niistä tehdään lähemmin selkoa.

Havaintoja kesäpuuprosentin vaihtelusta

Siitä huolimatta, että hakkuu aikaansai huomattavan lisäyksen vuosilustojen kesäpuusadannekseen nimenomaan juurten niskassa ei ilmiö ulottunut varsinaisissa lankkujuurissa muutamia desimetrejä ulommaksi. Lustojen paksuuden kasvaminen oli lankkujuurissa niin voimakasta, että vaikka kesäpuuta syntyi absoluuttisesti 2—3 kertaa enemmän kuin ennen hakkuuta, ei prosenttista lisäystä voitu havaita muualla kuin rungon välittömässä läheisyydessä, toisin sanoen siinä kohdassa missä taivutuslujuuden suureneminen muuttuneiden olosuhteiden johdosta oli välttämätön puun pystyssä pysymisen kannalta. Ulommaksi siirryttäessä väheni



Kuva 6. Hakkuun vaikutus kahden koepuun lankkujuurten pystysuoraan kasvuun.
Fig. 6. Effect of the cutting in the vertical growth of the plank roots of two trees.

kesäpuuosuus jatkuvasti ja jo noin 3 m:n etäisyydessä oli juuripuu hyvin huokoista, suurionteloista vesisolukkoa, jossa ei ollut paksuseinäisiä kesäpuusoluja.

Havaintoja tilavuuspainosta

Sen johdosta, että kesäpuuosuuden todettiin vähenevän juurissa sangen nopeasti siirryttäessä rungosta juurten kärkiin päin, oli samantapainen väheneminen myös tilavuuspainon suhteen odotettavissa. Seuraavan asetelman lukusarja onkin kuvaava tälle seikalle:

Etäisyys puun tyvestä, m					
0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Koepuun juurten pintapuun keskim. tilavuuspaino					
0.48	0.45	0.42	0.40	0.38	0.36

Ennen hakkuuta oli tilavuuspaino juurissa vaihdellut 0.36—0.42 vaiheilla. Edellä esitetyssä asetelmassa oleva lukusarja vahvistaa erään vanhan käsityksen juuripuun tilavuuspainon muuttumisesta oikeaksi (vrt. O m e i s 1895 ja R i e d l 1937).

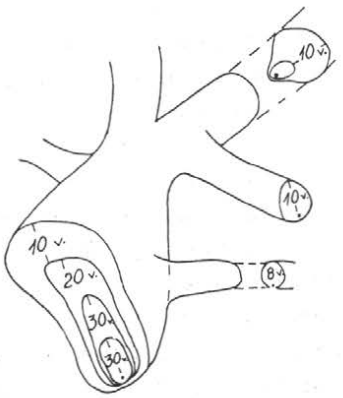
Erinomaisen mielenkiintoista oli todeta entistä huokoisemman puuaineen syntyneen hakkuun jälkeen nimenomaan juurten entistä paksumpaan kevätpuuosaan. Puun elintoimintojen kannalta edellä mainittu muutos on nähtävästi merkinnyt sekä kiihtynyttä nestevirtausta näissä voimakkaasti reagoivissa puun osissa että toisistaan etäällä olevien juurten sisäosia putkimaisesti ympäröivien kesäpuukasaumien mahdollisimman tehokasta käyttöä. Kauempana rungosta, missä etupäässä vetolujuus tulee kysymykseen, kehittyi vain kevyttä huokoista vesisolukkoa, jonka päätehtävänä oli nestevirtauksen ylläpitäminen.

Morfologisista muutoksista

Ehkä yllättävimmällä tavalla on hakkuu vaikuttanut juuriston morfologiaan. Juuret saattavat vahvistua mitä merkillisimpiin suuntiin, ja aivan uusia, selvästi tukielimen luonteisia juuria saattaa nopeasti kehittyä.

Tästä numeerisesti varsin vaikeasti esitettävissä olevasta ilmiöstä saataneen kuitenkin jonkinlainen käsitys seuraavasta kuvasta (kuva 7). Tällaisia yllätyksellisiä juurten paksuuskasvun suuntauksia ei kuitenkaan tutkituissa koepuissa tavattu yhtä runsaasti kuin normaalisti pystysuoraan suuntaan ylöspäin vahvistuvia juuria. Niiden merkitystä ei silti voitane väheksyä, joskin ilmiön syysuhteita lienee vaikea selvittää. Lankkujuurten muodostumisesta ja tämän ilmiön syy-yhteyksistä ympäristötekijöihin esittää mm. L a i t a k a r i (1927, 1929 ja 1935) laajahkojen kirjallisuuskatsausten ohella omia vakuuttavia tutkimustuloksiaan. Myöhemmin on myös L e B a r r o n (1945) kiinnittänyt huomiota kuusen lankkujuuriston merkitykseen puun pystyssä pysymistä silmällä pitäen, ja samaa kysymystä sivuaa Y l i-V a k k u r i (1945) käsitellessään juurten yhteenkasvettumia.

Toinen merkillinen kasvun ilmiö on juuriston keskittyminen. Vapautetun puun juuriston uloimmat osat todettiin hylätyiksi. Toistaiseksi on tietymätöntä, onko kysymyksessä passiivinen, juurten katkeilemisesta johtuva ilmiö, vai onko kysymyksessä aktiivinen, kasvun painopisteen siirtymisestä ja siihen liittyvistä ravintofysiologisten etujen turvaamisesta johtuva ilmiö. Tosiasiaksi jää, että vapauttava hakkuu näyttää aikaansaavan huomattavaa juuriston alueellista supistumista ja tämän ilmiön vastapainoksi sangen intensiivistä juuriston tihenemistä. Aineistosta tavattiin jopa sellaisiakin juuristoja, joiden yksityisten kulkujuurten pituuskasvu oli tyystin tyrehtynyt hakkuuvuotena ja tämän jälkeen kasvattanut



Kuva 7. Esimerkki juurten vahvistumiskasvusta.
Fig. 7. Example of the strenghtening growth of roots.

suuren määrän lyhyitä juuria. On aivan ilmeistä, että ravintoa ottavien juurenpäiden lukumäärä täten on moninkertaistunut, samalla kun ravinteiden ottoon tarvittavan energian käyttö on tehostunut matkan lyhentyessä juuren päästä latvukseen (vrt. Multamäki 1923 ja Sirén 1950). Ilmiön kausaalisuutta juuristokilpailukysymyksenä ovat jossakin määrin selvittäneet myös Laing (1932) ja Aaltonen (1940).

Latvuksen reaktiosta

Latvukset olivat tutkituissa koepuissa yhtä lukuun ottamatta (koepuu C) kaikki melkein samaa suuruusluokkaa, mikä mm. ilmenee siitä, että latvusten keskimääräinen pituus ja leveys oli 10.4 vastaavasti 3.5 metriä vaihtelurajojen ollessa 9.7—12.5 ja 3.1—4.3 m. Hakkuu oli kaikissa tapauksissa aiheuttanut tilapäisen latvakasvaimen ja oksien pituuskasvun heikkenemisen, joka alkoi välittömästi hakkuuta seuranneena kasvukautena ja kesti 2—7 vuotta (vrt. Näslund 1935, s. 98—102). Ennen hakkuuta oli puiden keskimääräinen pituuskasvu ollut 10.6 cm/v. jääden mukautumisvaiheen aikana 7.3 cm/v. ja nousten lihomisvaiheen aikana aina 15.0 cm/v. saakka. Neulastossa todettiin äkillisen uudistumisen tapahtuneen: samanaikaisesti oli kuitenkin vuosikasvainten lukumäärästä päätellen neulasto hakkuun jälkeen suurentunut. Silmujen muodostuminen oli tutkimusajankohtana edelleen hyvin vilkasta, ja oksahaarojen iän määritysten avulla voitiin myös todeta huomattavan määrän myöhäisversoja muodostuneen heti hakkuuta seuranneina vuosina. Tämän suuren reaktiokyvyn Laitakari (1929) katsoo johtuvan kuusen latvuksen runsasoksaisuudesta ja neulasten pitkäikäisyydestä. Tässä yhteydessä muistettakoon, että koepuut kasvoivat nykyään hyvin valaistuina yksittäispuina,

mutta silti ympäröivän metsän suojaamina. Koepuiden käpyisyys ympäröivään metsään verrattuna jäi selvittämättä, mainittakoon vain, että käpyjä esiintyi koepuissa sangen niukalti — 100:sta uudistusalojen puusta vain kuudessa oli käpyjä.

Sen johdosta, että latvusten ulkoasun muutoksista ei käytetyn tutkimustavan vuoksi saatu täysin luotettavaa kuvaa, on joitakin täydentäviä havaintoja tehty jälkeenpäin muiden tutkimusten yhteydessä. Tällöin on todettu, että hakkuu jouduttaa vanhimpien neulasten varisemista ja edistää silmujen muodostumista. Näiden ilmiöiden kronologisista ja kvantitatiivisista suhteista ei toistaiseksi ole tuloksia.

Mukautumisvaiheen ilmiöiden syistä esittää Nyblom (1927) omana käsityksenään, että yksittäiseen asemaan joutuneen puun lisääntynyt haihdunta vaatii tehokkaampaa veden johtosolukkoa, minkä johdosta kasvun painopiste siirtyy latvuksen alapuolella olevaan rungon osaan. Aikaisemmin on mainittu kasvuaineiden ylijäämän, joka silmujen suuresti lisääntyessä saattaa tulla huomattavaksi, aiheuttavan kasvun painopisteen siirtymisen (Münch 1938). Tekijän juroneisiin alikasvoskuusiin kohdistuneet tutkimukset viittaavat lisäksi siihen, että latvuksen ja juuriston välisellä korrelaatiolla on suuri merkitys (Sirén 1950).

Tutkimustulosten yhdistäminen

Edellä selostettu tutkimus vapauttavan hakkuun vaikutuksesta kuusisiemenpuiden kasvuun korpimailla on tuonut ilmi seuraavan:

Kuusen vuosiluston paksuus muuttuu vapauttavan hakkuun johdosta siten, että yksityisen luston paksuin kohta muodostuu puun tyviosaan eikä, kuten normaalisti, latvuksen sisällä olevaan rungon yläosaan. Samaan aikaan paksuuskasvu rungon muissa osissa pienentyy aiheuttaen siten yleensä muotoluvun alenemista. Vasta joidenkin vuosien (2—5 v.) kuluttua varsinainen lihomiskasvu alkaa rungon muissakin osissa ja kestää ainakin 10 vuotta ollen aluksi suurin rungon alaosassa. Pystypuihin sovelletut tavanmukaiset kasvuntutkimusmenetelmät antanevat tämän johdosta äkillisissä hakkuissa vapautettujen puiden kohdalta virheellisiä tuloksia.

Vuosiluston rakenne muuttuu myös laadullisesti. Metsän uusi tilajärjestys aiheuttaa puun lujittumista edistävien kesäpuutrakeidien kerrostumista. Puun tyviosan kesäpuuprosentin voimakasta lisäystä hakkuun jälkeisessä mukautumisvaiheessa voitaneen pitää muuttuneiden ympäristötekijäin aiheuttamana. Tyvilaajeneman yläpuolella todetaan luston ohenneen mukautumisvaiheen ajaksi, mutta kvantitatiivinen menetys korvautuu kvalitatiivisesti; kesäpuusadanneksen voimakas suureneminen käsittää koko rungon alaosan aina 5—7 m:n korkeuteen saakka.

Tilavuuspainon todetaan myös lisääntyvän puun tyviosassa vapaut-

tavan hakkuun jälkeen. Ero normaalin ja hakkuunjälkeisen puuaineen tilavuuspainon välillä on kuitenkin suhteellisesti pienempi kuin samojen vertauskappaleiden kesäpuuprosentin eroavaisuudet. Huomattavasti raskaampi lustokkovaippa ulottuu kuitenkin aina 5—7 m:n korkeuteen saakka.

Lustojen anatomiaan kohdistuneista pistokokeista ilmenee, että hakkuu on vaikuttanut sekä vesisolujen lukumäärän jakautumiseen että niiden laatuun. Varsinkin kesäpuuta muodostavien trakeidien lukumäärän suhteellinen lisääntyminen on huomattava — etenkin rungon alaosassa. Samoin on vesisolujen lukumäärä suurentunut rungon alaosassa. Lihomisvaiheelle on ominaista vesisolujen voimakas lisääntyminen pitkin rungon koko pituutta. Kesäpuutrakeidien osuus on edelleen huomattava rungon alaosassa. Solujen seinien paksuuden vaihteluista saatua kuvaa on vielä toistaiseksi pidettävä epävarmana.

Lustojen paksuuden, kesäpuusadanneksen ja tilavuuspainon välisten suhteiden selvittämiseksi esitetään pari kaaviokuvaa, joista ilmenee, että tilavuuspaino näyttää riippuvan etupäässä kesäpuusadanneksesta luston paksuuden ylittäessä 3.0 mm. Ohuempien lustojen kohdalta todetaan tilavuuspainon suurenevan aina 0.3 mm:n paksuuteen saakka, siten että lisäys on pieni kesäpuusadanneksen ollessa alhainen ja suuri sen ollessa korkea. — Mikäli raakapuun tilavuuspainoa halutaan ilmaista kesäpuusadanneksen avulla, on edellä esitetyn johdosta lustojen keskimääräinen paksuus ehdottomasti mainittava.

Hakkuun aiheuttaman rungon reaktion ja edellä mainitun luston paksuuden, kesäpuusadanneksen ja tilavuuspainon tarkastelu osoittaa, että nykyisiä kasvuntutkimusmenetelmiä voidaan tältä osalta täsmentää. Kasvun todellinen määrä, so. kuiva-aineen lisäys, on näet tarkemmin ilmaistavissa tilavuuspainon avulla. Tämä suure on edellä esitettyyn viitaten elävistä havupuista tyydyttävän tarkasti määritettävissä luston paksuuden ja kesäpuusadanneksen avulla.

Vapauttava hakkuu vaikuttaa myös juuristoon siten, että lankkujuurten pystysuora paksuuskasvu kiihtyy hakkuun jälkeisinä vuosina, samalla kun juurten pintapuun tilavuuspaino lisääntyy. Kysymyksessä on nähtävästi selvä vahvistumisilmiö. Samaan aikaan juuristo on muuttunut kokonaisuudessaan huomattavasti keskitetymmäksi.

Vapauttava hakkuu aiheuttaa neulastossa mukautumisilmiöitä, joista tämän tutkimuksen yhteydessä on tutkittu vain latvakasvaimen ja oksien pituuskasvua sekä neulaston uusiutumista. Lisääntynyt valon saanti ja nähtävästi entisten neulasten soveltumattomuus uusiin olosuhteisiin aiheuttavat ilmiön, jolle on ominaista oksiston pituuskasvun tyrehtyminen, vanhan neulaston hylkääminen ja tiheänlaisen uuden neulaston syntyminen.

Neulaston vaihtuminen tai mukautuminen uusiin olosuhteisiin saattaa myötävaikuttaa mukautumisjakson ohuiden vuosilustojen syntyyn.

Tutkimustulosten kiteyttäminen loppupäätelmäksi ei sinänsä ole vaikea, siihen tulokset ovat liian yhdensuuntaiset, mutta tällainen kiteytys muodostuu kahden vain puutteellisesti tutkitun erikoiskysymyksen vuoksi varsin karkeaksi ja tieteellisesti toistaiseksi keskeneräiseksi. Vapauttavan hakkuun vaikutus toiselta puolen trakeidin anatomiaan ja toiselta puolen yhteyttävien ja nesteitä johtavien elinten fysiologiaan on jäänyt tässä tutkimuksessa käytännöllisesti katsoen selvittämättä. Näin ollen voitaneen suoritettujen tutkimusten perusteella todeta enintään seuraava:

Korpimailla suoritettu yksityisiä siemenpuita äkillisesti vapauttava hakkuu aiheuttaa mukautumisilmiön, jolle on ominaista puun kannalta tärkeä, juuriin saakka ulottuva vahvistumiskasvu rungon alaosassa. Tämä kasvun painopisteen siirtyminen näyttää tutkituissa tapauksissa aiheuttaneen tai edellyttäneen kasvun tilapäistä, noin 2—5 v. kestävää vähenemistä rungon muissa osissa. Puuteknilliseltä kannalta merkitsee mukautumisilmiö siihen myöhemmin liittyvine voimakkaine lihomiskasvuineen varsin epähomogeenisen puuaineen syntyä. Huomattavan suureksi muodostuu ero tyvi- ja latvapuun välillä, nimenomaan kesäpuuprosentin ja tilavuuspainon suhteen.

Metsänhoidollisia ja metsäteknologisia päätelmiä

Tässä tutkimuksessa on pyritty selvittämään, missä määrin metsään kohdistunut äkillinen toimenpide voimakkaasti vapauttavan hakkuun muodossa muuttaa kuusen rungon rakennetta. Edellä kiteytetystä loppupäätelmästä ilmenevät pääasiallisimmat tutkimustulokset, joiden mukaan kuusi voi mukautua radikaalisenkin miljöömuutoksen tapahtuessa suhteellisen lyhyessä ajassa ja merkittävän menestyksellisesti. Mukautumisen varjopuolena mainitaan epähomogeenisen puuaineen muodostuminen.

Nykyaikaista metsänhoidon tekniikkaa silmällä pitäen nämä tutkimustulokset merkitsevät ennen muuta sitä, että metsänhoidon päämäärien asettelussa on entistä enemmän kiinnitettävä huomiota puun rakenteelliseen laatuun eikä yksinomaan maksimaalisen puumäärän tuottamiseen mahdollisimman lyhyessä ajassa.

Kysymykseen tulevista tärkeimmistä tämän tutkimuksen sovellutuksista mainittakoon ennen muuta, että harvennushakkaukset on myös laatunäkökohtia silmällä pitäen suoritettava lyhyin ja säännöllisin väliajoin. Täten vältytään pitkistä harvennusväleistä johtuvien voimakkaiden hakkuiden aiheuttamista vahingollisista seurauksista. Harvennus olisi lisäksi suoritettava siten, että jäljelle jäävien puiden ympäristötekijät muuttuisivat mahdollisuuksien puitteissa niin vähän kuin suinkin. Tämä merkitsee ennen muuta sitä, että maamme oloihin soveltuva alaharvennusvoittoinen harvennustyyli on tältä osalta oikeaan osunut.

Myös kuusimetsien uudistamiseen suositeltu hakkaus suojuspuuasentoon saa tietyn lisätuen tämän tutkimuksen tuloksista. Kuusimetsien väljennyshakkauksia seuraava säännönmukainen avarrushakkaus suojuspuuasentoon lienee myös niin lievä toimenpide, ettei puun rungon rakenteeseen vaikuttavia suurempia ympäristötekijäin muutoksia tapahtune.

Toiselta puolen antavat tutkimustulokset aiheen tarkastella muitakin mahdollisuuksia.

Tutkittu aineisto on peräisin metsiköistä, joiden viimeistä käsittelyä nykyaikaisen metsänhoidon tekniikan mukaan pidetään virheellisenä. Tämä ei kuitenkaan voi merkitä sitä, että kuusimetsän hakkaaminen esim. harvaan siemenpuuasentoon olisi kaikissa olosuhteissa tuomittava toimenpide. Saattaa hyvinkin käydä niin, että ko. hakkaustapa tulevaisuudessa esimerkiksi Lapin lujapohjaisilla HMT-mailla osoittautuu käyttökelpoiseksi metsän uudistuskeinoksi. Tällöin on lähinnä kysymys siitä, pysyykö laakajuuristoinen kuusi pystyssä ja pystyykö puu yksittäiseen asemaan jouduttuaan tarpeeksi lyhyessä ajassa tuottamaan tarvittavia siemenmääriä. Tässä tutkimuksessa tutkitut koepuut ovat tosin peräisin Etelä-Suomen korpimailta, mutta on vaikeata ymmärtää, miksi puiden reaktio Pohjois-Suomen tuulille alttiilla vaarojen rinteillä olisi toisenlainen. Päin vastoin on odotettavissa, että sikäläinen, runkomuodoltaan yleensä tyvekäs kuusityyppi soveltuu yksittäiseksi siemenpuuksi. On selvää, että tällöin on tingittävä puuaineen homogeenisuudesta.

Edellä on viitattu kuusisiemenpuuasentoon mahdollisena uudistushakkuutapana. Kuusen tuhonalttiutta ajatellen (myrsky-, hyönteis-, sieniym. tuhot) olisi tarkoin valittava sellaisia yksilöitä siemenpuiksi, jotka jo vuosikausia ovat olleet metsän käsittelyn johdosta sellaisessa asemassa, että ympäristötekijät muuttuvat mahdollisimman vähän siirryttäessä uusiin olosuhteisiin. Kysymykseen tulevat tällöin eniten yksittäisessä asemassa olevat puut sekä myrskyvaippaan tai reunametsään kuuluvat yksilöt, mikäli ne muuten ovat sopivat. Niillä lienee näet suurimmat mahdollisuudet reagoida tehokkaasti ja nopeasti. Niillä on myös parhaat edellytykset lyhyessä ajassa tehdä käpyjä, koska niiden mukautuminen muuttuneisiin olosuhteisiin vaatii vähemmän voimaa kuin umpimetsästä vapautetut yksilöt, joiden elossa pysyminenkin saattaa olla kyseenalainen.

Kuusipuun nykyinen käyttö määrää ne näkökohdat, jotka metsäteknologiselta kannalta katsoen ovat esittämisen arvoisia käsillä olevien tutkimustulosten johdosta.

Muokkaamattomana ainespuuna kuusipuun tulisi esim. sahatavarana olla erittäin lujaa. Tällöin puun tulisi olla homogeenista (so. tasasyistä ja oksatonta) kesäpuupitoista ja mieluimmin ohutlustoista. Nimenomaan sahatavaran kannalta on säteen suuntainen lustojen epähomogeenisuus erittäin haitallista.

Kuusiainespuun valtaosa joutuu kuitenkin joko selluloosa- tai puu-

vanuketeollisuuden raaka-aineeksi. Molemmissa tapauksissa on puun rakenteellisella laadulla varsin suuri merkitys. Vain selluloosateollisuudesta kehittyneessä keinosilkkiteollisuudessa raaka-aineen homogeenisuudella on vähemmän merkitystä.

Niistä raaka-aineen laadun tunnuksista, jotka ovat tärkeitä selluloosateollisuudessa, on tässä tutkimuksessa tullut käsitellyksi ennen muuta puun tilavuuspaino ja jossakin määrin myös lustojen tasaisuus sekä vesisolujen jotkut ominaisuudet.

Häggl und in (1936, 1951), Johanssonin (1933, 1939), Wegeliuksen (1939) ja Klemin (1949) ym. tutkimusten perusteella tiedetään tilavuuspainon olevan oksaisuuden ohella terveen kuusipuun ratkaisevin tekijä selluloosan valmistuksessa. Vastoin aikaisempaa käsitystä tiedetään nykyään kevätpuun, siis tilavuuspainolta kevyen puun, antavan selluloosalle parempia laatuominaisuuksia kuin raskas kesäpuu, josta vain paperin ns. repimislujuus näyttää riippuvan positiiviseen suuntaan. Toiselta puolen suurenee kvantiteetti, tosin kvaliteetin kustannuksella, jos raaka-aineena käytetään tilavuuspainoltaan raskasta puuta. Nimenomaan keinosilkkiteollisuuden raaka-aineeksi soveltuisi vallan erinomaisesti mahdollisimman kesäpuupitoinen ainespuu, koska tämä sisältää huomattavasti enemmän kuiva-ainetta kuin sama tilavuus kevätpuuta. Molekylaariseen muotoon hajoittaminen tulee määrällisesti sitä edullisemmaksi mitä suurempi raakapuun tilavuuspaino on, ts. mitä enemmän siinä on ainetta.

Edellä esitetyt näkökohdat huomioon ottaen on helppo todeta käsillä olevassa tutkimuksessa todetun kuusen rungon rakenteellisten eroavaisuuksien merkitys toistaiseksi melko pieneksi. Tosin latva- ja tyvikappaleen tilavuuspainon erilaisuus on sellaista suuruusluokkaa, että niiden erilainen tai eri-aikainen jalostuskäsittely, jota lisäksi puoltaa erilainen oksaisuus, ehkä vaikuttaisi edistävästi tuotantoprosessiin ja tuotteen laatuun, mikäli kokeiluastetta sivuuttanut koivumassan sekoittaminen havupuumassaan ei kokonaan mullista aikaisempaa käytäntöä. Tämä latva- ja tyvikappaleen tilavuuspainon ero olisi kenties otettava huomioon ainespuun hintoja määritettäessä, varsinkin silloin kun tarkoituksenmukaisin käyttömuoto on etukäteen tiedossa. Itse asiassa lienee jalosteiden nykyiset laatuvaatimukset huomioon ottaen luonnollista olettaa kaikenlaisen ainespuun joutuvan piakkoin tarkoituksenmukaisemman laatuluokituksen kohteeksi.

Kirjallisuusluettelo

Aaltonen, V. T. 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppi- ja käsikirja. Porvoo—Helsinki.

Almqvist, G. och Hallmans, G. 1947. Volymviktens och kvistförekomstens samband med avsmalningen för massaved. S.D.A. Litt. Xu. 16. Stockholm.

Le Barron, Russell, K. 1945. Light Cutting in Black Spruce in Practicable. Journal of Forestry. Washington.

Barth, Agnar. 1929. Skjermforyngelsen i produksjonsøkonomisk belysning. AFF 34. Helsinki.

Behre, Edward. 1932. Change in form of red spruce after logging and of northern white pine after thinning. Journal of Forestry. Washington.

Böök, Bjarne. 1944. Om volymviktens förändring i granstammen. Konekirjoite Helsingin Yliopiston metsäteknologisessa laitoksessa.

Cajander, Erkki K. 1934. Havaintoja eräällä myrskytuhoalueella. Deutsches Referat: Beobachtungen auf einem Sturmschadengebiet in Finnland. AFF 40. Helsinki.

Cieslar, A. 1902. Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes. Centralblatt Gesamt. Forstw. 28. Berlin.

Curran, C. E. 1936. Some relations between growth conditions, wood structure, and pulping quality. Journal of Forestry. Washington.

Enander, M. 1947. Skärmställning av tall som föryngringsåtgärd, dess utförande och ekonomi. SST 45 årg. Stockholm.

Fahlcrantz, E. G. 1901. Undersökning av ljusningstillväxten (Lichtungszuwachs) hos tallen vid fullständig friställning. Tidskrift för skogshushållning. Stockholm.

Hallmans, G. 1947. Kts. Almqvist, G. och Hallmans, G.

Hagberg, Nils. 1942. Stamformens förändring hos tall och gran under beståndsutvecklingen och efter friställning. Zusammenfassung: Die Veränderungen der Stammform bei Kiefer und Fichte während der Bestandesentwicklung und nach Freistellung. SST 40. årg. Stockholm.

Hägglund, Erik 1936. Vedbeskaffenhetens inflytande på utbyte och kvalitet av sulfit- och sulfatmassa. SST 34 årg. Norrtälje.

—»— 1951. Wood Chemistry. Stockholm.

Jaccard, P. 1930. Über die mechanischen und physiologischen Wirkungen des Windes auf die Gestalt der Baumstämme. Schw. Zeitsch. f. Forstw. Bern.

Jalava, Matti. 1934. Havaintoja puun aseman vaikutuksesta puun ominaisuuksiin. Summary: Investigations of the position of a tree in the stand upon the properties of the wood. AFF 40. Helsinki.

—»— 1945. Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. Summary in English: Strength properities of Finnish pine, spruce, birch and aspen. MTJ 33. 3. Helsinki.

—»— 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Porvoo—Helsinki.

Johansson, David. 1933. Något om vedmaterialets inverkan på massakvaliteten vid sulfitkokning. Svensk Papperstidning nr. 4. Stockholm.

—»— 1939. Något om vår- och höstved hos tall och gran och dess inverkan på sulfit- och sulfatmassans egenskaper. Pappers- och trävarutidskrift för Finland. Specialnummer. Helsingfors.

Kangas, Esko. 1946. Kuusikoiden kuivumisesta metsätuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. AFF 52, 5. Helsinki.

Kinnman, Gunno. 1923 a. Bestämning av vedens volymvikt. (Undersökning av vedens tekniska egenskaper.) SST 21. årg. Stockholm.

—»— 1923 b. Kvalitetsfordringen på pappersved och skogsvårdsåtgärdens anpassande därefter. (Undersökningar över pappersvedens tekniska egenskaper III.) SST 21. årg. Stockholm.

Klem, Gustaf G. 1934. Undersøkelser av granvirkets kvalitet. Medd. fra det Norske skogsforsøksvesen. nr. 17. Oslo.

—»— 1949. Specific Gravity of Spruce Wood, its Variation in Wood and Pulp Degree of Delignification (Silber chlorine no.) and the Effect of these Factors on Yield and Sulfite Pulp Quality. Medd. fra det norske skogsforsøksvesen. nr. 36. Oslo.

Koberg, Karl. 1936. Zur Ableitung der Gestalt der Fichte aus ihrer Windanspruchung. Thar. Forstl. Jahrb. 87. Berlin.

Krauch, H. 1924. Acceleration of Growth in Western Yellow Pine Stands after Cutting. Journal of Forestry. Washington.

Kunze, M. 1905. Untersuchung über den Einfluss verschiedener Durchforstungsgrade auf Schaftform der Fichte. Thar. Forstl. Jahrb. 55. Leipzig.

Laing, V. E. 1932. Studies on tree roots. Forestry Commission Bulletin N:o 53. London.

Laitakari, Erkki. 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. Summary: The root system of pine (Pinus silvestris). A morphological investigation. AFF 33. Helsinki.

—»— 1929. Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. AFF 34. Helsinki.

—»— 1935. Koivun juuristo. Summary: The root system of birch (Betula verrucosa and odorata). AFF 41, 2. Helsinki.

Lassila, I. 1931. Untersuchungen über den Einfluss des Waldtyps auf die Qualität der Kiefer. Selostus: Tutkimuksia metsätyypin vaikutuksesta männyn laatuun. AFF 37, 1. Helsinki.

Lassila, I. K. D. ja Wegelius, Th. 1941. Tutkimuksia suomalaisen kuusen mekaanis-teknillisistä ominaisuuksista. (Käsikirjoitus) Helsinki.

Lehto, Jaakko. 1948. Tutkimus mäntysiemenpuiden kehityksestä. Konekirjoite Helsingin Yliopiston metsänhoitotieteellisessä laitoksessa.

Lindqvist, Bertil. 1948. The main varities of *Picea Abies* (L.) Karst. in Europe, with a contribution to the theory of a forest vegetation in Scandinavia during the last Pleistocene glaciation. Acta Horti Bergiani. Bd. 14, Nr. 7. Uppsala.

Lundberg, Gustaf. 1928. Torrvolymvikten hos tall- och granved. Några bidrag till kännedomen om dess variation. Skogshögskolans Festskrift. Stockholm.

Metzger, C. 1893. Der Wind als massgebender Faktor für das Wachstum der Bäume. Mündener Forstliche Hefte. 3. Berlin.

Meyer, H. Walter. 1931. Effert of Release upon the Form and Volume of Western Yellow Pine. Journal of Forestry. Washington.

Mikola, Peitsa. 1950. Puiden kasvun vaihtelusta ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies. MTJ 38, 5. Helsinki.

Multamäki, S. E. 1923. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta.

Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. AFF 27, 1. Helsinki.

Münch, E. 1938. Untersuchungen über die Harmonie der Baumgestalt. Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik. Berlin.

Nyblom, E. 1927. Formförändring hos helt friställda träd. Summary: Alteration in the form of wholly liberated trees. SST 25. Stockholm.

Nyyssönen, Aarne. 1952. Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamänniköss ä. Summary: On the growth and its ascertainment in selectinely cut pine stands. (Käsikirjoitus). Helsinki.

Näslund, Manfred. 1934. Om gallringens inflytande på virkets kvalitet. Förändringen av årsringens höstvedsprocent vid gallring i tallskog. Skogen. 21. Stockholm.

—»— 1935. Ett gallringsförsök i stavagranskog. Zusammenfassung: Ein Durchforstungsversuch in Stabfichtenwald. Medd. fr. Statens Skogsforskningsanstalt. 28. Stockholm.

—»— 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Zusammenfassung: Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung. Medd. fr. Statens Skogsforskningsanstalt. 33. Stockholm.

Nördlinger, H. 1892. Der Holzring als Grundlage des Baumkörpers. Stuttgart.

Omeis, E. 1895. Untersuchungen des Wachstumsganges und der Holzbeschaffenheit eines 100 jährigen Kiefernbestandes. Forst.-Naturw. Zeitschrift 4. München.

Paul, Benson, H. 1930. The application of silviculture in controlling the specific gravity of wood. Agr. Technical Bul. N:o 168. Washington.

—»— 1939. Variation in the specific gravity of the springwood and summerwood of four species of southern pines. Journal of Forestry. Washington.

—»— 1941. Thinning and Quality. Sudden Acceleration of Diameter Growth in Vertical and Leaning Longleaf Pine Trees in Relation to Quality of Timber. Reprint N:o 63. Southern Lumberman.

Petrini, Sven. 1937. Om kantträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Specialundersökningar i Lanforsbeståndet. Hauptinhalt: Zuwachsreaktion der freigestellten Randbäume und Produktion des Schirmbestandes bei natürlicher Verjüngung. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt. 29. Stockholm.

Riedl, Helmut. 1937. Bau und Leistungen des Wurzelholzes. Jahrbuch f. wiss. Bot. 85. I. Leipzig.

Rothe, Gerhard. 1930. Druckfestigkeit und Druckelastizität des Rot- und Weissholzes der Fichte. Mitteilungen aus d. Sächs. Forstl. Versuchsanstalt. Thar. Forstl. Jahrbuch. 81. Tharandt.

Runeberg, Lorenzo. 1936. Höstvedprocenten som resultat av skogstyper m. fl. grundfaktorer. Konekirjoite Helsingin Yliopiston metsäteknologisessa laitoksessa.

Sirén, Gustaf. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. AFF 58, 2. Helsinki.

—»— 1952. Eräitä lisäpiirteitä puun kasvun laskentaan. Some additional aspects of the calculation of tree increment. MA. 1. Helsinki.

Svahnström, W. ja Wiklund, Harry. 1948. Kuusisiemenpuiden hakkuun jälkeisestä kasvusta korpimailla. Konekirjoite Helsingin Yliopiston metsähoidollisessa laitoksessa.

Svensson, C. 1928. Rundtömmers böjningstyrke. Dansk Skovforenings Tidskrift. Köbenhavn.

Tirén, Lars. 1928. Einige Untersuchungen über die Schaftform. Resumé: Några undersökningar över stamformen. Medd. fr. Statens Skogsförsöksanstalt. 24. Stockholm.

Topcuoglu, Ali. 1940. Die Verteilung des Zuwachses auf die Schaftlänge der Bäume. Thar. Forstl. Jahrb. 91. Berlin.

Trendelenburg, Reinhard. 1938. Über Stammwuchsuntersuchungen und ihre Auswertung in der Holzforschung. Holz als Roh- und Werkstoff. 1. Jg. Berlin.

—»— 1939. Das Holz als Rohstoff. München—Berlin.

Vintilä, E. 1939. Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmass von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern. Holz als Roh- und Werkstoff. 2. Jg. Berlin.

Volkert, Erik. 1940. Die mechanisch-technischen Holzeigenschaften vom Schneebruch betroffener und verschonter Fichten aus Hochlagen des Erzgebirges. Thar. Forstl. Jahrb. 91. Berlin.

—»— 1941. Untersuchungen über Grösse und Verteilung des Raumgewichts in Nadelholzstämmen. Schriftenreihe der Hermann-Göring-Akademie der Deutschen Forstwissenschaft. Bd. 2. Frankfurt am Main.

Vorreiter, Leop. 1937. Bau und Festigkeitseigenschaften des Holzes der Glatzer Schneebergsfichte. Thar. Forstl. Jahrb. 88. Berlin.

—»— 1938. Biege- und Druckfestigkeit gefrorener Fichtenholzes. Thar. Forstl. Jahrb. 89. Berlin.

Wegelius, Th. 1939. The presence and properties of knots in finnish spruce. AFF 48, 1. Helsinki.

—»— 1941. Kts. Lassila, I. K. D. ja Wegelius, Th.

Wiklund, Harry. 1948. Kts. Svahnström, W. ja Wiklund, Harry.

Windirsch, J. 1936. Der Aufbau des Waldbaumes nach statischer Grundlage. Thar. Forstl. Jahrb. 87. Berlin.

Yli-Vakkuri, Paavo. 1945. Männikössä ja kuusikossa tavattavissa eri puuyksilöiden välisistä elimellisistä juuristoyhteyksistä ja niiden käytännöllisestä merkityksestä. (Käsikirjoitus) Helsinki.

Lyhennyksiä: — Abbreviations:

AFF = Acta forestalia fennica.
MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti.
MTJ = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. — Communicationes instituti forestalis Fenniæ.
S.D.A. = Föreningen Skogsarbetens och Kungliga Domänstyrelsens Arbetsstudieavdelning.
SST = Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift.

Oikaisuja: — Corrections:

Kuva 4. Kesäpuusadannes pro kesäpuun sadannes.
Kuva 5. Kesäpuusadannes pro kesäpuun sadannes.

ON THE EFFECT OF RELEASING CUTTING UPON WOOD STRUCTURE OF SPRUCE ON PEAT-MOORS

Summary

Purpose and Method of Research

The main attention in this investigation has been paid to the structural alterations of the wood caused by a releasing cutting. The outmost annual rings in the trees investigated have been the object of a special examination. The most important aim has been to make clear the variations of the width of the annual ring, the percentage of summer wood, and the true specific gravity, called here volume weight. In order to facilitate the compilation of the results as well as to make the biological causality clear, attention was paid to the growth of the root system and the crown, and also to some questions connected with the anatomy of the annual rings.

The material has been collected from spruce stands on wet peatmoors treated with strong cuttings. Measuring of the width of the annual rings, measuring of the percentage of summer wood, and partial investigations concerning the anatomy have been performed, in the usual way. The volume weight (true specific gravity) has been determined by the sinking method of Kinnman, but the fault owing to treatment with paraffin was eliminated (see formula on page 6). A picture of the reaction of the trees was obtained by comparing the annual rings grown after the cutting with those grown before cutting.

Results

It was observed that the releasing cutting had the following effect upon the spruces left as seed-trees on wet peat-moors:

The width of the annual ring of a spruce changes on account of a releasing cutting; after the cutting the thickest part of an single annual ring does not, as normally, appear in the upper part of the trunk inside the crown but in the butt. At the same time the annual growth decreases in the other parts of the trunk causing in most cases a decrease in the form factor (see table 1, page 8). The actual period of increased growth, lasting at least 10 years, begins in the other parts of the trunk after a period of adaptation lasting about 2—5 years, and the increased growth is, at least in the beginning bigger in the lower part of the stem (see fig. no. 1, page 7). The customary methods for estimation of growth of standing trees might thus give incorrect results in the case of trees suddenly released by cutting.

The structure of an annual ring changes also with regard to quality. The new conditions in the forest cause stratification of summer wood tracheids, which improves the firmness of the stem. The strong increase in the percentage of summer wood in the basal

part of the trunk during the period of adaptation after the cutting, can be considered as a result of the changed environmental factors. It is obvious, however, that the width of the annual ring decreases above the enlarged butt, but the loss of quantity is compensated by the improvement in quality; the increase of the summer wood percentage occurs in the lower part of the trunk to a height of 5—7 meters (see fig. 2, page 11 and table 2, page 2).

It was also observed that the volume weight i.e. true specific gravity increases in the basal part of the trunk after releasing cutting. The difference in the volume weight between the normal wood and that grown after the cutting was, however, proportionately smaller than the difference in the same wood pieces with regard to the percentage of summer wood. A considerably heavier mantle of annual rings reaches, however, the height of 5—7 meters (see fig. 3, page 15 and table 4, page 16).

The observations regarding the anatomy of the annual rings showed that the cutting had influenced both the division of the number of tracheids as well as their quality (see table 3, page 13). Especially the proportional increase in the number of tracheids, constituting summer wood, is considerable, mainly in the basal part of the trunk. Also the number of tracheids in the lower part of the stem had increased. It is characteristic to the period of increased growth that the number of tracheids increases in the whole trunk. Especially the summer wood tracheids are considerably numerous in the basal part of the stem.

In order to explain the proportions between the width of the annual rings, the percentage of summer wood, and the volume weight, two diagrams are given (fig. 4 and 5, pages 18 and 19) from which it is seen that the volume weight seems to depend mainly on the percentage of summer wood when the width of the annual ring exceeds 3.0 mm. If the rings are thinner it is seen that the volume weight increases at least until the width has decreased to 0.3 mm. Average width of the annual rings has to be given, if the volume weight of wood is to be evaluated with the aid of the percentage of summer wood. The above results clearly indicate that the present methods of growth study can and should be corrected. The actual amount of growth (i.e. the increase in dry substance) can be disclosed more exactly by means of the volume weight. This quantity can be evaluated with satisfactory exactitude with the aid of the average width of the annual rings and the percentage of summer wood.

A releasing cutting also influences the root system so that the vertical growth of the plank roots increases during the years following the cutting (see table 5, page 21 and fig. 6, page 21), and also the volume weight of the peripheral wood of the roots increases. The whole root system grows denser and occupies a smaller area than before.

A releasing cutting causes in the foliage some phenomena of adaptation of which only those connected with the growth of the leading shoot and the twigs as well as with the renewal of the needle foliage have been considered in the investigation.

The increased supply of light and apparently the lack of adaptability of the old needles with regard to the new circumstances cause a phenomenon in which the inhibited growth of length in the branches and the shedding of the old and the appearance of a new and comparatively thick needle foliage is characteristic.

The change in the needle foliage or the adaptation to the new circumstances might partly cause the appearance of unusually narrow annual rings during the period of adaptation.

It would not be difficult to draw a conclusion on the basis of the results because they are uniform, but as only small attention, was paid to two special subjects the conclusion is somewhat approximate and so far scientifically unfinished. The effect of a releasing cutting on the anatomy of the tracheids and the physiology of the organs which assimilate and convey liquids has not been clarified in this investigation. On the basis of the work performed following conclusions may, however, be made:

On a wet peat-moor a cutting which suddenly releases single seedtrees causes in them changes such as an increased growth in the basal part of the trunk and in the roots. This change in the growth seems to have caused or presupposed a temporary inhibition of growth for 2—5 years in the other parts of the trunk. From the wood technological point of view the phenomenon of adaptation together with the subsequent strong increase in growth gives rise to heterogeneous wood. The difference between the basal and the top wood becomes considerable, especially as far as the percentage of summer wood and the volume weight are concerned.

Silvicultural and Wood Technological Conclusions

Taking into consideration the technics of the silviculture of today, the above results mean first of all, if homogeneous raw timber is one of the main purposes of the silviculture, beside the production of wood, that thinnings must be done regularly and at short intervals. This is the way to avoid the injurious consequences resulting from long thinning intervals. It is also observed that the thinning from below, the method generally adopted in Finland, is correct and the shelter tree cutting recommended for regeneration of spruce is advisable with regard to the technical quality of the trees intended for seedtrees.

In consequence of the fact that spruce seems to have a considerable ability to react after having been released, another regeneration system might come into question, for instance on the best thick moss types of Lapland. This would be an open seed-tree stand of spruce; it is supposed that there the thick-butted storm-resistant spruce is well suited for the purpose.

If used as raw material for mechanical industries, i.e. for sawmills, spruce wood should preferably be exceedingly firm. The wood should then be homogeneous (i.e. even-grown and knot-free), rich in summer wood, and preferably narrow-ringed. Especially with regard to saw-timber a dissimilarity in annual rings in radial direction is extremely harmful.

However spruce is, mainly used as raw material in the wood pulp industry. There the structural quality of the wood is of a great importance.

According to the most recent research the volume weight and the knottiness of spruce wood are the determining factors in pulp production. Contrary to earlier conception it is known today that the spring wood, i.e. wood with lower volume weight, gives better pulp than the heavy summer wood which, however, increases the so called tear strength. On the other hand, the quantity increases at the expense of the quality, if wood with a higher volume weight is used as raw material. Especially in the rayon industry, timber with a high percentage of summer wood is an excellent raw material as summer wood contains considerably more dry substance than the same volume of spring wood. The dispersion of raw wood into molecules becomes the more advantageous the higher the volume weight of the raw material is, i.e. the more substance it contains.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.33
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.33

MAANNOUSEMASIENEN (*POLYPORUS ANNOSUS* Fr.) ESIINTYMISESTÄ, TARTUNNASTA JA TUHOISTA SUOMESSA

ESKO KANGAS

ÜBER AUFTRETEN, INFEKTION UND SCHÄDEN DES WURZELSCHWAMMS (*POLYPORUS ANNOSUS* Fr.) IN FINNLAND

REFERAT

HELSINKI 1952

Sisältö

Sivu

Alkulause 3

Johdanto 4

Suoritetut tutkimukset ja käytetyt tutkimusmenetelmät 5

Maannouseman esiintyminen 7

Esiintyminen maan eri osissa 7

Esiintymisen riippuvaisuus kasvupaikasta, maan ominaisuuksista ja metsikön laadusta 8

Esiintymistapa metsikössä 13

Maannouseman tartunta 15

Tartuntakohta juuristossa 15

Tartuntatapa 19

Maannouseman ja muiden tuhonaiheuttajien kytkeytyminen toisiinsa tuhotapahtumassa 23

Loppupäätelmät 29

Kirjallisuusluettelo 31

Deutsches Referat 33

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Alkulause

Jo vuonna 1936 aloitettiin Metsätieteellisessä tutkimuslaitoksessa ensimmäiset maannousemasientä [*Polyporus annosus* Fr., *Fomes annosus* (Fr.) Cke, *Trametes radiciperda* Hartig] koskevat alustavat tutkimukset, jotka v. 1938 laajennettiin suunnitelmallisiksi ja järjestelmällisiksi. Ne jatkuivat sitten neljän vuoden ajan yhtämittaisina, ja ne saatiin päätökseen ennen sodan syttymistä uudelleen v. 1941. Vain eräiden saastutuskokeiden tarkastukset sekä joitakin täydentäviä havaintoja suoritettiin vielä tämän jälkeen. Sodan vuoksi aineisto jäi kuitenkin, valmiiksi käsiteltynä, odottamaan painokuntoon saattamista, kuten eräät muutkin valmiiksi käsitellyt tutkimusaineistot. Sittemmin useat uudet, osaksi ajankohtaiset tutkimustehtävät, sodan vuoksi odottamaan joutuneiden muiden tutkimusten painokuntoon saattaminen sekä sota-aikana pohjoismaissa, etenkin Ruotsissa (Rennerfelt 1945, 1946) valmistuneet ja ilmestyneet maannousemaa koskevat tutkimukset, jotka osaksi saattoivat julkisuuteen samoja tuloksia kuin nyt esillä olevaa aihetta koskevissa tutkimuksessa saavutetut, aiheuttivat sen, että työn loppuun saattaminen on siirtynyt tähän asti.

Työssä on apunani ollut useita henkilöitä, joista ensi sijassa tahdon mainita entiset vakinaiset apulaiseni, maisteri Kyllikki Riekkisen, rouva Maire Auron ja herra Verneri Karhun. Maisteri Riekkinen on hoitanut pääosan saastutuskokeita koskevista töistä, osan muista kenttätöistä ja suurimman osan aineiston käsittelystä. Rouva Auro on ollut toisena suorittamassa aineiston käsittelyä, ja hän on piirtänyt pääosan juuristoanalyyseistä. Herra Karhu on ollut huolellisena ja uutterana apulaisenani vaivalloisissa kenttätöissä sekä suorittanut yhdessä metsänhoitaja Samuli Sirviön kanssa maannouseman esiintymistä koskevan aineiston keräämisen. Lisäksi maisteri Tellervo Hemmi on hoitanut juurinäytteiden laboratoriotarkastukset, ja metsätiet. kand. Ukko Rummukainen on tehnyt osan analyysipiirroksista. Näille mainituille ja myös muille työhön osallistuneille tai sitä avustaneille lausun parhaat kiitokseni.

Professori Olli Heikinheimolle, joka on yli 15 vuotta ollut esimiehenäni, ja jonka kannustava kehoitus ja suuri kiinnostus tämän tutkimuksen aiheeseen suurelta osalta vaikuttivat sen ottamiseen tutkimusohjelmaani, pyydän tässä esittää sydämellisen kiitokseni.

Oulunkylässä, tammikuun 28 p:nä 1952.

Esko Kangas.

Johdanto

Maannousemaa koskevat tutkimukset tulivat eräänä välttämättömänä osatehtävänä esille kuusikoiden kuivumista koskevien tutkimusten (K a n g a s 1946) yhteydessä. Tällöin rajoituttiin aluksi sen osalta kuusen kuivumisprosessiin vaikuttavan esiintymisen ja luonteen tarkasteluun, mutta pian osoittautui mahdottomaksi päästä oikeisiin tuloksiin sen osuudesta edes kuusen kuivumisprosessiin, ellei maannousemakysymystä kokonaisuudessaan alistettu tutkimuksen kohteeksi. Kun ensin mainitussa oli kysymyksessä kuusikoiden kuivuminen, jouduttiin näin, tavallaan kuin itsestään, maannousematutkimuksissakin rajoittumaan k u u s e e n. Erityisesti tartuntakysymyksen selvittely muodostui keskeiseksi probleemaksi sekä kuusen kuivumisprosessin täydellisen selvittämisen että myös maannousemakysymyksen itsensä vuoksi, etenkin kun oli luotava pohjaa myös tämän sienen torjuntaa koskevalle pohdinnalle (K a n g a s 1940 a, b). Tarkoituksena oli saada kokoon myös kuva maannouseman esiintymisestä metsissämme, vaikkakin olosuhteiden pakosta tätä tarkoittavat tutkimukset oli sitten supistettava paremminkin vain orientoivaan selvitykseen riittäviksi. Maannousema- ja muiden tuhotapauksien kytkeytyminen yhteiseksi tuhoprosessiksi samassa puuyksilössä muodosti ensin mainitun osalta yleisen ja varsin kiintoisan ilmiön, jonka selvitys osaksi on liittynyt, kuten edellä on mainittu, kuusikoiden kuivumista koskevaan tutkimukseen (K a n g a s 1946).

Eräitä tuloksia on ennakkotietoina tullut esitetyksi parissa kolmessa esitelmässä sekä etenkin maannouseman torjuntaa koskevaa eräässä artikkelissa (K a n g a s 1940 a, b; vrt. myös 1949 a ja b). Kun lisäksi sotavuosien aikana pohjoismaissa (J ø r g e n s e n, L u n d ja T r e s c h o w 1939; R o l l - H a n s e n 1940; T r e s c h o w 1941) ja etenkin Ruotsissa (R e n n e r f e l t 1945 ja 1946) suoritetut jo mainitut tutkimukset otetaan huomioon, lienee perusteltua, että ko., tosin melko laajan aineiston tuottaneet tutkimukset esitetään tässä verraten suppeasti. Tämän mukaisesti vain eräät tärkeimmät, erityisesti meidän oloihimme kohdistuvat sekä aikaisemmista tutkimuksista poikkeavat tai niihin lisää tuovat tulokset sisältyvät seuraavaan esitykseen.

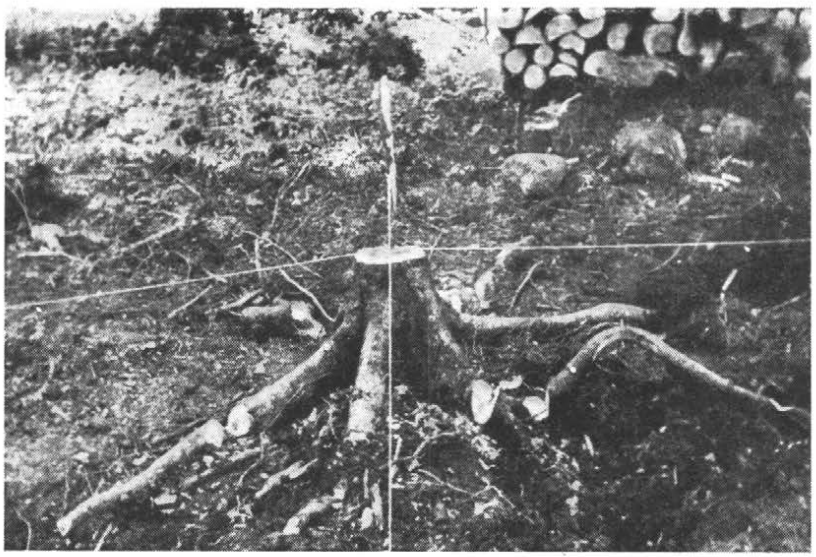
Suoritetut tutkimukset ja käytetyt tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen suorittamisessa voidaan sanoa noudatetun neljää päälinjaa: maannouseman esiintymistä koskevan tilastollisen ja esiintymistapaa koskevan aineiston kerääminen, juuristoanalyysit maannouseman tartuntakohtien selville saamiseksi, saastutuskokeet tartuntatapaa koskevien, edellisissä saavutettujen tulosten tarkistamiseksi sekä tutkimukset muiden tuhonaiheuttajien esiintymisen kytkeytymisestä maannouseman esiintymiseen. Lisäksi useat erilliset erikoiskysymysten selvittelyt, kuten esim. maannouseman itiötuotannon tarkkailu, kuusen taimien saastuminen maannouseman saastuttamilla aloilla, maannouseman ja hevosmuurahaisen (*Camponotus herculeanus* L.) välinen suhde, muodostivat omat probleemansa, jotka niin ikään joutuivat tutkimusten kohteeksi.

Maannouseman esiintymistä koskeva aineisto kerättiin osaksi juuri avatulta uudelta sähkövoimalinjalta (ns. Kolsinki Oy:n linjalta), osaksi juuri syntyneiltä hakkuualoilta (Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa). Aineisto kerättiin koealoilta, jotka sijoitettiin siten, että kukin koeala edusti omaa metsikköänsä. Koealojen suuruus (n. 12—25 aaria) vaihteli metsikön, hakkualan ja maaston mukaan. Koealalle ei sisällytetty kasvavia puita, joten kaikkien puiden kannot olivat valmiina käytettävissä lahon toteamiseksi. Lahoisiksi puiksi katsottiin siis vain ne, joissa laho oli ehtinyt ohi juurenniskan runkoon vähintäin yli kannon korkeuden. Samalla merkittiin muistiin myös kaikki muut havupuissa todetut eri lahot sekä kasvupaikan ja metsikön laatua koskevat tiedot. — Eräitä muitakin koeala- (esim. ns. taimi- ja maannousemaryhmä-koeala-) tutkimuksia suoritettiin maannouseman esiintymisen selvittämiseksi.

Juuristoanalyyseissä kaivettiin esiin koko puun juuristo, joka kartoitettiin horisonttaalisessa tasossa. Kartoituksen yhteydessä tutkittiin maannouseman esiintyminen juuristossa mahdollisimman pitkälle ohuihin juuren haaroihin asti ja kartoitettiin se, samoin kaikki juuristossa esiintyvät muut viat (haavat, hankaumat, katkeamat ym.). Maannousemalahon kartoituksessa erotettiin erikseen lahoamisprosessin edistymisen eri asteet: kova laho (I), pehmeä laho (II) ja täysi laho (III). Eri vikojen laatu ja laajuus otettiin myös huomioon. — Lisäksi suoritettiin usein myös rungon täydellinen analysointi lahon laajuuden selvittämiseksi.

Saastutuskokeita järjestettiin sekä laboratoriossa (kasvihuoneissa) että luonnossa (taimitarhoissa). Niissä käytettiin 2- tai 4-vuotisia taimitarha-



Valok. — *Aufn.* 26. VI. 1939. E. Kangas.

Kuva 1. Juuristoanalyysin suoritus. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto, Kivennapa.
Abb. 1. Ausführung einer Wurzelanalyse. Staatsforst Korpikylä-Lintula, Kivennapa.

taimia. Saastutukset suoritettiin mahdollisimman paljon luonnon olosuhteita vastaavasti. Saastutusaineena käytettiin maannousemalahoisista puista otettua sekä kovaa, pehmeätä että täyttä lahoa. Laho puuaines asetettiin joko välittömään kosketukseen saastutuskohdan (terveen taimen ehjän juuren tai vioitetun taimen juuren haavan tai katkaisukohdan) kanssa tai sitten jätettiin se maan (eräissä tapauksissa sammalen) eristämäksi terveistä tai vioitetuista taimista. Laboratoriokokeissa taimet istutettiin kukkaruukkuihin puhtaaseen puutarhamultaan.

Maannouseman ja muiden tuhojen samanaikainen esiintyminen puussa on kuivumisprosessien osalta selvitetty ns. kuivumisanalyyseillä (K a n g a s 1946) sekä eräillä lisätutkimuksilla ja osaksi jo käsitelty aikaisemmin (K a n g a s 1946), kuten on mainittu. Maannouseman ja mesisienen [*Armillaria mellea* (Fl. Dan.) Quel.] välisiä suhteita on lisäksi selvitetty juuristoanalyysien yhteydessä. Maannouseman ja hevosmuurahaisen keskinäisten suhteitten selvittämiseksi suoritettiin puiden runkojen täydellisiä analyysejä halki- ja poikkisahauksineen.

Saastutuskokeiden sekä kenttätutkimusten (taimikoealojen ja juuristoanalyysien) taimien juuristojen lahotartunnan toteamiseksi — ja tarvittaessa muulloinkin — suoritettiin laboratoriotutkimuksia (mikroskopointi materiaalin värjäyksineen, kalilipeä- ja maserointikäsittelyineen ym.). Itiötuotannon tarkkailu perustui myös mikroskooppiseen määritykseen.

Kaikissa tartuntaa ja muita maannouseman ominaisuuksia ja suhteita

selvittelevissä tutkimuksissa pyrittiin aina varmistumaan tutkittavan tai käytetyn lahon lajista. Tilastollisen aineiston keräyksessä ei tätä pyrkimystä kuitenkaan voitu samassa määrässä toteuttaa, ja siinä laholajin määritys on perustunut pääasiassa itse lahosta hankittuihin tuntomerkkeihin, ns. lahokuvaan. Mahdollinen näin syntynyt epätarkkuus ei voine kuitenkaan olla suuri, sillä eri lahottajasienien kasvavissa havupuissa aikaan saamat lahot voidaan yleensä erottaa toisistaan varsin selvästi.

Maannouseman esiintyminen

Esiintyminen eri osissa maata

Ruotsissa Rennerfelt (1945, 1946) on kairauslastujen avulla koettanut luoda kuvaa lahon maantieteellisestä levinneisyydestä ja päätynyt siihen, että se yleensä on hyvin yleinen Etelä- ja Keski-Ruotsissa sekä Medelpadin ja Ångermanlandin rannikkoalueella, mutta että se joko puuttuu tai sitä on vain niukalti Pohjois-Ruotsin alueella — mainittuja rannikkoseutuja lukuun ottamatta — sekä eräillä korkeilla tunturialueilla tietyllä maapohjalla etelämpänäkin (Jämtland, Härjedalen). Tikan (1934) mainintaa maannouseman esiintymisestä 66:nnen ja 67:nnen leveysasteen tienoilla Suomessa hän pitää epäiltävänä.

Meillä metsäammattimiespiireissä yleisesti vallitsevan käsityksen mukaan maannousema on erittäin yleinen nimenomaan rannikkoseuduilla ja muutenkin levinnyt yli maan (vrt. Heikinheimo 1920, Liro 1924, Hintikka 1930, Kangas 1940 a, b, Appelroth 1940 ym.). Ilmeisesti se on maan koillis- ja itäosissa sekä Pohjois-Suomessa ainakin Lapin läänin rajoille asti yhtä yleinen kuin Sisä-Suomessa, vaikkei meillä olekaan mitään täsmällisiä tietoja maannouseman yleisyydestä näissä osissa maata. Heikinheimo (1920) antaa kuitenkin eräitä numerollisia tietoja maannouseman yleisyydestä Pohjois-Suomessa, mm. Kainuussa (Hyrynsalmi) ja Pohjois-Pohjanmaalla (Pudasjärvi) sekä Kuusamon alueella (Taivalkoski), mutta vain esimerkkeinä yksityisiltä koealoilta. Nekin osoittavat kuitenkin maannouseman esiintyvän ko. alueilla paikkapaikoin sangen runsaana (aina 20—30 % metsikön puista). Edelleen mainitaan maannouseman esiintyvän jopa Paatsjoen kankailla asti Inarissa (n. 13—32 %). Myös Tikka (1934, 1935) esittää tilastollisia tietoja maannouseman esiintymisestä ja yleisyydestä Pohjois-Suomessa, joiden tietojen mukaan sieni olisi siellä kuusikoissa sangen yleinen.

Niistä tutkimuksista, joita maannouseman osalta suoritettiin eri puolilla maata, sekä niistä havainnoista, joita siitä on jouduttu tekemään muiden tutkimusten yhteydessä, on käynyt ilmi, että kaikkialla, missä vähänkin laajempia kuusimetsäalueita esiintyy, maannousemaa aina tavataan suuremmassa tai pienemmässä määrässä. Täsmällisiä muistiinpanoja

maannouseman esiintymisestä on mm. eri seuduilta Karjalan kannasta, Punkaharjulta, Helsingistä lähiympäristöineen, Bromarvista, useista pitäjistä Keski-Hämeessä (Tampereen lähipitäjistä sekä Juupajoelta, Kuorevedeltä ja Ruovedeltä), Parkanosta, Karviasta, Kauhajoelta sekä useista Kuusamon alueen ja Pohjois-Pohjanmaan pitäjistä, pohjoisinna Rovaniemeltä ja Sallasta. Näistä muistiinpanoista pääosa on sellaisia, jotka eivät perustu koeala- tai muihin vastaaviin yleisyyttä selvittäviin tutkimuksiin. Ne osoittavat kuitenkin maannouseman levinneen jokseenkin tasaisesti eri osiin maata ainakin Rovaniemen korkeudelle asti.

Esiintymisen riippuvaisuus kasvupaikasta, metsikön laadusta ja maan ominaisuuksista

Maannouseman esiintymiseen vaikuttavia tekijöitä on runsaasti pohdittu, ja erityisesti on tutkittu maalajin, maan aikaisemman käytön, tiettyjen maassa esiintyvien aineiden, kosteussuhteitten jne. merkitystä maannouseman yleisyydelle, viihtyvyydelle ja iskeytymiskyvylle (vrt. esim. Ferdinandsen ja Jørgensen 1938—39; Rennerfelt 1945, 1946). Voitaneen tyytyä tässä lyhyesti toteamaan edellä mainituissa julkaisuissa olevien laajojen selostusten perusteella, että käsitykset ja tutkimuksissa saadut tulokset yleensä ovat olleet varsin vaihtelevia ja eri suuntiin käypiä. Kuitenkin voitaneen todeta, että viime aikaisissa, etenkin pohjoismaissa suoritetuissa tutkimuksissa (esim. Treschow 1938; Jørgensen, Lund ja Treschow 1939; Ferdinandsen ja Jørgensen 1938—39; Roll-Hansen 1940; Kangas 1940 a, b; Rennerfelt 1945, 1946) on maannouseman todettu esiintyvän runsaampana ja tuhoisampana kuusen luontaisen leviämisalueen ulkopuolella kuin tällä alueella, vanhoille pelloille perustetuissa kuusikoissa kuin varsinaisella metsämaalla, puhtaissa kuusikoissa kuin sekametsissä, entisillä kuusimailla kuin aikaisemmin muuta (lehti-)puulajia kasvaneilla mailla sekä samoin runsaampana vanhoissa kuusikoissa kuin nuorissa. Kosteussuhteitten on todettu muodostuvan merkitseväksi maannouseman esiintymiselle. Niinpä liika kuivuus saattaa edistää sitä tuntuvasti (Rennerfelt 1945). Vesipitoiset maat (korvet jne.) ovat Rennerfeltin (1945) mukaan varsin vähän maannouseman rasittamia, päinvastoin kuin meillä katsotaan asian olevan (Heikinheimo 1920; Liro 1924; Hintikka 1930; Kangas 1949 a). Ilmeisesti se seikka, että korpien tapaiset kosteat maat, joissa maan kosteus saattaa muuten huomattavasti vaihdella, on meillä todettu suhteellisen runsaasti maannouseman saastuttamiksi, ei itse asiassa olekaan ristiriidassa aikaisempien tutkimustulosten (vrt. Rohmeder 1937; Ferdinandsen ja Jørgensen 1938—39) kanssa, eikä tulosten ero Rennerfeltin (1946, s. 45) tutki-

muksessa hyvin ja keskinkertaisen kosteiden kasvupaikkojen välillä tässä suhteessa todellisuudessa ole suuri. Maannouseman sienirihmastot vaativat happamuutta menestyäkseen (Rennerfelt 1945), mutta sieni voi kasvaa kuitenkin varsin erilaisten pH-arvojen puitteissa (Treschow 1938, Rennerfelt 1945), sitäpaitsi se voi orgaanisia happoja muodostamalla muuttaa pH:ta happameen suuntaan (Treschow 1938, Rennerfelt 1945). Meikäläisillä kuusimailla yleinen maan happamuus (pH 4—5; Aaltonen 1940) vastaa varsin hyvin maannouseman vaatimuksia (Rennerfelt 1945). Tuhkan merkitystä maannousemalle ei tiettävästi ole otettu tutkimuksen kohteeksi. Rennerfelt (1946) olettaa, että kalkki ei ole välttämätön sienen kasvulle, vaikkakin hän pitää mahdollisena, Jahnin (1934, 1935) tutkimuksiin viitaten, että sienen menestyminen lisääntyisi maan kalkkipitoisuuden suurenemisen mukaan. Jørgensen, Lund ja Treschow (1939) katsovat taas emäksisten aineiden lisääntymisen maassa ehkäisevän maannouseman menestymistä. Voitaneen vielä mainita, että B^1-vitamiini (aneuriini) lisää erittäin suuresti sienen elinvoimaisuutta (Rennerfelt 1944).

Suoritetuissa, maannouseman esiintymistä koskevissa tutkimuksissa kerättiin melko runsaat aineistot, joiden tarkoituksena oli selvitellä esiin-

Taulukko 1. Kolsinki Oy:n voimalinjan koealojen tulokset metsiköitten lahoisuudesta metsätyypeittäin.

Tabelle 1. Der Fäulnisbefall auf den Probeflächen der Kraftleitung von Kolsinki Oy., nach den Waldtypen gruppiert.

Metsätyyppi *Waldtyp*	Maannousema *Polyporus annosus*			Männynkääpä *Polyporus pini*			Muut lahot (+ männynkääpä)[1] yhteensä *Andere Fäulen zusammen* (einschl. *Polyporus pini*)[1]			Lahot yhteensä *Fäulen zusammen*		
	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*
	%											
VT	15.3	0.2	4.1	—	0.2	0.1	—	0.2	0.1	15.3	0.4	4.3
MT	13.8	0.3	11.7	0.6	1.4	0.7	1.3	1.4	1.3	15.2	1.7	13.1
OMT	8.9	—	8.6	0.6	—	0.5	1.2	—	1.1	10.0	—	9.2
Yht. *Zus.*	11.7	0.2	10.4	0.5	0.6	0.6	1.2	0.6	1.1	12.7	0.9	10.3

[1] Männynkäävän lisäksi esiintyi koealoilla mesisienen (*Armillaria mellea*) ja pohjankäävän [*Polyporus* (*Bjerkandera*) *borealis*] sekä joitakin määrittämättömiä lahoja. — *Neben Polyporus pini wurden auf den Probeflächen auch Zerstörungen von Armillaria mellea und Polyporus* (*Bjerkandera*) *borealis sowie einige unbestimmt gebliebene Fäulen festgestellt.*

tymisen riippuvaisuutta ensi sijassa kasvupaikasta (metsätyypistä, kosteussuhteista jne.) ja lisäksi myös muista seikoista, etenkin metsikön laadusta. Näistä aineistoista suurin kerättiin Kolsinki Oy:n juuri avatulta voimajohdinlinjalta, joka tutkittiin metsiköittäin (86 koealaa, keskimäärin 51 puuta koealalla) 73 km:n matkalta alkaen Helsingistä pohjoiseen johtavalta valtamaantieltä lähellä Helsingin pitäjän ja Tuusulan välistä rajaa läpi mitä vaihtelevimman, osaksi viljellyn maaston Tammelan pitäjän Liesjärven luoteispuolelle asti. Tämän aineiston tulokset metsätyypeittäin on esitetty taulukossa 1.

Toinen aineisto on kerätty Korpikylä-Lintulan valtionpuistosta laajalta, miltei yksinomaiselta MT- ja OMT-kuusialueelta, äskeisiltä hakkuualoilta (31 koealaa, keskimäärin 77 puuta koealalla). Tällä alueella ei erotettu metsiköitä metsätyypeittäin toisistaan, vaan kasvupaikan kosteuden perusteella. Siltä saadut tulokset näkyvät taulukosta 2.

Taulukko 2. Korpikylä-Lintulan valtionpuiston koealojen tulokset metsiköiden lahoisuudesta.

Tabelle 2. Der Fäulnisbefall auf den Probeflächen im Staatsforst Korpikylä-Lintula.

Metsätyyppi *Waldtyp*	Maannousema *Polyporus annosus*			Männynkääpä *Polyporus pini*			Mesisieni *Armillaria mellea*			Lahot yhteensä *Fäulen zusammen*		
	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*	Kuusissa *In Fichten*	Männyissä *In Kiefern*	Havupuissa yht. *In Nadelhölzern zus.*
	%											
MT + OMT	15.0	6.4	13.2	2.0	—	1.6	7.6	1.1	6.4	23.3	6.9	19.9

Taulukosta 1 käy ilmi, että kasvupaikan hyvyyden (metsätyypin) perusteella ryhmitettynä aineisto osoittaa mustikkatyypin metsiköiden yleensä olleen selvästi eniten lahovikaista (13.1 %), sitten käenkaali-mustikkatyypin (9.2 %), sekä puolukkatyypin metsiköiden olleen lahoista vapaimmat (4.3 %), jos kaikki esiintyneet lahot otetaan huomioon, sekä että tämä suhde, vain maannouseman huomioon ottaen, pysyy samana (11.7, 8.6 ja 4.1 %) (vrt. Heikinheimo 1920). Maannousema onkin ylivoimaisesti yleisin laho ko. koealojen edustamissa metsiköissä, joissa keskimäärin joka kymmenes havupuu (10.4 %) on ollut maannouseman saastuttama, kuusista vielä vähän useampikin (11.7 %). Kaikkiaan 12.7 % kuusista on ollut yleensä lahovikaisia. Korpikylä-Lintulan alueella ovat vastaavat luvut jonkin verran korkeam-

pia: kaikista havupuista on 19.9 % (joka viides puu) ollut yleensä lahovikaisia (kuusista 23.3 %) ja 13.2 % maannouseman saastuttamia (kuusista jopa 15.0 %). Ensin mainittuun lukupariin on siellä vaikuttanut erityisesti mesisienen runsas esiintyminen (vrt. Kangas 1946), 7.6 % kuusista ja 6.4 % kaikista havupuista on ollut sen saastuttamia. Kolsinki Oy:n voimalinjalla todetut muut kuin maannouseman tai männynkäävän lahot lankeavat enemmistöltään taas pohjankäävän tilille. Männynkäävän laho on ollut hyvin paljon vähäisempi yleensä kuin maannouseman laho (Kolsinki Oy:n voimalinja: 0.6 % kaikista havupuista, 0.5 % kuusista; Korpikylä-Lintulan alue: 1.6 % havupuista, 2 % kuusista). Mänty on ollut erittäin paljon terveempää, niistä on vain 0.9 % yleensä, 0.2 % maannouseman ja 0.6 % männynkäävän lahoisia (Kolsinki Oy:n voimalinja) tai 6.9 % yleensä, 6.4 % maannouseman, ja ei lainkaan männynkäävän lahoisia (Korpikylä-Lintula). Jälkimmäisellä alueella männyt olivat yleensä melko vanhoja ja kasvoivat hyvällä maalla (vrt. taulukko 1), mikä selittänee osaksi esiintyvän jyrkän eron sekä yleensä lahoihin että nimenomaan maannousemaan nähden. Mänty on kuitenkin sekä kaikkiin lahoihin että erityisesti maannousemaan nähden ollut siis tavattoman paljon vastustuskykyisempi kuin kuusi (vrt. esim. Peace 1938; Ferdinandsen ja Jørgensen 1938—39; Rennerfelt 1946).

Kun tarkastellaan kuusen suhtautumista eri metsätyypeillä lahoihin yleensä ja erityisesti maannousemaan, voidaan todeta, että kasvupaikan hyvyydellä on selvä vaikutus lahon runsauteen. Kuusi on puolukkatyypillä (siis kuivilla laihoilla mailla) eniten (vrt. Hintikka 1930; Rennerfelt 1945 ja 1946), mustikkatyypillä hiukan vähemmän, mutta jo käenkaali-mustikkatyypillä huomattavasti vähemmän maannouseman (15.3, 13.8 ja 8.9 %) — ja yleensäkin lahojen — turmelema (taulukko 1). Männyllä erot näissä suhteissa ovat VT:n ja MT:n männiköissä ilmeisesti päinvastaiset. Kun nimenomaan Kolsinki Oy:n voimalinjan aineisto on täysin sattumanvaraisesti kerätty ja — vaikkakin orientoiva — melko laaja ja vaihteleva (OMT:n koealoja 25, MT:n 43 ja VT:n 16), voitaneen tulosta pitää kuvaavana ainakin Etelä-Suomen länsipuoliskon metsille. Mainittakoon vielä, että ainoalla, taulukosta 1 pois jätetyllä käenkaalityypin koealalla (42 havupuuta, kuusia) oli yhdessä ainoassa kuusessa (2.4 %) maannousemaa (ja lahoa ylipäänsäkin).

Kolsinki Oy:n voimalinjan aineisto voidaan lisäksi ryhmitellä kasvupaikan kosteussuhteitten, metsikön kuusisuuden (puulajisuhteitten), tiheyden ja iän mukaan. Kiintoisin näistä ryhmityksistä on kasvupaikan kosteussuhteitten mukainen. Se antaa seuraavan tuloksen (suluissa koealojen luku):

Kasvupaikka	kuiva	kuivahko	kosteahko	soistunut	yht.
		maannousemaa %			
VT[1]	16.7 (8)	12.9 (1)			15.3
MT[2]	14.9 (6)	14.5 (21)	12.5 (10)	9.7 (5)	13.3
OMT	6.3 (1)	2.8 (2)	10.4 (14)	8.7 (8)	8.9
yht.	12.8 (15)	13.3 (24)	11.1 (24)	9.0 (13)	11.5

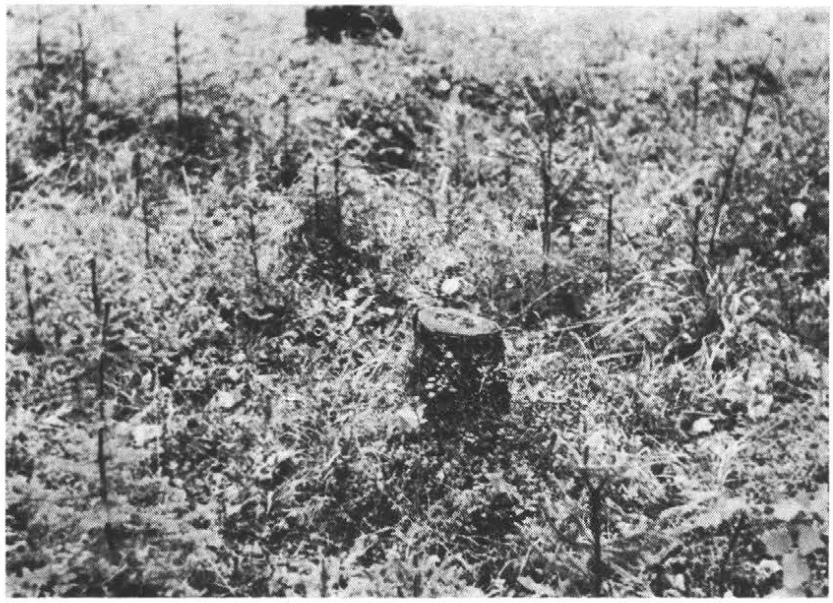
Tähän verrattavaksi voidaan ottaa Korpikylä-Lintulan aineisto, joka on kerätty erityisesti kasvupaikan kosteussuhteita silmällä pitäen ja vastannee paremmin OMT-kuusikoita kuin MT-kuusikoita:

Kuiva kangas	Kuiva kangas, soistuneita painanteita	Korpikangas, tasainen	Korpikangas, soistuneita painanteita	Soistunut kokonaan
		maannousemaa, %		
18.4 (4)	13.7 (4)	15.6 (6)	19.2 (9)	11.9 (8)

Kolsinki Oy:n voimalinjan aineistossa on mustikkatyypin metsiköt melko hyvin ja tasaisesti edustettuina. Niiden kohdalta näyttää maannousema olevan yleisin kuivilla kasvupaikoilla ja vähiten esiintyvä soistuneissa metsiköissä, vaikka erot eivät ole kovin suuria. Tulos vastaa siis viimeksi mainittujen osalta täysin Rennerfeltin (1946) tuloksia Ruotsissa, kuten tavallaan koko aineiston osalta yleensäkin (vrt. Münch 1932). Sen sijaan Korpikylä-Lintulan aineisto ei anna yhtä selvää kuvaa muulta, paitsi kokonaan soistuneiden metsien osalta. Luokituksensa perusteella se ei ole kuitenkaan täysin rinnastettavissa edelliseen aineistoon.

Kuusen valtapuuvoittoisuuden määrään (kuusisuuteen) nähden ei tutkimusaineisto anna mitään täysin selvää tulosta. Kolsinki Oy:n voimalinjalla voitiin tosin todeta mustikkatyypillä seuraavat suhteet (kuusisuus/maannousema-%): 100—90 % — 14.6 %, 80—70 % — 12.6 %, 60—50 % — 11.2 % ja < 50 %[3] — 12.5 %. Käenkaali-mustikkatyypillä olivat vastaavat suhteet epäselvät. Tiheyden suhteen näyttäisi sen sijaan olevan jonkinlaista korrelatiota. Mustikkatyypillä tämä esiintyi seuraavana: 0.5—4.5 %, 0.6—13.3 %, 0.7—12.2 % ja 0.8—17.0 % (0.9—4.2 %, vain yksi koeala!). Käenkaali-mustikkatyypin metsiköt suhtautuivat täysin vastaavasti ja molempien tyyppien yhteinen lukusarja voimalinjan aineistossa on seuraava: 0.5—3.5 %, 0.6—10.8 %, 0.7—9.6 %, 0.8—15.5 % (0.9—4.9 %, 2 koealaa!). Korpikylä-Lintulan aineistosta saadaan tosin jälleen tässäkin suhteessa hieman epäselvempi sarja: 0.7—6.0 %, 0.8—18.1 %, 0.9—14.9 %. Iän suhteen näyttää vaihtelu olevan täysin sattumanvaraista, ilman selvää riippuvaisuussuhdetta (Kolsinki Oy:n voimalinja, MT + OMT): 35 v.

[1] Kaikkia koealoja ei, tässä suhteessa hieman epätasaisina, ole otettu mukaan.
[2] Yksi koeala (taimistoa, maannousema-% 31.4) poikkeavana jätetty pois.
[3] Tässä ryhmässä oli vain 3 koealaa.



Valok. — *Aufn.* 11. VI. 1940. E. Kangas.

Kuva 2. Kuusentaimistoa maannousemalahoisen kannon ympärillä. Taimistokoeala. Vesijaon kokeilualue, Padasjoki.

Abb. 2. Kleine Fichtenpflanzen um einen wurzelschwammfaulen Stumpf auf einer Verjüngungsprobefläche im Versuchsrevier Vesijako, Padasjoki.

— 3.5 %, 45 v. — 11.0 %, 55 v. — 10.6 %, 65 v. — 13.8 %, 75 v. — 9.1 %, 85 v. 10.3 %, 95 v. — 13.7 %, 105 v. — 10.5 %. Tämä tuntuukin varsin luonnolliselta, kun otetaan huomioon se myöhemmin käsiteltäväksi tuleva seikka, että kuusen taimistot jo ovat usein sangen pahoin maannouseman saastuttamia (vrt. edellä s. 12, alaviite 2). Rennerfelt (1946) on kuitenkin taipuvainen pitämään vanhoja kuusikoita maannouseman pahemmin rasittamina kuin nuoria (vrt. myös Liro 1924), vaikka hänellä on esimerkkejä pahoin saastuneista nuoristakin metsiköistä.

Esiintymistapa metsikössä

Edeltävässä tiedonannossa (Kangas 1940 a, b) on jo tullut esitetyksi eräs tyypillisimpiä piirteitä maannouseman esiintymistavassa kuusikoissa. Se on näet erittäin usein, ainakin puhtaissa tai voimakkaasti kuusivaltaisissa metsiköissä, selvästi ryhmittäistä. Siitä ovat useat ns. maannousemaryhmä-koealat antaneet yhtäpitäviä tuloksia (vrt. Kangas 1940 a, b), ja ne vastaavat myös täysin Rennerfeltin (1945, 1946) myöhemmin Ruotsissa saamia tuloksia. Mainitut koealatutkimukset suoritettiin valitsemalla 2—10 aarin suuruisen koealan keskelle yksi selvästi todettu

maannouseman pahoin turmelema kuusi (tai kuusen kanto) tahi linjakoealoissa kaksi toisistaan jonkin matkan päässä olevaa kuusta (kantoa). Sen jälkeen koeala puineen kartoitettiin, kaikki puut kaadettiin ja analysoitiin. Näillä koealoilla vaihteli maannouseman saastuttamien puiden määrä 72.7 ja 89.7 %:n välillä, siis varsin ahtaissa rajoissa. On näin ollen ilmeistä, että tällaisten sairastuneitten puuryhmien kohdalla maa on pahoin maannouseman saastuttama a.

Sama ilmiö tulee hyvin selvänä esille kuusen nuorennoksen kohdalla maannouseman saastuttamissa kuusikoissa. Tämän seikan selvittämiseksi otettiin useita ns. taimikoealoja (suuruus 2—4 m²), jotka sijoitettiin siten, että koeruudun keskelle tai laitaan tuli varmasti todettu maannouseman saastuttama puu (kanto). Näiltä koealoilta kartoitettiin kaikki taimet, yleensä juuristoineen, sekä maannouseman saastuttaman puun juuristo. Samoin tutkittiin ja kartoitettiin taimien juurissa tällöin jo todetut vioittumat ja maannousemalaho, sekä talletettiin taimien juuristot (kartan mukaisesti numeroituna) laboratoriotutkimusta varten. Koealoja otettiin Tuusulan Ruotsinkylässä, Padasjoella (sekä Vesijaon kokeilualueen kotipalstalla että kokeilualueeseen kuuluvassa Tevänninmaassa) ja Rovaniemellä (ns. Mårdin ulkopalstalla ja Kumpu-Kivalossa). Näiden tutkimusten tulokset on kerätty taulukkoon 3.

Taulukko 3. Taimikoealojen tulokset maannouseman esiintymisestä taimissa saastuneilla aloilla.

Tabelle 3. Das Auftreten des Wurzelschwamms auf den Verjüngungsprobeflächen der vom Pilz befallenen Flächen.

Taimia *Pflanzen*	Lahovikaisia *Fäulebeschädigt*					Terveitä *Gesunde*	Taimia kaikkiaan *Pflanzen insges.*	Koealoja *Probeflächen*
	Laho- *Fäule*		Terve-		yhteensä *zusammen*			
	kantoisia *Im Stock*	juurisia *In den Wurzeln*	kantoisia *Stock gesund*	juurisia *Wurzeln gesund*				
Kpl.— *St.*	121	147[1]	36	10	157[1]	99	256	9
%	77.1	94.3	22.9	5.7	100—61.3	38.7	100	

Koealatulokset osoittavat, että saastuneilla maastokohdilla on lähes $^2/_3$ (61.3 %) nuorista, taimettumisvaiheeseen kuuluvista taimista joutunut maannouseman uhriksi. Kahdella koealalla olivat jopa kaikki ja kahdella koealalla lähes kaikki (yli 90 %) taimet tuhon uhreja. Laho oli levinnyt tartunnan saaneissa taimissa suuressa enemmistössä (keskimäärin 77.1 %)

[1] Juuria katkennut kolmessa taimessa ja juurilahoisuuden määritys jäänyt 8 muussa, kaikkiaan 11 taimessa epävarmaksi, mutta nämä epävarmat tapaukset laskettu kaikki tähän ryhmään mukaan. — *In 11 Pflanzen das Auftreten des Wurzelschwamms mehr oder minder unsicher.*

jo runkoon saakka. Kymmenessä taimessa näistä (5.7 %) todettiin lahon esiintyvän vain runko-osassa ja juurenniskassa. Tämä osoittanee, että osassa taimia saastunta oli tapahtunut juurenniskassa tai välittömästi sen alla. Osassa taimia saastunta taas oli vasta äskettäin tapahtunut, sillä osa juurilahoisista taimista (22.9 %) oli sellaisia, joissa laho todettiin ainoastaan juurissa. Eräissä taimissa laho oli päinvastoin ehtinyt jo levitä, paitsi runkoon, yli koko juuriston, ja maannousema oli jo ehtinyt tappaa useita taimia (K a n g a s 1940 a, b). Taimikoealojen (muiden paitsi koeala 1:n) taimista mitattiinkin sittemmin laboratoriotutkimusten yhteydessä, miten suuri osa juuristosta (juurten pituudesta) oli lahovikaista. Tämän tuloksena on seuraavassa yhdistelmässä näiden koealojen taimet ryhmitetty lahon levinneisyyden (laajuuden) perusteella juuristossa (tällöin on joukko taimia, n. 30 %, lahon esiintymisen mittaamisen epävarmuuden vuoksi ollut pakko jättää pois yhdistelmästä):

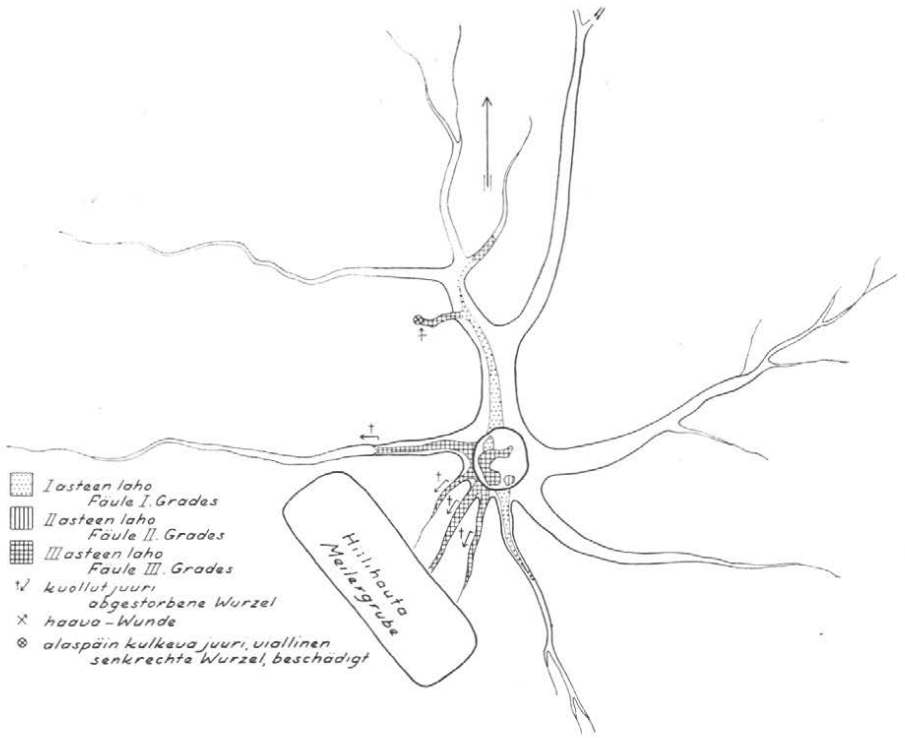
lahon laajuus juuristossa:	1—30 %	31—70 %	yli 70 %
taimia, % (8 koealaa)	64	30	6

Lahoisuus on saavuttanut jo näin nuoressakin taimistossa saastuneilla kohdilla kolmanneksessa (36 %) taimista varsin huomattavan laajuuden: yli 30 % juuristopituudesta on ollut lahovikaista. Kun otetaan huomioon taimien juurien ohuus (ks. K a n g a s 1940 a, b) sekä se seikka, että maannousema — nimenomaan taimissa — saattaa levitä juurissa myös pinnallisesti (ks. R e n n e r f e l t 1945, 1946), on ymmärrettävää, että myös juurien tuhoutumista täydelleen tapahtuu helposti sitä mukaa, kuin laho leviää juuristossa pituussuunnassa. Näin on tuhon seurauksena sitten osaksi myös taimien kuoleminen (vrt. L i r o 1924). Onkin ilmeistä, että taimikoealojen antama tulos on tulkittava siten, että s a a s t u n e i l l a m a a s t o k o h d i l l a m a a n n o u s e m a s a a t t a a s u o r a s t a a n e h k ä i s t ä m e t s i k ö n t a i m e t t u m i s t a.

Maannouseman tartunta

Tartuntakohta juuristossa

Maannouseman tartuntaa on tutkittu ja pohdittu H a r t i g i n (1874, 1878) ajoista alkaen erittäin paljon, eikä liene tarkoituksenmukaista tässä syventyä siihen käsitysten kirjavuuteen, joka mainitusta tutkimustoiminnasta on ollut tuloksena (vrt. M ü n c h 1932; J ø r g e n s e n, L u n d ja T r e s c h o w 1939; F e r d i n a n d s e n ja J ø r g e n s e n 1938—39; R e n n e r f e l t 1946). Voitaneen jälleen todeta vain, että erityisesti viimeaikainen pohjoismainen tutkimus (edellä mainitut ja mm. T r e s c h o w 1938, 1941; K a n g a s 1940 a, b; R o l l - H a n s e n 1940; R e n-



Orig.

Piirros 1. Analyysi kuusen juuristosta, jossa maannousematartunta on tapahtunut tulen vioittamien, jo kuolleiden juurien kautta, sekä erillinen tartunta alaspäin kasvaneen, vioittuneen juuren kautta. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto, Kivennapa.

Diagr. 1. Wurzelanalyse einer Fichte, in welche der Wurzelschwamm durch feuerbeschädigte, schon tote Wurzeln eingedrungen ist, dazu eine getrennte Infektion durch Vermittlung einer senkrecht abwärts gewachsenen, beschädigten Wurzel. Staatsforst Korpikylä-Lintula, Kivennapa.

nerfelt 1945) on selvitellyt tähän kysymykseen liittyviä probleemoja. Näittenkin tutkimusten tulokset ovat, joskin suuresti samansuuntaisia, vielä monissa yksityiskohdissaan ristiriitaisia tai riittämättömiä lopullisen selvityksen saamiseksi asiasta. Niissä on, pääkohdiltaan lyhyesti esitettynä, kuitenkin todettu, että maannousemalla hyyfisaastutus on sangen yleinen, että se tapahtuu pääasiassa juuristossa esiintyvien vaurioituneiden ja todennäköisesti kuolleiden tai ainakin heikontuneiden solukkokohtien (haavojen) kautta, että myös tietyissä tapauksissa terveen ja maannousemalahoisen juuren välittömästi koskettaessa toisiaan saattaa esiintyä aktiivista saastuntaa, ja että itiösaastutus saattaa olla yhtä suuressa määrässä mahdollinen kuin hyyfisaastutus, mutta miten se luonnossa tapahtuu, on vielä puutteellisesti selvitetty.

Aikaisemmin (Kangas 1940 a, b) on jo eräin esimerkein kuvattu maannouseman tartuntaa suoritettujen juuristoanalyysien perusteella.

Näillä yli 30 analyysillä on ollut tarkoituksena ensi sijassa selvittää, missä kohtaa juuristossa saastunta on tapahtunut. Niissä on päädytty pääasiassa samoihin tuloksiin kuin tanskalaisissa (Jørgensen, Lund ja Treschow 1939; Ferdinandsen ja Jørgensen 1938—39; vrt. Kangas 1940 a, b) ja ruotsalaisissa (Rennerfelt 1945, 1946) tutkimuksissa, nimittäin että saastuntakohtana toimivat useimmiten juurenniskaan liittyvät, monestikin alaspäin suuntautuneet, vioittuneet ja sitten kuolleet tai solukoiltaan heikontuneet juuret, erityisesti ns. paalu- eli sydänjuuri. Piirroksessa 1 esitetään esimerkkinä eräs näistä juuristoanalyyseistä. Mutta toisaalta on niissä käynyt ilmi, että monet muunkinlaiset juuriston vioittumat etäämpänäkin juurenniskasta saattavat olla saastuntapaikkoina (vrt. Liro 1924), kuten juurien hankautumahaavat tai revenneet ja katkenneet juuret (esim. piirros 3) sekä mesisienen tappamat tai heikontamat juuret (piirros 5) vioittumakohdissaan. Erityisen merkityksellisiksi ovat näyttäytyneet vanhojen lahojen juurien ja terveiden juurien väliset hankautumat (piirros 2). Analyysien tuloksena on seuraavassa yhdistelmässä esitetty yhteenveto varmasti todetuista saastuntapaikoista tutkituissa juuristoissa (taulukko 4).

Taulukko 4. Saastuntakohtien sijainti ja laatu juuristoanalyysien mukaan.
Tabelle 4. Lage und Beschaffenheit der Infektionsstellen nach den Wurzelanalysen.

Saastuntakohta ja sen laatu *Infektionsstelle und deren Beschaffenheit*		Maan rajassa, juurenniskassa vioittuma *Beschädigung am Wurzelhals bei der Erdoberfläche*	Sydänjuuressa vioittuma tai juuri kuollut *Herzwurzel beschädigt oder tot*	Etäämpänä juuristossa — *In den peripherern Teilen des Wurzelsystems*							Saastumia yhteensä *Infektionen zusammen*
				Juuri kuollut *Wurzel tot*	Juuressa mesisienen tuho *Wurzel vom Hallimasch angegriffen*	Juuri koskettaa lahoa *Wurzel berührt Fäule*	Juuri poikki *Wurzel abgerissen*	Juuressa vioittuma *Wurzel beschädigt*	Juurten yhteenkasvama *Wurzelverwachsung*	Syy epäselvä *Ursache unklar*	
Saastumia	Kpl *St.*	1	6	4	11	7	12	19	1	1	62
Infektionen	%	1.6	9.7	6.5	17.7	11.3	19.4	30.6	1.6	1.6	100

Tulokset osoittavat, että joskin kuolleitten juurien sekä paalu- eli sydänjuurien ja juurenniskan kautta tapahtuneet saastunnat (18 %) ovat yleisiä, elävissä juurissa juurenniskasta etäämpänäkin olevilla vioittumilla (50 %) on erittäin suuri merkitys saastunnassa, päinvastoin kuin etenkin Jørgensen, Lund ja Treschow (1939) ja myös Rennerfelt (1946) katsovat asian olevan. Tuntuu kuitenkin siltä, kuin syy tähän tulosten ristiriitaisuuteen olisi osaksi mm. siinä, että esim. Rennerfelt (1945, 1946) lukee saastunnan ja maannouseman esiintymisen saprofyyttiseksi, jos sienellä muuten elävässä juuressa on edes puuhun iskeytymis-



Valok. — *Afun.* 15. V. 1940. E. Kangas.

Kuva 3. Maannousemalahoisen, tuulen juurineen kaataman kuusen kanto. Puoli-irrallaan olevan kannon juurissa alapuolella maannouseman itiöemiä. Ruotsinkylän kokeilualue, Tuusula.

Abb. 3. Stumpf einer wurzelschwammfaulen, mitsamt den Wurzeln vom Winde geworfenen Fichte. An den Wurzeln des halb losgerissenen Stumpfes auf der Unterseite Fruchtkörper des Wurzelschwamms. Versuchsrevier Ruotsinkylä, Tuusula.

kohdassa ollut kuollutta tai pahoin heikontunutta solukkoa. Näin yleensä on ollut ainakin pääosassa niistä tapauksista, jotka yhdistelmässä on esitetty. Lisäksi terveiden ja lahojen juurien välitön kosketus, etenkin jos kosketuskohdassa on terveeseen juureen syntynyt vioittuma, näyttää tarjoavan merkittävän (yli 10 %) saastuntamahdollisuuden. Tervekin (vioittumaton) juuri voi tällöin joutua saastumaan, vaikka tällaiset tapaukset näyttävät aineiston perusteella (esiintyneistä 1 tapaus) harvinaisilta (vrt. seuraavaa lukua). Mesisieni saattaa myös juuria vioittamalla ja tappamalla avata maannousemalle melkoisessa määrässä saastuntamahdollisuuksia (18 %); aineistossa tämä mahdollisuus esiintyy kuitenkin näin korostetusti lähinnä siksi, että analyyseistä huomattava osa on tehty alueella (Korpikylä—Lintula), jolla mesisienen tuhot olivat poikkeuksellisen yleisiä (vrt. taulukoita 1 ja 2). Myös juurien yhteenkasvettumien kautta saattaa maannousema poikkeuksellisesti päästä leviämään puuhun.



Valok. — *Aufn.* 18. VIII. 1939. E. Kangas.

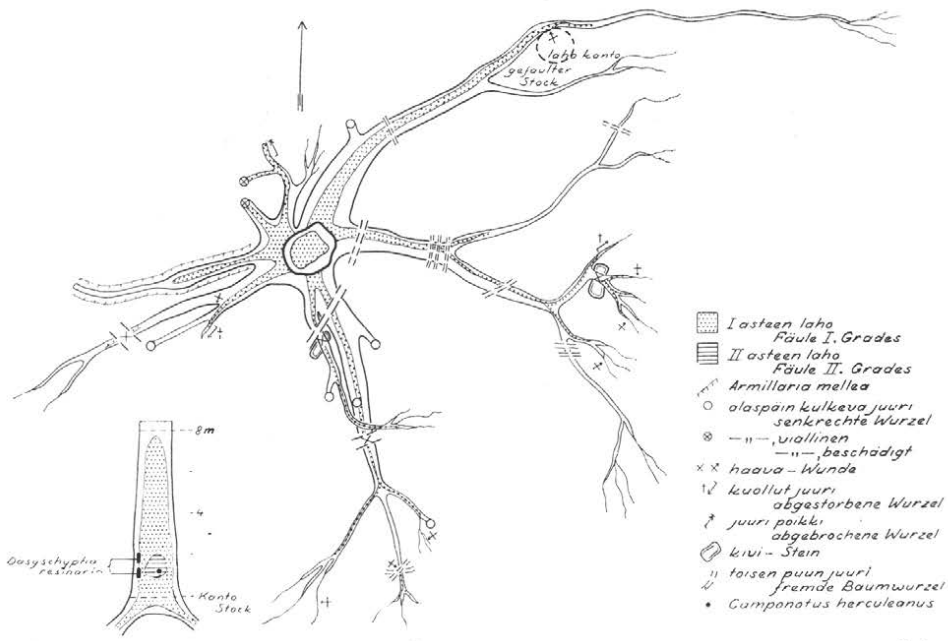
Kuva 4. Maannouseman itiöemiä kuusen juuristossa alapuolella. Juuristo käännetty puolikyljelleen. Ruotsinkylän kokeilualue, Tuusula.

Abb. 4. Fruchtkörper des Wurzelschwamms auf der Unterseite eines halb auf die Seite gestellten Wurzelwerkes der Fichte. Versuchsrevier Ruotsinkylä, Tuusula.

Tartuntatapa

Kysymys siitä, tapahtuuko saastunta itiöiden (kanta- tai kuroma-itiöiden; Hess-Beck 1930, Münch 1932, von Hopffgarten 1933, Bjørnekaer 1938, Ferdinandsen ja Jørgensen 1938—39, Roll-Hansen 1940 ym.) vaiko hyyfien (vrt. edellä s. 15—16) välityksellä, on aiheuttanut erityisesti pohdintaa. Esillä olevassa tutkimuksessa on keskitytty selvittämään hyyfisaastutusta. Maannouseman itiötuotantoa seurattiin tosin Tuusulan Ruotsinkylässä kasvukausina 1939 ja 1940 (24. VII.—29. IX. 1939, 6. V.—28. VII. 1940), kumpanakin kolmessa itiöemässä, joista yksi oli sama kumpanakin kesänä. Se tuotti kuitenkin melko laihan tuloksen. Vain toukokuun keskimmäisellä kolmanneksella (15. V. ja 19. V.) v. 1940 todettiin yhdessä itiöemässä jatkuvaa itiötuotantoa eikä sekään ollut erikoisen runsasta. Bjørnekaer (1938) esittää itiömuodostuksen kuitenkin olevan yleisen läpi kasvukauden, joskin kaksi selvästi erottuvaa runsaan tuotannon kautta esiintyy kasvukauden kuluessa.

Hyyfisaastutukseen viittaavia tuloksia oli saatu jo juuristoanalyysien sekä taimikoealoja koskevien tutkimusten yhteydessä. Erityisesti sellaiset tapaukset, joissa terveen puun juuri oli lahoon juureen koskettavassa kohdassa saanut tartunnan (vrt. s. 18), puhuivat selvästi hyyfisaastunnan puolesta. Piirroksissa 2 ja 3 esitetään kaksi esimerkkiä analyyseistä, joissa tällainen saastunta on tapahtunut. Toisessa (3) niistä oli saastuneen juuren toinen haara kasvanut lahon juuren sisään. Taimikoealoilta on myös



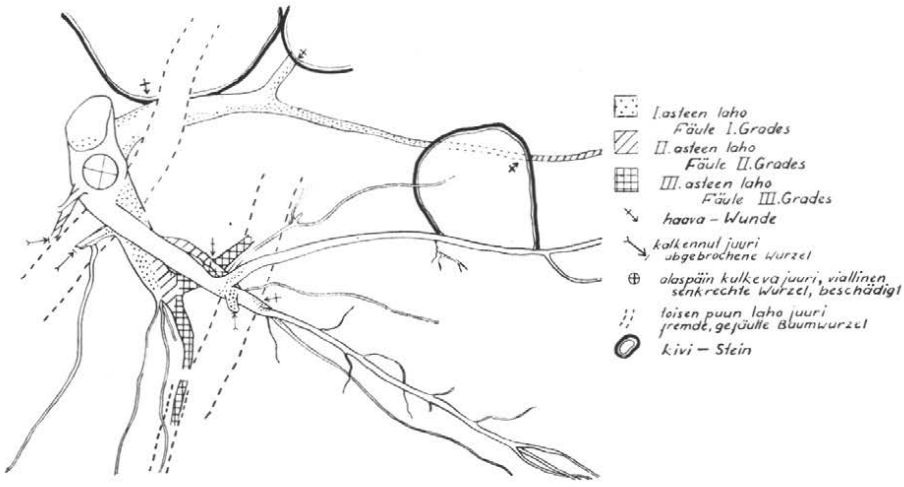
Orig.

Piirros 2. Analyysi kuusen juuristosta, jossa maannousemasaastunta on tapahtunut, paitsi kolmen (kuolleen, katkenneen ja vioittuneen) juurenhaaran kautta, myös maannousemalahoisen kannon kanssa kosketukseen joutuneen juuren kautta (kosketuskohdassa juuressa vioittuma). Lahon esiintyminen rungossa myös analysoitu. Mesisieni ja hevosmuurahainen ilmestyneet puuhun maannousematuhon seurauksena. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto, Kivennapa.

Diagr. 2. Wurzelanalyse einer Fichte, in welche der Wurzelschwamm, ausser durch eine tote, eine abgerissene und eine beschädigte Wurzel, auch durch eine mit einem Wurzelschwammfaulen Baumstumpf in Berührung geratene und an der Berührungsstelle beschädigte Wurzel eingedrungen ist. Auch das Auftreten der Fäule im Stamm wurde analysiert. Als Folgeschädlinge des Wurzelschwamms haben sich im Baum auch der Hallimasch, Armillaria mellea (Fl. Dan.) Quél., *und die Rossameise, Camponotus herculeanus* L., *eingefunden. Staatsforst Korpikylä-Lintula, Kivennapa.*

saatu useita vastaavia todisteita. Niistä kuvattakoon yksi tapaus Padasjoelta Vesijaon kokeilualueelta otetulta koealalta. Taimikoealalla oli maannousemalahoisen kuusen kannon lisäksi saman puun tyveys, joka oli sisältä jo pahoin lahonnut. Tyveyksen toinen pää oli mätästä vasten painunut, niin että mättäällä kasvavan terveen ja elinvoimaisen kuusen taimen eräs pääjuurihaara oli kasvanut suoraan lahon tyveyksen sisään. Juuri oli ohut ja tyvessään täysin terve, vieläpä tyveyksen pään tasollakin. Syvemmällä lahossa puussa se oli jo kuitenkin laho ja kuollut, mutta vielä melko syvälle tyveykseen seurattavissa. Tässä tapauksessa välitön »kosketussaastunta» oli ilmeinen. Vastaavia tapauksia juurten ollessa kosketuksessa lahojen juurien kanssa oli taimikoealoilla useita.

Tällaisten tulosten tarkistamiseksi järjestettiin saastutuskokeita laboratoriossa (kasvihuoneessa). Ensimmäinen sarja järjestettiin syksyllä 1939.



Orig.

Piirros 3. Analyysi pienen, 1.1 m korkean kuusen juuristosta, jossa maannousemasaastunta on tapahtunut taimen juuren kasvaessa maannousemalahoiseen vanhaan juureen. Erillisiä saastuntakohtia lisäksi kahdessa poikkinaisessa ja yhdessä vioittuneessa (hankautuma kiveä vasten) juurenhaarassa, sekä alaspäin kasvaneessa, vioittuneessa juuressa. Ruotsinkylän kokeilualue, Tuusula.

Diagr. 3. Wurzelanalyse einer kleinen, 1.1 m hohen Fichte, bei welcher die Infektion dadurch zustandegekommen ist, dass eine Wurzel der jungen Fichtenpflanze in eine alte, fäuledurchsetzte Wurzel hineingewachsen ist. Getrennte Infektionsstellen befinden sich dazu in zwei abgerissenen und einer beschädigten (Schabwunde gegen einen Stein) Seitenwurzel, ferner in einer senkrecht abwärts gewachsenen beschädigten Wurzel. Versuchrevier Ruotsinkylä, Tuusula.

Saastutetut taimet tarkastettiin kevättalvella 1941. Toinen koesarja järjestettiin keväällä 1940 ja koe lopetettiin talvella 1942—1943. Saastutettujen taimien juuriston tarkastus suoritettiin laboratoriossa. Taimia oli ensimmäisessä koesarjassa kaikkiaan 54 kpl ja toisessa 60 kpl, yhteensä 114 kpl. Osa taimista oli kokeiden aikana kuollut. Kuolleet taimet, yhteensä 20, tutkittiin kyllä, ja 85 % niistä todettiin saastutetuiksi. Kun niiden tarkastus sotien vuoksi voitiin suorittaa vasta pitkän aikaa niiden kuoleman jälkeen, oli tietenkin vaikeata sanoa, oliko saastuminen tapahtunut ennen taimien kuolemaa vai ehkä vasta sen jälkeen. Tämän vuoksi ne on jätetty pois seuraavasta yhdistelmästä (taulukko 5), minkä sisältöä ne eivät muuten asiallisesti muuttaisikaan.

Kokeissa käytettiin v. 1939 saastutusaineena I:n, II:n ja III:n asteen lahoa, v. 1940 II:n asteen lahoa. Eri lahoasteilla suoritetuissa saastutuksissa eivät tulokset antaneet mitään yhtenäistä suuntaa muuten, paitsi että III:n asteen laholla tehdyt saastutukset jäivät tuloksiltaan puolta heikommiksi (keskimäärin 14 %) kuin I:n ja II:n asteen (30 ja 22 %) lahoilla suoritetut (vrt. Rennerfelt 1946, s. 22). Ero vioitettujen (kuolleita oli ollut 13) ja ehjäksi jätettyjen (kuolleita 7) taimien saastumisessa elossa olleiden taimien osalta on ollut varsin selvä: 32 (34) % — 8 %.

Taulukko 5. Maannousemasaastutuskokeiden tulokset.
Tabelle 5. Ergebnisse der Infektionsversuche.

Koetaimien jakautuminen *Verteilung der Versuchspflanzen*	Koetaimien laatu *Zustand der Versuchspflanzen*	Saastunta-aine taimissa kiinni *Infektionsstoff an den Pflanzen haftend*				Saastunta-aine erillään *Infektionsstoff von den Pflanzen getrennt*			2-vuotiset taimet yhteensä *2 jährige Pflanzen zusammen*	4-vuotiset taimet yhteensä *4 jährige Pflanzen zusammen*	Kaikkiaan molemmissa koesarjoissa *Insgesamt in beiden Versuchsreihen*
		V:n 1939 koesarja *Versuchsreihe von 1939*		V:n 1940 koesarja *Versuchsreihe von 1940*		V:n 1939 koesarja *Versuchsreihe von 1939*	V:n 1940 koesarja *Versuchsreihe von 1940*				
		2-vuotiset taimet *2 jährige Pflanzen*	4-vuotiset taimet *4 jährige Pflanzen*	4-vuotiset taimet *4 jährige Pflanzen*	Yhteensä *Zusammen*	2-vuotiset taimet *2 jährige Pflanzen*	4-vuotiset taimet *4 jährige Pflanzen*	Yhteensä *Zusammen*			
Saastuneita — saastumattomia, kpl *Infizierte — intakte, St.*	Vioitetut *Beschädigte*	1—8	4 (5)[1]—3	3—13	8 (9)—24	1—5	8—6	9—11	2—13	15 (16)–22	17 (18)–35
	Ehjät *Unbeschädigte*	0—5	1—7	1—15	2—27	—	1—6	1—6	0—5	3—28	3—34
Saastuneita, % *Infizierte,*	Vioitetut *Beschädigte*	11.1	50.0 (62.5)	18.9	24.2 (27.5)	16.7	57.1	45.0	13.3	39.5 (42.1)	32.1 (34.0)
	Ehjät *Unbeschädigte*	0.0	12.5	6.3	6.9	—	14.3	14.3	0.0	9.7	8.1

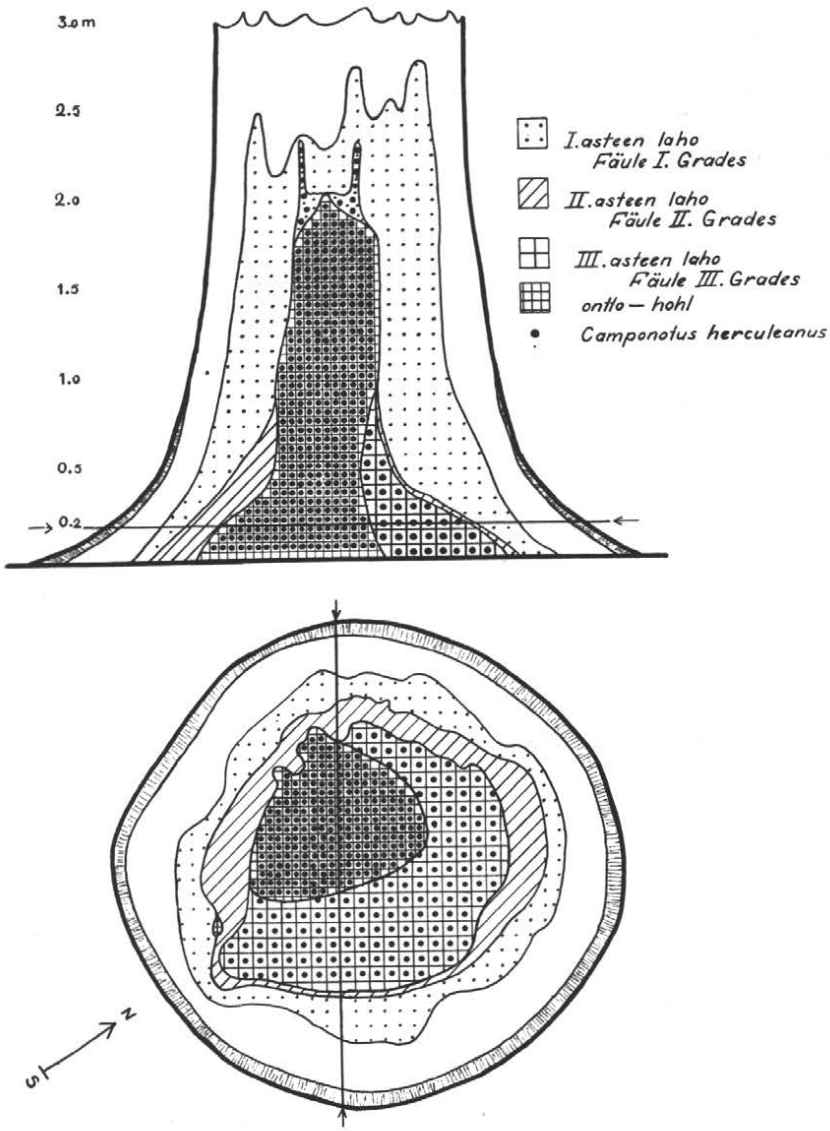
[1] Saastuminen yhdessä taimessa ollut epävarma. — *Infektion bei einer Pflanze unsicher.*

Isommat taimet näyttäisivät saastuneen suuremmassa määrin kuin pienemmät taimet. Tärkein tulos saastutuskokeista oli kuitenkin se, että luonnossa todetut hyyfisaastutukset voitiin niillä osoittaa paikkansa pitäviksi ja ilmeisesti ainakin vioitetun juuriston omaavilla puilla verraten herkästi tapahtuvaksi.

Taimitarhoissa järjestetyissä saastutuskokeissa ei saatu niin hyviä tuloksia kuin laboratoriokokeissa. Vain Lapinjärven kokeilualueella järjestetty koe antoi melko selvän tuloksen. Ruotsinkylän koesarja tuhoutui siksi pahoin erään ajon yhteydessä, ettei tuloksia voi pitää käyttökelpoisina. Lapinjärven kokeissa koeruudulla, jolla saastunta-aine oli laitettu taimien juuria koskettamaan, juuristoltaan vioitetut taimet olivat saastuneet varmasti ainakin 12 %:ssa ja epävarmojen kanssa jopa 40 %:ssa tapauksista. Koeruudulla, jolla saastunta-aine oli sijoitettu taimirivien väliin multaan peitettynä, vastaavissa taimissa oli todettavissa vain epävarmoja saastumia (24 %). Juuristoltaan ehjäksi jätetyt taimet olivat molemmilla koeruuduilla saastuneet vain niukasti (10—20 %), ja kaikki tapaukset olivat epävarmoja. Koeruudut oli perustettu keväällä 1939, saastutus suoritettiin keväällä 1940 ja kokeet lopetettiin keväällä 1942.

Maannouseman ja muiden tuhonaiheuttajien kytkeytyminen toisiinsa tuhotapahtumassa

Maannouseman tuhoamistavasta on jo edellä eräissä yhteyksissä ollut puhe. Kirjallisuudessa (esim. Hess-Beck 1930, Münch 1932, Ferdinandsen ja Jørgensen 1938—39, Rennerfelt 1946) on lukuisia kuvauksia siitä, missä solukoissa ja puun eri osissa sieni tekee tuhojaan, miten laajalti se leviää juuristossa ja rungossa sekä kuinka nopeasti ja mitä puun aineita se ensi sijassa lahottaa jne. Näihin kysymyksiin ei tässä ole tarkoitus syventyä. Todettakoon vain muutama seikka seuraavan tarkastelun taustaksi. Maannousema leviää juuristossa herkästi juurenniskaa, runkoa, kohden (Kangas 1940 a, b), mutta myös päinvastoin, juuriin päin (Jørgensen, Lund ja Treschow 1939). Se voi jo juurissa levitä pintaan, jälsikerrokseen (Rennerfelt 1946) ja tappaa siten juuria. Tyypillisenä sydänlahona esiintyessään maannousema leviää verraten helposti ylöspäin rungossa ja saavuttaa kuusessa huomattavan suuren korkeuden (vrt. analyysiä piirroksessa 2). Mutta se leviää säteen suunnassakin melko nopeasti, ja lähestyessään näin jälsikerrosta, ts. saavutettuaan mannon pintakerrokset, joissa puun vesiyhteydet kulkevat, se voi heikentää puuta fysiologisesti myös runko-osassa (Kangas 1946). Näistä sekä juuristossa että runko-osassa esiintyvistä fysiologisista vaikutuksista lähinnä riippuu maannouseman kytkeytyminen



Orig.

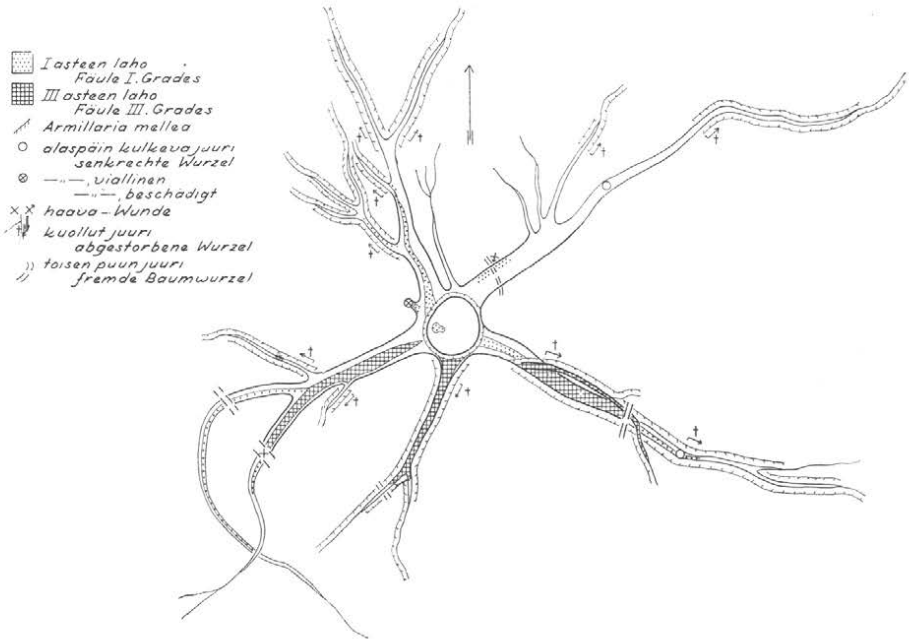
Piirros 4. Analyysi maannousemalahoisen kuusen rungosta, jossa on hevosmuurahaispesä. Halkileikkaus on kaakkois-luodesuunnassa ja poikkileikkaus 0.2 m:n korkeudelta. Ruotsinkylän kokeilualue, Tuusula.

Diagr. 4. Stammanalyse einer wurzelschwammfaulen Fichte mit einem Nest der Rossameise, Camponotus herculeanus L. *Die Längsschnittebene liegt in der Richtung Südost-Nordwest, der Querschnitt in der Höhe von 0.2 m. Versuchsrevier Ruotsinkylä, Tuusula.*

osatekijänä tuhoprosesseihin, joissa esiintyy useita muitakin tuhonaiheuttajia. Tällaisia ns. tuhokombinaatioita saattaa maannousema muodostaa useiden eri tekijöiden kanssa, erityisesti juuri kuusessa. Erästä niistä, kuusen kuivumisprosessia, esillä olevan tutkimuksen aineistoon perustuen, on osaksi jo käsitelty aikaisemminkin (K a n g a s 1946), kuten on mainittu.

Myös maannouseman itse puuainetta tuhoava vaikutus liittyy usein yhteen erään toisen tuhotekijän, nim. hevosmuurahaisen (*Camponotus herculeanus* L.) esiintymisen kanssa. Niissä tutkimuksissa, joita tämän seikan valaisemiseksi suoritettiin, ei kuitenkaan voitu saada varmuutta siitä, voiko hevosmuurahainen ehkä suorastaan edistääkin maannousemalahon leviämistä puussa, vai esiintyykö se vain tämän seuraajana. Sitä vastoin näyttäisi siltä, että se hävittää usein III:n ja II:n asteen lahon aika tarkoin sitä mukaa, kuin niitä kehittyy puussa. Tätä kuvaamaan esitettäköön eräs analyysi maannouseman ja hevosmuurahaisen yhteisesiintymisestä kuusessa (piirros 4). Analyysi on Tuusulan Ruotsinkylästä ja suoritettu ns. täydellisenä runkoanalyysinä, missä runko kartoitettiin pituus- ja poikkileikkauksien avulla kolmeen suuntaan. Maannousema oli tyviosassa runkoa ehtinyt osaksi jo III:een lahoasteeseen asti ja nousi, lopuksi kovana lahona, 2.5—2.8 m:n korkeuteen. Myös hevosmuurahainen esiintyi lähes samoille korkeuksille asti. Merkittävää on, että sen tuhoesiintymän yläpäässä eräässä kohden maannouseman III aste oli ylimpänä, mutta muuten yleensä hevosmuurahainen oli edennyt sitä ulommaksi. Näin se oli tehnyt paikka paikoin myös tangentin- ja säteensuuntaisessa leviämisessä. Toisen asteen lahoa ei esiintynyt laajoilla aloilla lainkaan, vaan hevosmuurahaisen ontoksi nakertama alue rajoittui suoraan kovaan lahoon. Vastaavanlainen tapaus on todettu myös eräässä Bromarvin Gråössä tehdyssä analyysissä, missä nimenomaan säteen suunnassa hevosmuurahainen oli edennyt pitkälle kovaan lahoon, jopa terveeseen osaan puuta. — Todettakoon tässä yhteydessä kuitenkin, ettei hevosmuurahaisen esiintyminen ole millään tavoin ehdottomasti sidottu maannouseman esiintymiseen puussa, vaan sitä tavataan myös muiden lahojen vioittamissa sekä täysin lahovapaissa puissa (S a a l a s 1949).

Maannouseman ja mesisienen yhteisesiintyminen on tullut esille jo edellä (ss. 18 ja 19) maannouseman tartuntaa tarkasteltaessa. Onkin ilmeistä, että mesisieni ja maannousema, jotka varsin usein esiintyvät yhdessä, ovat syy- ja seuraussuhteessa toisiinsa (K a n g a s 1940 a, b; R e n n e r f e l t 1946). Juuristoanalyyseissä (taulukko 4) jo on voitu todeta, että mesisieni avaa maannousemalle puuhun iskeytymismahdollisuuksia (vrt. K a n g a s 1940 a, b). Siitä esimerkkinä esitettäköön yksi tällainen juuristo. analyysi (piirros 5). Tässä tapauksessa on mesisieni vallannut puun juuriston varsin pahoin, ja vanhimpiin mesisienen esiintymispaikkoihin, joissa juuret jo ovat olleet kuolleita ja pintalahoisia, on sitten ilmestynyt maannouse-



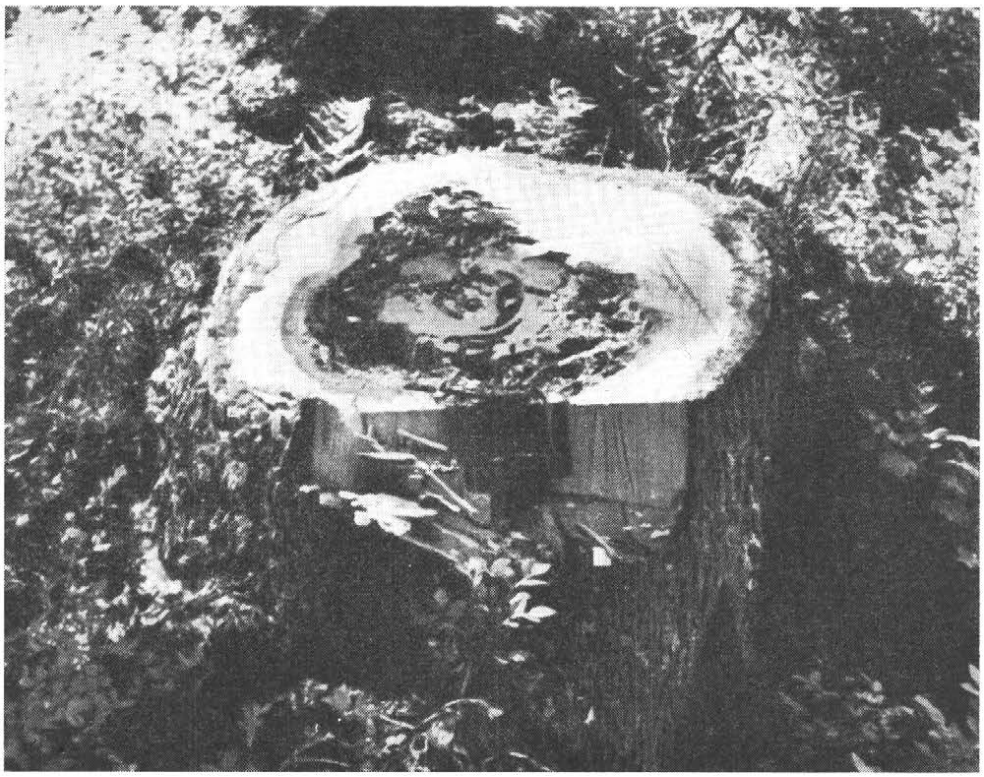
Orig.

Piirros 5. Analyysi kuusen juuristosta, jossa maannousemasaastunta on tapahtunut mesisienen tappamien juurien kautta. Mesisieni tappanut aivan äskettäin useita muitakin juuria, joissa ei vielä ole maannousematartuntaa todettavissa. Laho on juuri ja juuri ulottunut kantoleikkaukseen asti. Korpikylä-Lintulan valtionpuisto, Kivennapa.

Diagr. 5. Wurzelanalyse einer Fichte, in welche der Wurzelschwamm durch vorerst vom Hallimasch getötete Wurzeln eingedrungen ist. Der Hallimasch hat kürzlich auch mehrere andere Wurzeln getötet, in denen aber noch keine Wurzelfäule nachweisbar ist. Der Wurzelschwamm ist gerade und gerade bis zum Stockschnitt vorgedrungen. Staatsforst Korpikylä-Lintula, Kivennapa.

makin lahottaen nopeasti kuolleet juuren osat. Uusimpiin mesisienen esiintymiskohtiin se sen sijaan ei vielä ollut ehtinyt ilmestyä. Mutta päinvastainenkin suhde (piirros 2) on hyvin yleinen (vrt. Rennerfelt 1946). Maannousema ja mesisieni, esiintyessään yhdessä kasvavassa kuusessa, helposti muodostuvat sille fysiologisesti varsin merkittäväksi tuhotekijäksi ja saattavat johtaa yhä useampien tuhonaiheuttajien yhtymiseen tuhoprosessin kulkuun (Kangas 1946).

Kolmas tyypillinen maannouseman ja jonkin toisen tuhonaiheuttajan esiintymisen yhteen kytkeytyminen on ukkonilurin (*Dendroctonus micans* Kugel) ilmestyminen maannouseman vioittamiin kuusiin. Tätä kysymystä (vrt. Kangas 1939; Francke 1950; Elton 1950) on jo aikaisemmin melko laajastikin käsitelty tämän tutkimuksen aineiston perusteella (Kangas 1946). Kun se on perin kiintoisa probleemi, lienee paikallaan esitellä tässä vielä lyhyesti sitä koskevaa aineistoa sen eräiltä osilta. Ukkonilurin tapa hakeutua maannousemalahoisiin, mutta muuten vielä hyvin elin-

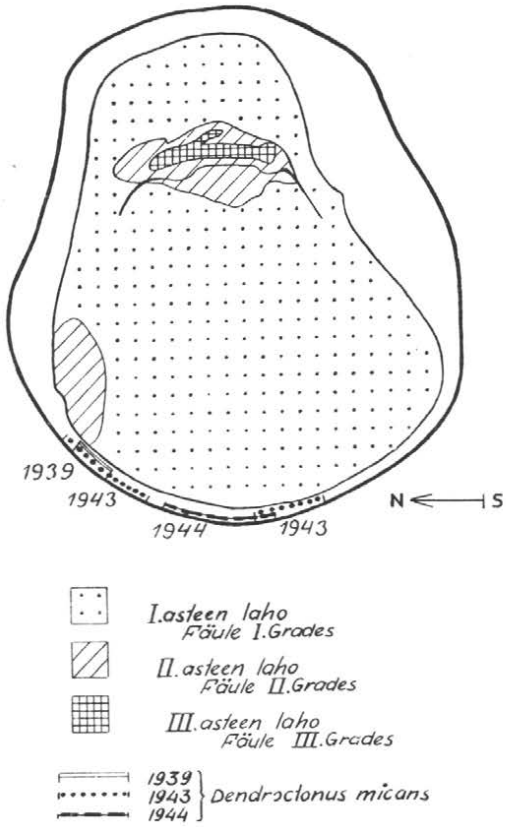


Valok. — *Aufn.* 20. VI. 1939. E. Kangas.

Kuva 5. Juuri kaadetun maannousemalahoisen kuusen kanto. Laho-osassa hevosmuurahaispesä. Tyvessä oikealla, missä laho ulottuu lähelle jälsikerrosta, ukkonilurin syömäkuvio (lähellä maan rajaa, valkoinen pihkavuoto!). Korpikylä-Lintulan valtionpuisto, Kivennapa.

Abb. 5. Stumpf einer eben gefällten wurzelschwammfaulen Fichte. Im infizierten Teil ein Nest der Rossameise, Camponotus herculeanus L. *Am Grunde rechts (nahe der Bodenoberfläche), wo sich die Fäule bis nahe an das Kambium heran erstreckt, ein Frassbild des Riesenbastkäfers, Dendroctonus micans* Kug. *(weisser Harzfluss!). Staatsforst Korpikylä-Lintula, Kivennapa.*

voimaisiin kuusiin on verraten yleinen (vrt. B r a m m a n i s: ks. K a n g a s 1939; K a n g a s 1939, 1946; F r a n c k e 1950). Bromarvin Gråössä tutkittiin maannouseman ja muiden tuhonaiheuttajien eri kombinaatioita ja tällöin analysoitiin mm. neljä maannouseman ja ukkonilurin valtaamaa puuta. Eräässä oli mukana myös mesisieni sekä kuusijäärät (*Tetropium*). Eräs näistä analyyseistä (piirros 6) valaiskoon tässä yhteydessä maannouseman ja ukkonilurin suhtautumista toisiinsa. Esitetty piirros osoittaa, että maannousema oli kovana lahona levinnyt varsin laajalti säteensuunnassa analyysin tekohetkeen mennessä. Toisen asteen (pehmeätä) lahoa oli vain pienellä alalla lahon pinnanpuoleisessa laidassa sekä keskellä runkoa sydänhalkeaman luona olevan täyden lahon ympärillä. Kova laho



Orig

Piirros 6. Poikkileikkaus kuusen rungosta 0.5 m:n korkeudelta. Maannousema levinnyt rungon itäpuolella jo lähelle (0.5—1.5 sm:n päähän) jälsikerrosta, kaakkoispuolella (II:n asteen lahoal) aikaisimmin. Ukkoniluri iskeytynyt siinä kohdassa puuhun (kuoreen) jo v. 1939, mutta epäonnistuen yrityksessään. V. 1943 kaksi onnistunutta yritystä leikkauspinnasta alaspäin ja v. 1944 yksi siitä ylöspäin. Solbölen kokeilualue, Gråö. Bromarv.

Diagr. 6. Querschnitt durch eine Fichte 0.5 m über dem Erdboden. Der Wurzelschwamm ist auf der Ostseite des Stammes schon bis nahe (0.5—1.5 cm) an das Kambium heran vorgedrungen, am frühesten auf der Südostseite des Stammes (Fäule II. Grades!). Hier misslungener Angriff des Riesenbastkäfers, Dendroctonus micans Kug., *schon aus dem Jahre 1939. Im Jahre 1943 zwei gelungene Angriffe unter- und i.J. 1944 ein ebensolcher oberhalb der Schnittfläche. Versuchsrevier Solböle, Gråö, Bromarv.*

oli rungon itä- (kuvan ala-) laidassa levinnyt jo aikaisemmin lähelle mannon pintaa, sillä kohtaa, missä pehmeän lahon alue ulottui lähimmäksi pintaa. Vuonna 1939 oli ukkoniluri jo ensi kerran yrittänyt iskeytyä siinä kohdin runkoon, mutta epäonnistunut tällöin yrityksessään. Neljä vuotta myöhemmin, jolloin laho oli vain ehkä n. 1 sm:n päässä jälsikerroksesta, sama paikka oli jo sopiva ukkonilurille, samoinkuin se oli ilmestynyt vähän sivummalle, itäpuolelle runkoa toiseenkin kohtaan. Molemmat yritykset olivat nyt johtaneet iskeytymisen onnistumiseen. Seuraavana kesänä ukko-

niluri oli kuitenkin jo siirtynyt näiden kohtien välille ja vähän ylemmäksi runkoa, missä maannousema oli vielä n. 1.5 sm:n päässä jälsikerroksesta. On ilmeistä, että v. 1939 maannousema ei ollut vielä ehtinyt tarpeeksi lähelle puun pintaa, jotta se olisi tällä kohdalla ollut sopivaa ukkonilurin sikiytymismateriaaliksi, vaikka sen vaikutus (vrt. Kangas 1946) saattoikin jo houkutella ukkonilurin yrittämään iskeytyä mainittuun kohtaan runkoa. V. 1943 tuo otollinen etäisyys oli ilmeisesti saavutettu mainituilla rungon kohdilla, mutta jo seuraavana vuonna se oli ehkä ylitetty, koska ukkoniluri oli siirtynyt rungossa uuteen paikkaan, jossa maannouseman etäisyys pinnasta jälleen oli sille otollinen.

Maannouseman ja ukkonilurin yhteinen esiintyminen kuusessa johtaa erääseen kuuselle tyypilliseen kuivumisprosessin kulkuun, ns. maannousema-ukkoniluri-tyyppiin kuusen kuivumisessa (Kangas 1946). Tämän tyypin syntyminen näyttäisi tulevan kysymykseen vain maannousemalahon tietyssä määrässä heikentäessä puuta ehkäisemällä leviämisellään puun vesiyhteyksiä toimimasta normaalisesti. Tämä tuntuisi luonnollisimmalta selitykseltä kuvattuun maannouseman ja ukkonilurin väliseen riippuvaisuussuhteeseen.

Maannouseman liittyminen muiden kuusessa kysymykseen tulevien tuhonaiheuttajien esiintymiseen tai päinvastoin merkitsee ennen muuta erästä sangen huomattavaa maannouseman fysiologisesti tuntuvan vaikutuksen puolta puussa, puolta, johon on verraten vähän kiinnitetty huomiota. On todettava, että maannousema saa tällä tavoin yhä suuremman merkityksen myös fysiologisesti vahingollisena tuhonaiheuttajana sen lisäksi, miksi se teknillisesti vahingollisena on aina arvioitu.

Loppupäätelmät

Tutkimuksissa voidaan katsoa käyneen ilmi, sen lisäksi mitä niiden suorittamisen aikana ja sen jälkeenkin maannousemasta on julkaistu, eräitä merkittäviä, myös uusia tai aikaisemmin vähän tunnettuja tahi tulkinnan varaisina olleita seikkoja. Tärkeimmät niistä voidaan tiivistää seuraaviin päätelmiin.

Maannousemalaho on ylivoimaisesti yleisin havupuittemme ja erityisesti kuusen lahoista. Maan eteläpuoliskon länsiosassa voidaan arvioida noin joka kymmenennen kasvavan havupuun olevan maannousemalahovikaisen. Kasvavista kuusista jopa noin 12 % oli ainakin jossakin määrässä maannouseman vikuuttamia. Jos kaikki kuusessa esiintyvät lahot otetaan huomioon, kasvaa mainittu %-luku vain yhtä suuremmaksi (n. 13 %).

Paikkapaikoin voi maannouseman runsaus laajoillakin aloilla nousta korkeampiakin %-lukuja vastaavaksi (Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa kuusella 15 %; vrt. myös Heikinheimo 1920).

Kuusi on puolukka- ja mustikkatyypin mailla pahimmin maannouseman rasittama, ja sen tuhot käyvät vähäisemmiksi metsätyypin parantuessa. Vesiperäiset kasvupaikat ovat yleensä vähemmän maannouseman vaivaamia kuin kuivat MT- ja VT-kankaat.

Mänty on hyvin paljon vähemmän maannousemalahoista kuin kuusi. Tuskin joka kuudeskymmenes maannouseman vikuuttama havupuu on ollut mänty (Korpikylä-Lintulan valtionpuistossa n. joka kymmenes). Varsinaisilla mäntymailla (VT ja sitä heikommat metsätyypit) se on käytännöllisesti katsoen vapaa maannousemalahosta.

Metsikön tiheydellä saattaa olla vaikutusta maannouseman esiintymisrunsauteen siinä. Kuusivaltaisissa metsissä ei metsikön ikä eikä valtapuun osuuden suuruus puulajisekoituksessa näytä vaikuttavan asiaan. Sekapuuna kuusi sen sijaan saattaa olla suojatummassa asemassa.

Lahovikaisten puiden esiintyminen metsikössä ryhmittäin on maannousemalaholle ominaista.

Maannouseman saastuttamilla aloilla jo aivan pienet, taimettumisvaiheeseen kuuluvat kuusen taimet ovat pahoin ko. lahon uhkaamia. Maannousema voi suorastaan ehkäistä taimiaineksen muodostumista tappamalla nuoria taimia.

Maannouseman tartuntatavoista hyyfisaastutus on hyvin yleinen, saastuneilla aloilla ehkä huomattavastikin yleisempi kuin itiösaastutus.

Saastuntakohtina juuristossa ovat, paitsi juurenniska (varsinkin ns. sydänjuuri) ja kuolleet juuret etäämpänäkin juurenniskasta, erittäin yleisesti myös juuristossa esiintyvät muut vioittumat, joissa on tuhoutunutta solukkoa.

Välitön kosketus maannousemalahoon (lahojuureen tms.), etenkin jos juuri on kosketuskohdastaan vioittunut, johtaa helposti sen saastumiseen. Myös ehjän juuren on tällöin joskus todettu voivan saastua.

Mesisieni auttaa usein maannousematartuntaa vikuuttamalla ja tappamalla kuusen juuria tai niiden osia.

Maannousema liittyy usein eräiden muiden tuhonaiheuttajien kanssa yhteen tietyn tuhoprosessin aikaansaajaksi. Erityisesti juuri mesisieni sekä ukkoniluri ja hevosmuurahainen ovat tällaisia tuhonaiheuttajia.

Maannousemalla on, paitsi teknillisesti puuta pilaava vaikutuksensa, jo yksinäänkin, mutta lisäksi erityisesti yhdessä mesisienen, ukkonilurin ja eräiden muiden tuhonaiheuttajien kanssa, suuri merkitys myös fysiologisesti vahingollisena tekijänä kuusikoissamme. Se saattaa tällä tavoin olla syynä kuusien kuivumiseen, vaikkei sen teknillisesti vahingollinen vaikutus vielä olisikaan pilannut (lahottanut) pahasti ko. puita.

Kirjallisuusluettelo

Aaltonen, V. T. 1940. Metsämaa. Metsämaatieteen oppi- ja käsikirja. Porvoo—Helsjnki.

Appelroth, Eric. 1940. Mera om rotrötan. Skogsbruket 10. Borgå.

Bjørnekær, K. 1938. Undersøgelser over nogle danske poresvampers biologi, med særligt hensyn til deres Sporefælding. Friesia 2. København.

Elton, E. T. G. 1950. Dendroctonus micans Kugel, a pest of Sitka spruce in the Netherlands. Eighth International Congress of Entomology, Proceedings. Stockholm.

Ferdinandsen, C. ja Jørgensen, C. A. 1938—39. Skovtræernes sygdomme. København.

Francke-Grosmann, Helene. 1950. Die Gefährdung der Sitkafichte durch Rotfäule (Fomes annosus Fr.) und Riesenbastkäfer (Dendroctonus micans Kug.) in Aufforstungsrevieren Schleswigs. Eighth International Congress of Entomology, Proceedings. Stockholm.

Hartig, R. 1874. Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Beiträge zur Mycologie und Phytopathologie für Botaniker und Forstmänner. Berlin.

—»— 1878. Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelholzbäume und der Eiche. Berlin.

Heikinheimo, Olli. 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder. Metsätieteellisen Koelaitoksen julkaisuja 3. Helsinki.

Hess-Beck. 1930. Forstschutz. Zweiter Band. Schutz gegen Menschen, Pflanzen, atmosphärische Einflüsse und Flugsand. Von Prof. Dr. W. Borgmann und Prof. Dr. G. Funck. Neudamm.

Hintikka, T. J. 1930. Metsäpuittemme ja puutavaran tärkeimmistä tuhosienistä. Maa ja metsä 8, Metsätalous 2. Porvoo.

Hopffgarten, von, E. H. 1933. Beiträge zur Kenntnis der Stockfäule (Trametes radiciperda). Phytopathologische Zeitschrift 6. Berlin.

Jahn, E. 1934. Die peritrophe Mykorrhiza. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 52. Berlin—Dahlem.

—»— 1935. Die peritrophe Mykorrhiza. 2. Zur Physiologie und Biologie der Begleitpilze. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 52. Berlin—Dahlem.

Jørgensen, C. A., Lund, A. ja Treschow, C. 1939. Undersøgelser over rodfordærveren, Fomes annosus (Fr.) Cke. Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Aarsskrift. København.

Kangas, Esko. 1939. Über die Wiederstandsfähigkeit der Fichte gegen Angriffe von Dendroctonus micans. VII. Internationaler Kongress für Entomologie, Verhandlungen III. Weimar.

—»— 1940 a. Maannousema kuusikoittemme metsänhoidollisena kysymyksenä. Metsätaloudellinen Aikakauskirja 57 (3). Helsinki.

—»— 1940 b. Rotrötan i våra granskogar, en viktig skogsvårdsfråga. Skogsbruket 10. Borgå.

Kangas, Esko. 1946. Kuusikoiden kuivumisesta metsätuho- ja metsänhoidollisena kysymyksenä. Deutsches Referat: Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheit- und Waldbaufrage. Acta Forestalia Fennica 50. Helsinki.

—»— 1949 a. Metsätuhot. Suuri Metsäkirja I. Porvoo—Helsinki.

—»— 1949 b. Metsänsuojelu. Suuri Metsäkirja I. Porvoo-Helsinki.

Liro, J. I. 1924. Tärkeimmät tuhosienet. Vanamon kirjoja N:o 22. 2. painos. Helsinki.

Münch, E. ks. Sorauer, P.

Peace, T. R. 1938. Butt rot of conifers in Great Britain. Quarterly Journal of Forestry 32. London.

Rennerfelt, Erik. 1944. Die Entwicklung von Fomes annosus Fr. bei Zusatz von Aneurin und verschiedenen Extrakten. Svensk Botanisk Tidskrift 38. Uppsala.

—»— 1945. Om granens rotröta, dess förekomst och utbredning. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 43. Norrtälje.

—»— 1946. Om rotrötan (Polyporus annosus Fr.) i Sverige. Dess utbredning och sätt att uppträda. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 35. Stockholm.

Roll-Hansen, F. 1940. Undersøkelser over Polyporus annosus Fr., særlig med henblikk på dens forekomst i det sønnafjelske Norge. Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvæsen 24. Oslo.

Rohmeder, E. 1937. Die Stammfäule (Wurzelfäule und Wundfäule) der Fichtenbestockung. Mitteilungen aus der Landesforstverwaltung Bayerns 23. München.

Saalas, Uunio. 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. Suomen tiedettä 5. Porvoo—Helsinki.

Sorauer, P. 1932. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 5. Auflage, 3. Band, 2. Teil. Die pflanzlichen Parasiten. Von Dr. O. Appel. Hymenomycetineae von E. Münch. Berlin.

Tikka, P. S. 1934. Über die Stockfäule der Nadelwälder Nord-Suomis (-Finnlands). Acta Forestalia Fennica 40. Helsinki.

—»— 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. Tilastollismetsäpatologinen tutkimus. Deutsches Referat: Über die Schadhaftigkeiten der Bäume in den Wäldern Nord-Suomis (Finnlands). Eine statistisch-forstpathologische Untersuchung. Acta Forestalia Fennica 41. Helsinki.

Treschow, C. 1938. Undersøgelser over Brintjonkoncentrationens Indflydelse paa Væksten af Svampen Polyporus annosus. Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark 15. København.

—»— 1941. Zur Kultur von Trametes auf sterilisiertem Waldhumus. Zentralblatt für die Bakteriologie, 2. Abteilung, 104. Jena.

ÜBER AUFTRETEN, INFEKTION UND SCHÄDEN DES WURZELSCHWAMMS (*Polyporus annosus* Fr.) IN FINNLAND

Referat

In den Jahren 1938—41 wurden in der Forstlichen Forschungsanstalt ziemlich umfassende Untersuchungen über den Wurzelschwamm, Polyporus (Fomes) annosus Fr., angestellt. Wegen der Kriegszustände und sonstiger Hindernisse ist aber ihre Veröffentlichung bisher unterblieben. Inzwischen sind insbesondere in den nordischen Ländern einschlägige Arbeiten geleistet worden (siehe Jørgensen, Lund und Treschow 1939; Roll-Hansen 1940; Treschow 1941; Rennerfelt 1945, 1946), die Klarheit auch über einen Teil derjenigen Fragen gebracht haben, betreffs welcher die hiesigen Untersuchungen gleichfalls zum Resultat geführt hatten. Die vorliegende Darstellung beschränkt sich darum lediglich auf die Vorführung einiger wichtigsten Ergebnisse, namentlich insofern sie sich speziell auf finnische Verhältnisse beziehen oder etwa einen neuen Beitrag zu unseren Kenntnissen über den in Frage stehenden Gegenstand liefern.

Die Untersuchungen bestanden erstens in einer Einsammlung von statistischem Material über das Vorkommen des Wurzelschwamms an verschiedenen Standorten und in verschiedenartigen Beständen. Im übrigen wurden die Untersuchungen lediglich auf die Fichte beschränkt. Zur Ermittlung der Lage und Beschaffenheit der Infektionsstellen im Wurzelwerk der Bäume wurden Wurzelanalysen ausgeführt. In jungen Pflanzbeständen auf Verjüngungsflächen wurde Probeflächenmaterial über den Befall kleiner Fichten durch den Wurzelschwamm in infektierten Beständen einbeschaffen. Zur Klärung der Hypheninfektion wurden sowohl im Laboratorium als im Felde Infektionsversuche angestellt, unter der Zustände in der Natur, wobei versucht wurde, den Pflanzen in bezug auf die Infektion möglickst gleichartige Verhältnisse zu bereiten, wie sie sich bei der Wurzelanalysen und auf den Verjüngungsprobeflächen ergeben hatten. Der Fäulebefall der Pflanzen sowohl auf den Verjüngungsprobeflächen als in den Infektionsversuchen wurde durch Laboratoriumsuntersuchungen bestimmt. Das Auftreten des Wurzelschwamms neben anderen Schadenurhebern im Baum und die dadurch zustandegebrachten Zerstörungsprozesse wurden durch eine Reihe von verschiedenen Untersuchungen ermittelt, deren Ergebnisse teilweise schon früher an die Öffentlichkeit gelangt sind (Kangas 1946).

Die Resultate der obenerwähnten sowie der anschliessenden anderen Untersuchungen, die teilweise schon früher einer vorläufigen Behandlung unterzogen worden sind (Kangas 1940 a und b), lassen sich zu folgendermassen zusammenfassen.

Der Wurzelschwamm ist der ausgesprochen häufigste Fäulniserreger unserer Nadelhölzer, speziell der Fichte. Es darf angenommen werden, dass in der Südhälfte des Landes ungefähr jeder zehnte wachsende Nadelbaum vom Wurzelschwamm befallen ist, ja es dürften von den wachsenden Fichten bis etwa 12 % in dieser oder jener Weise durch den Wurzelschwamm beschädigt sein. Dieser Wert wird bei der Fichte durch alle übrigen Fäulen zusammen nur um ein Prozent erhöht. Stellenweise kann die Wurzelschwamminfektion auf weiten Flächen sogar noch höhere Werte erreichen (in Staatsforst Korpikylä-Lintula z.B. bei der Fichte 15 %; vgl. auch Heikinheimo 1920).

Am stärksten ist die Fichte auf den Böden des Vaccinium- und Myrtillus-Typs den Angriffen des Wurzelschwamms ausgesetzt. Nach den besseren Typen hin nehmen die Zerstörungen des Pilzes ab. Feuchte Standorte sind im allgemeinen weniger als die trocknen Heideböden der beiden ebengenannten Typen vom Wurzelschwamm geplagt.

Die Kiefer hat unter dem Wurzelschwamm weitaus weniger als die Fichte zu leiden. Kaum jeder sechzigste von den vom Wurzelschwamm beschädigten Bäumen ist eine Kiefer. Auf den eigentlichen Kiefernböden (Vaccinium-Typ und schwächere Typen) ist die Kiefer praktisch frei von den Angriffen des Pilzes.

Der Dichtigkeit des Bestandes kann einer gewisser Einfluss auf die Reichlichkeit des Wurzelschwammbefalls im Bestand zukommen. In fichtenbeherrschten Wäldern scheinen das Alter des Bestandes und der relative Anteil der Hauptholzart in dieser Hinsicht belanglos zu sein. Als Mischholzart dagegen kann sich die Fichte in einer geschützteren Stellung befinden.

Charakteristisch für den Wurzelschwamm ist, dass die von ihm befallenen Bäume gruppenweise im Bestand auftreten. Auf den infizierten Flächen sind schon ganz kleine, der Verjüngungsphase zugehörende Fichten ernstlich vom Wurzelschwamm bedroht. Der Pilz kann, indem er die jungen Pflanzen tötet, geradezu den Fichtenanflug verhindern.

Von den verschiedenen Arten der Infektion ist die Hypheninfektion überaus häufig, auf den befallenen Flächen vielleicht wohl häufiger als die Infektion durch Sporen.

Als Infektionsstellen im Wurzelsystem treten ausser dem Wurzelhals (insbesondere die sog. Herzwurzel) und den toten Wurzeln auch in grösserer Entfernung von diesem, ausserordentlich häufig auch andere im Wurzelwerk vorkommende beschädigte Stellen mit gestörtem Zellgewebe.

Unmittelbare Berührung mit dem Wurzelschwamm (einer vom Pilz infizierten Wurzel o.dgl.m.) führt leicht zur Infektion, insbesondere wenn die Wurzel an der Kontaktstelle beschädigt ist. Auch eine unbeschädigte Wurzel kann dabei mitunter infiziert werden.

Der Hallimasch [*Armillaria mellea* (Fl. Dan.) Quél.] bereitet oft dem Wurzelschwamm den Weg, indem er die Wurzeln oder Teile derselben angreift und tötet.

Der Wurzelschwamm gesellt sich oft mit gewissen anderen Schadenurhebern zusammen, wodurch es zu einem Zerstörungsprozess von bestimmter Art kommt. Besonders bevorzugte Partner sind dabei eben der Hallimasch, ferner der Riesenbastkäfer (*Dendroctonus micans* Kug.) und die Rossameise (*Camponotus herculeanus* L.).

Ausser seiner technisch destruktiven, holzzerstörenden Wirkung, kommt dem Wurzelschwamm schon allein für sich, nicht weniger aber in Zusammenwirkung mit dem Hallimasch, dem Riesenbastkäfer sowie einigen anderen Schadenurhebern eine ausserordentlich grosse Bedeutung auch als physiologischer Zerstörungsfaktor in unseren Fichtenbeständen zu. Er kann dadurch auch zu einer von den Ursachen der Vertrocknung der Fichten werden, auch wenn die Bäume noch nicht eine schlimmere technische Einbusse erlitten hätten.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.34
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.34

LARS GABRIEL VON HAARTMAN VALTIO- JA METSÄTALOUSMIEHENÄ

MAUNO PEKKALA

LARS GABRIEL VON HAARTMAN AS A STATESMAN AND A FOREST POLITICIAN

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Johdanto

Sellaisessa metsärikkaassa maassa kuin Suomessa ovat metsäkysymykset kauan aikaa, vieläpä jo 100 vuotta sitten, olleet ei vain alan ammattimiesten vaan myöskin talousmiesten keskuudessa ja — mikä on mielenkiintoisinta — lisäksi valtiollisten johtomiesten piirissä vilkkaan ja perinpohjaisen käsittelyn kohteena. Suurmiehemme Juhana Vilhelm Snellmanin ja monen huomattavan hänen aikalaisensa, jotka olivat vaikutusvaltaisissa asemissa, mielenkiinnon metsäasioihin ja puunjalostusteollisuuteen tiedämme suurin piirtein. Näihin valtiomiehiin, mikäli on kysymys metsätaloudestakin, liittyy ennen kaikkea Lars Gabriel von Haartmanin maineikas nimi.

Lars Gabriel von Haartmanin osallistumisesta keskusteluun metsä- ja muista niiden yhteydessä olevista taloudellisista asioista on tosin paljonkin kirjoitettu, mutta tästä huolimatta lienee hieman yksityiskohtaisempikin selostus hänen toiminnastaan puheena olevalla alalla paikallaan, jolloin ei samalla voida osittain välttyä koskettelemasta hänen muutakin, erittäin monisäikeistä ja suurimerkityksellistä toimintaansa valtiollisen, taloudellisen, yhteiskunnallisen ja sivistyksellisen elämän alalla maassamme yleensäkin.

Elämäkerrallisia tietoja

Vaikka vähänkin Suomen kansan historiaan perehtyneet henkilöt luonnollisesti ovatkin selvillä von Haartmanin elämän kulusta, sallittaneen kuitenkin aluksi pääpiirtein, muistin verestämiseksi, esittää eräitä tosiasioita hänen elämästään ja monipuolisesta työstään synnyinmaansa hyväksi, varsinkin koska se elimellisesti liittyy maan metsätaloudenkin historiaan. — Haartman syntyi v. 1789 ja kuoli v. 1859.

Niissä elämäkerrallisissa tiedoissa, jotka on käytettävissä olleista lähteistä hankittu, todetaan ensiksikin, että hän oli jo kodissaan — isä oli professori ja hallituskonseljin jäsen sekä finanssimies — saanut hyvän ja vastaiselle valtiomiestoiminnalleen erittäin otollisen kasvatuksen, jota sopiva koulutus niin hyvin kotimaassa kuin ulkomaillakin täydensi. Jo 19-vuotiaana eli v. 1808 joutui hän isänsä mukana, joka kuului ns. Suomen deputatsioniin, Pietariin, tullen samana vuonna aktuaariksi Venäjän ulkoasiainministeriöön. Virkauralle tuli siis von Haartman näin ollen hyvin varhaisessa vai-

heessa, mutta palasi kuitenkin jo vuoden 1809 alkupuolella Turkuun tutkintoja suorittamaan. Samana vuonna hän tuli hovioikeudenauskultantiksi siirtyen sen jälkeen jälleen Pietariin. V. 1812 sai hän omasta pyynnöstään eron palveluksestaan Venäjän ulkoasiainministeriössä. Sitä ennen eli v. 1811 oli hänet nimitetty Suomen asiain komissionin arkistonhoitajaksi, missä ominaisuudessa hänellä oli mitä parhain tilaisuus tutustua poliittisiin olosuhteisiin, joilla tuli olemaan suuri merkitys Suomen kohtaloille 1800-luvun alkupuolella aina vuoteen 1859 asti. Venäjällä ollessaan hankki von Haartman hyvän venäjänkielen taidon, mikä oli hänelle erinomaiseksi hyödyksi suhteitten solmimisessa Venäjällä. V. 1811 nimitettiin hänet Suomen asiain komiteaan sihteeriksi ja samana vuonna Turun akatemian kanslerin sihteeriksi.

Syksyllä v. 1811 sai von Haartman hovioikeudenasessorin arvonimen ja v. 1812 tuli hän Vaasan hovioikeuden asessoriksi, pitäen samalla myös edellä mainitun sihteerin viran. Kanslerin sihteerin toimesta luopui von Haartman v. 1820. Vv. 1820—22 hän oli Turun ja Porin läänin maaherrana, mutta nimitettiin v. 1825 valtiosihteerin apulaiseksi, jossa toimessa hän oli aina vuoteen 1830 saakka, jolloin hänet kutsuttiin senaatin talousosaston jäseneksi. V. 1831 hänet, joka sillä välin oli ollut kirkollisasiain toimituskunnan päällikkönäkin, kutsuttiin jälleen Turkuun maaherraksi. Tätä siirtoa oli toivonut silloinen valtiovarain toimituskunnan päällikkö Falck, joka vainusi tulokkaassa vaarallisen vallasta kilpailijan. Tästä huolimatta von Haartman sai keisarilta osoittamastaan harrastuksesta ja menestyksellisestä toiminnasta vastaanottaa kiitoksen. Turun läänin maaherrana oli hän vuoteen 1840, jolloin hän kreivi Rehbinderiltä koleraepidemian puhkeamisen johdosta v. 1839 sai mm. seuraavan arvolauseen: »*Te olette tehnyt, koko maailma tunnustaa sen, kaiken mikä on ollut ihmiselle mahdollista tämän julman vitsauksen voittamiseksi. — — — Lääninne kaikki asujamet rukoilevat Teille Taivaan siunausta.*» Jo tänä aikana otti hän mitä tehokkaimmin osaa kaikenlaisten hallinnollisten ja taloudellisten kysymysten käsittelyyn. Hänen apuaan tarvitsivat sekä keisaralikuvernööri että ministerivaltiosihteeri, ja hän toimi mitä lukuisimpien komiteain jäsenenä ja puheenjohtajana. Kun hän sitten toukokuussa 1840 palasi senaattiin valtiovarain toimituskunnan päällikkönä, oli hänellä mahdollisuus panna täytäntöön se, mitä hän komiteoissa oli suunnitellut. Tulee muistaa, että valtiovarain toimituskunnan hoidettavina olivat siihen aikaan finanssien lisäksi maanviljelyskauppa ja teollisuus sekä myös kulkuneuvot, joten työala oli siis varsin laaja. V. 1841 tuli hän myös senaatin talousosaston varapuheenjohtajaksi, ollen sen jälkeen lähes 20 vuoden ajan senaatissa ehdottomasti määräävä henkilö. Kaikki tehtävänsä suoritti hän menestyksellisesti ja hänen toimeliaisuutensa oli verraton. Korkeimmassa paikassa oli hän varsinkin Nikolai I:n aikana hyvissä kirjoissa, saaden runsaasti vastaanottaa ns. armon osoituksia. Jo v. 1819 hänestä tuli valtioneuvos, siis 30 vuotiaana, v. 1824 todellinen

valtioneuvos ja v. 1830 salaneuvos. V. 1843 määräsi keisari, katsoen von Haartmanin hyödylliseen toimintaan niin hyvin rahajärjestelyn suorittamisessa kuin niiden tehtävien täyttämisessä, jotka kuuluivat senaatin talousosaston varapuheenjohtajalle ja finanssitoimituskunnan päällikölle, hänelle annettavaksi 10 000 hopearuplaa Suomen valtion varoista. Tätä ei, sanottiin käskykirjeessä, saatu pitää muissa tapauksissa seurattavana prejudikaattina. V. 1849 hänet korotettiin vapaaherraiseen säätyyn. V. 1858 hänet silloisen kenraalikuvernöörin kreivi Bergin toimesta erotettiin senaatista. Rein sanoo Snellmanin elämäkerrassa, että von Haartmanin ja kreivi Bergin välit olivat käyneet kireiksi, mikä ei ollut ihme, koska kreivi Berg, joka, ollen omavaltainen ja vallanhimoinen, niin kuin von Haartmaninkin väitetään olleen, sekaantui kaikkiin hallinnon yksityisseikkoihin. Haartman väitti, että kenraalikuvernööri syöksee valtiotalouden häviöön, »hän syö rahoja», sanoi hän. Ristiriidat olivat sovittamattomat, mutta von Haartman oli lujasti päättänyt, ettei hän pyydä eroa. Hän ei voinut käsittää, että maan asiat voisivat menestyä ilmän häntä. »Saapa nähdä kuka minun jälkeeni pitää koneistoa käynnissä», kirjoitti hän Armfeltille. Ero oli kuitenkin väistämätön, ja siihen vaikuttivat monet muutkin seikat, mm. hänen valtiolliset vastustajansa, Snellman niihin luettuna.

Metsätalousmies von Haartman

Nämä muutamat pääpiirteet von Haartmanin elämäkerrasta, johon vielä myöhemmin lyhyesti palaan, osoittavat jo, että hän oli harvinainen valtiomies, joka on tehnyt maallensa unohtumattomia palveluksia. Tässä yhteydessä haluan erikoisesti kiinnittää huomiota hänen suhtautumiseensa metsäkysymyksiin.

Niin kuin jo edellä on mainittu, oli Lars Gabriel von Haartman vuosina 1820—22 ja 1831—40 maaherrana Turussa. Vaikka intrigien syrjään sysäämänä, oli hän kuitenkin henkilö, jota kohtaan tunnettiin suurta luottamusta ja joka oli kohonnut auktoriteetiksi monella alalla. »Suomen metsätalouden historiassa» kirjoittaa Helander, että hän maaherran ominaisuudessa joutui antamaan lausuntonsa eräistä Pohjois-Satakuntaan suunniteltujen sahojen perustamishankkeista, joita hän epäili. Hänen mielestään olivat ne vain epäedullisen kehityksen alkuna. Sahojen omistajat pyrkivät von Haartmanin käsityksen mukaan kohottamaan sahojensa tuotantoa mahdollisimman suureksi, eivätkä välittäneet lupakirjoissa annetuista ehdoista ja sahausmääristä, vaan ostivat tukkeja mielin määrin. Haartman pelkäsi myöskin, että tukkeja hankittiin luvattomasti kruunun metsistä. Haartmanin käsitys sahateollisuudesta tuli siis esille jo tässä vaiheessa. Pari 1830-luvulla toiminutta komiteaa, jotka oli asetettu käsittelemään maan elinkeinojen kehittämistä ja valtion verotulojen kartuttamista, eh-

dotti — von Haartmanin ollessa viimeksi mainitun komitean puheenjohtajana — sahatavaroiden vientitullien korottamista. Vientitulli oli komitean mielestä omiaan estämään liikahakkausta ja elvyttämään metsänhoitoa ja kääntämään maamiehen huomion maanviljelykseen ja karjanhoitoon. Tulleja korotettiin v. 1839 huomattavasti. Sahanomistajat pyysivät heti niiden alentamista tasoon, joka vallitsi v. 1819. Vastaus oli kielteinen. Tilanne oli aivan toinen Ruotsissa. Suomen sahateollisuus alkoi usealla taholla herättää huolestumista. Vuoriteollisuus oli peloissaan metsien häviämisestä, ja niinpä vuorimestari Idestam, joka kaskenpolton, tervanpolton ja sahateollisuuden metsiä suuresti kuluttavan vaikutuksen vuoksi oli levoton, ehdotti v. 1840, että metsälaki uudistettaisiin. V. 1841 asettikin hallitus sitä varten komitean, ja von Haartman oli luonnollisesti komitean asettamisessa »spiritus rectorina».

V. 1842 valmistui komitean mietintö. Siihen nähden, että kyseessä olevan komitean mietintö on ensimmäinen virallinen asiakirja, jossa metsäasioita perusteellisesti käsitellään, tarkastelen sitä seuraavassa lähemmin.

Yksityismetsiä koskevassa mietinnön osassa komitea toteaa, että sekä yleinen että perustuslaki takaavat metsänomistajalle oikeuden käyttää metsäänsä oman harkintansa mukaan. »*Maanomistajan vapaa käyttöoikeus kaikkeen, mikä hänen maallaan kasvaa, on lainsäätäjän mielestä aina katsottu hänen omistusoikeutensa seuraukseksi ja omistusoikeuden koskemattomuus yhteiskuntarakenteen kulmakiveksi. Monasti ja syvälti useimpiin oikeussuhteisiin vaikuttavasti on tämä oikeus laissa ja perustuslaeissa niin kunnianarvoisien, niin mahtavien ja toisiinsa kietoutuvien vakuuksien turvaamana, että jokainen yritys sen joltakin osalta järkyttämiseksi kostautuisi aiheuttamiensa lukemattomien sekaannusten takia. On sen lisäksi kieltämätöntä, että jos järjestettyä metsätaloutta halutaan luoda, se ennen kaikkea edellyttää metsänomistajan omaan huoltoon ja selvään käsitykseen sen terveellisistä ja hedelmällisistä seurauksista perustuvaa myötävaikutusta. Voidaan ajatella, että maanomistajalle määrätään, miten hän ei saa metsäänsä hoitaa ja miten pitkälle hän sen käytössä saa mennä. Se voisi tapahtua erinäisten kieltojen muodossa. Toista on jonkin toimenpiteen kieltäminen ja toista itsenäisen toiminnan herättäminen. Kieltoon sisältyy ainoastaan rajoitus, ei mitään elvyttävää; sehän voisi jossakin määrin jonkin kohdalla estää väärinkäyttöä, mutta ei edistää hyvää käyttöä, kaikkein vähimmin hyvää hoitoa, ei ainakaan järkiperäistä metsätaloutta, jonka ensimmäinen edellytys on omintakeinen työ eikä huolettomuus ja laiminlyönti. Sellaista yleistä valtiollista käsitystä vastaan sotivaa kieltoa ei sen lisäksi voitaisi millään tavoin saada noudatetuksi kaikkein vähimmin meidän harvaan asutussa, laajassa maassamme, ja jos haluttaisiin edes jonkinlaista vakuutta ja tarkastuksen mahdollisuutta, olisi johdonmukaisesti, jos jokin hakkuun laatu oli kiellettävä, jokainen hakkuu, joka ei välittömästi tapahdu kotitarvetta varten, kiellettävä tai asetettava erikoisen vartioimisen alaiseksi! — Lainsäätäjä ja hallitus ovat näin tätä tärkeätä yhteis-*

kunta-asiaa käsitelleet. Kahden vuosisadan aikana on tuontuostakin valitettu metsiä hävitettävän. Puolueet ja epäitsekkäät miehet ovat näin valittaneet. On pelätty metsien hävitystä ja että maa jäisi kokonaan sen moninaisen siunauksen puutteeseen, jonka kaitselmus on antanut sille metsien muodossa. On pelätty niiden elinkeinojen häviötä, joiden harjoittamiseen metsäntuotteita välttämättömästi tarvitaan, ja silloin on tuskin aina tarkkaan ajateltu, että kielto tuottaisi vähän hyötyä. . . . Valitusten uusiutuessa on hallitus päinvastoin yhä enemmän lujittanut ja suojannut omistusoikeutta ja sitä periaatetta, että maanomistajalla tulee olla vapaus parhaan ymmärryksensä mukaan hoitaa ja käyttää metsäänsä.» Tämä näkyy selvästi metsäjärjestys-säännöistä vuosilta 1647, 1664, 1734, 1739, 1793 ja 1805. Komitean ehdotuksen mukaan kruunun oli saatava määrätä kruununtilojen metsien hoidosta, ehdottaen komitea, että näiden metsien valvonta oli uskottava kuvernööreille. Vielä paljon suuremmalla syyllä oli kruunun virkatalojen metsät alistettava viranomaisten valvontaan. Samalla komitea piti tärkeänä isonjaon jouduttamista, koska metsät yhteisomaisuutena hoidettiin huonommin kuin yksityisten omina.

Komitea käsitteli myös kysymystä valtion metsien hallinnosta lausuen siitä mm.: Erityisen virkakunnan perustaminen kruununmetsien hallintoa ja hoitoa varten oli arveluttavaa pääasiallisesti suurten kustannusten tähden. Sitä paitsi kruununpuistoja on ollut ja on perin vähän Suomessa ja kruunun liikamaat, niistä annettujen asetusten tarkoitusperän mukaisesti siirtyvät yksityisille, ja niiden hallintaoikeus verolleottosäännösten nojalla voi muuttua omistusoikeudeksi.

Haartmanin suhtautuminen sahateollisuuteen

Komitean tehtävän toinen puoli, sahateollisuutta koskeva, oli ilmeisesti komitean henkisen isän, von Haartmanin mielestä edellistä tärkeämpi. Siitä komitea lausuu seuraavaa:

»*Sahateollisuudelle on annettava suuri tunnustus, sehän kaikkein parhaiten muuttaa puun rahanarvoiseksi tavaraksi, mutta tarpeellista oli laatia sellaiset rajoitukset, että sahanomistajat eivät vasta voisi rikkoa privilegioitaan ja harjoittaa liikasahausta. Sahoissa, joissa valmistettiin myyntitavaraa, sai olla korkeintaan kaksi raamia, kotitarvesahoissa vain yksi. Höyrysahat oli kiellettävä, koska niitä voitaisiin rakentaa minne tahansa eikä niiden sahaustulosta voitaisi valvoa niin luotettavasti kuin vesisahojen. Katselmukset, jotka oli toimitettava ennen kuin saha saatiin perustaa, suunniteltiin entistä perusteellisemmiksi ja niiden johdosta oli hankittava monenlaiset lausunnot. Joka kymmenes vuosi oli maanmittarin toimitettava tarkastukset metsävaroista, riittivätkö ne, ja sen johdosta voitiin joko vähentää tai lisätäkin vuotuista sahausmäärää. Yksityiset maanomistajat eivät näet saisi myydä sahoille puolikas-*

vuisia puitaan. Sahaus oli saatava tehokkaan tarkastuksen alaiseksi. Mekaanisella mittarilla, joka asetettiin raamiin ja joka koneen varmuudella osoitti sahattujen tukkien määrän, voitiin sahaustulos saada selvitetyksi. Niin pian kuin luvallinen määrä puita oli sahattu, oli saha suljettava ja varustettava sinetillä ja kaappi, jossa mittari oli, oli myös väärinkäytösten välttämiseksi sinetöitävä.»

Komitean ehdotusta arvosteltiin julkisuudessa erittäin terävästi. Arvostelijoiden joukossa oli mm. Juhana Vilhelm Snellman, mutta myöskin monet järjestöt ja viranomaiset sekä yksityiset tekivät samoin. Seurauksena oli, että komitea jossakin määrin tarkisti kannanottojaan toisessa laatimassaan ehdotuksessa, mutta kohdisti arvostelunsa yhä jyrkemmin sahateollisuuteen

Jos, kuten edellisestä käy selville, komitea olikin kylmäkiskoisesti kohdellut sahateollisuutta, ei se ollut mitään sen rinnalla, mitä tapahtui senaatissa asiata käsiteltäessä. Haartman ei ollut komitean kantaan lainkaan tyytyväinen, joskin senaatin enemmistö suurin piirtein asettui komitean kannalle. Senaatin täysistunnossa v. 1848 esitti hän seikkaperäisessä ja metsätalouden kannalta ikimuistettavassa lausunnossaan mm. seuraavaa:

»Tämä kysymys, joka nyt esitetään senaatin päätettäväksi, on tärkeäarvoisempi kuin yksikään niistä yleisen talouden alaan kuuluvista kysymyksistä, jotka tähän asti ovat olleet senaatin käsiteltävinä. Se on elinkysymys Suomen taloudelliselle toimeentulolle vastaisina aikoina. Joko sitten kannatamme varovaista esi-isiemme noudattamaa valtiotaloudellista oppia asettamalla taloudellisen kehityksen hallituksen holhottavaksi tai noudatamme päivän kimakoita huutoja, jotka vaativat elinkeinollekin vapautta ja yksityisen riippumattomuutta yhteiskunnan eduista, pysyy kuitenkin vääjäämättömänä tosiasiana niin yleisessä kuin yksityisessäkin taloudessa, ettei Luoja ole suonut yksityisille eikä kansakunnillekaan varallisuutta ja toimeentulon keinoja yhtä suuressa määrässä. Mitä niukemmin luonnon antimia on jonkun maan osaksi tullut, sitä säästävämmin sen tulee niitä hoitaa, eikä niitä ole jätettävä rajattomasti alttiiksi mahtavampien voimien ja etujen aikaansaamalle hävitykselle. Vaikkapa maanviljelyksemme kehittyisikin,» — mainittakoon, että hän vuosina 1827—29 tekemällään virkistysmatkalla tutki myös maalaisoloja ajatellen mm. voin ja juuston vientimahdollisuuksia Suomesta *»— ei maamme sittenkään voi kilpailla sen tuotteilla maailman markkinoilla edullisemmassa asemasa olevien maiden kanssa. Maamme metsiin on luonto sijoittanut ainoan rikkautemme lähteen, taloudellisen riippumattomuutemme lähteen.*[1] *Merenkulkumme riippuu metsiemme tilasta, kauppalaivastomme häviää ja menettää kilpailukykynsä, jos laivanrakennus tulee ylenmäärin kalliiksi ja laivoillamme ei ole mitään vietävää satamistamme. Jos metsiä hoidetaan huonosti ja hävitetään, niin loppuu meiltä varat sellaisten tavaroiden ja teollisuustuotteiden vaihtamiseen, joita ei oma*

[1] Tekijän harventama.

maamme voi aikaansaada.» Näistä syistä oli von Haartmanin ilmoituksen mukaan metsälakikomitea asetettu: »*Hallitus huomasi*», lausui hän, »*että maan kallein omaisuus oli rajattoman hävityksen yhä jatkuessa jätetty vaaralle alttiiksi ja että tämä oli johtunut tietämättömyydestä, huolettomuudesta ja ulkomaisen luottojärjestelmän itsekkäistä laskelmista.*» Haartmanin mielestä oli komitea käsittänyt vain puolittain tehtävänsä. Se oli koonnut ja järjestänyt positiiviset määräykset metsänkäytöstä, mutta se ei ollut kosketellutkaan yllykkeitä niiden toimeenpanemiseksi eikä suunnitellut keinoja todellisen metsätalouden hyväksi.

Aloite paremman metsätalouden aikaansaamiseksi oli von Haartmanin mielestä tehtävä asettamalla valtion metsät järjestetyn metsänhoidon alaisiksi. Haartman lausui: »*Ei mikään maailmassa ole haitallisempaa kuin hetkelliset parannukset. Ne johtavat vain loppumattomaan kirjavuuteen sekä vihdoin sekasortoon. Metsätalouden parannuksen tuli ilmetä kruunumetsämaiden hoidossa. Parhaimmat osat metsää oli kruunupuistoksi erotettava, noin 300—500 tynnyrinalan alueeksi sekä asetettava järjestetyn hoidon alaiseksi. Vasta kun tämä kysymys on ratkaistu, sopi määritellä tulevan metsänhoitoviraston velvollisuudet sekä perustaa erityinen metsäopisto. Ei pitäisi pelätä tulevaisuutta ja järjestelystä aiheutuvia kuluja. Tarkoin suunnitellussa valtion taloudessa ei pidä pelätä kustannuksia, jotka tulevaisuus runsaasti korvaa. Järjestämällä maahamme kruunumetsien hallinto, luotaisiin tänne kaikkein arvokkain dominio, joka lähitulevaisuudessa ja vielä enemmän vastaisina aikoina antaisi runsaasti tuloja. Näiden metsien järkiperäinen hoito voisi olla hyvänä esimerkkinä ja paremmin kuin luonnottomat kiellot ja rangaistusmääräykset hävittää huonoja tapoja sekä mahdollisia omanvoiton pyynnin hetkellisiä tavoitteluja.*» Haartmanin käsityksen mukaan oli turhaa odottaa järjettömän metsien hävityksen loppuvan puutavarain hinnan kohottua. »*Todellinen ajattelu*», sanoi hän, »*on näyttänyt toteen, että rajaton vapaus puutavarain hintojen kohottua on metsän pahin vihollinen. Minulle on selviönä valtio-opissa, että yksityisen oikeus ja etu on alistettava yleisen alaiseksi ja missä tästä periaatteesta on poikettu joko tietämättömyydestä tai puoluesyistä, siinä on heti palautettava asiantila oikealle perustalle*». Senvuoksi von Haartman ei olisi halunnut asettaa verotilallistenkaan metsiä hallituksen valvonnan ulkopuolelle, vaikka vuoden 1789 Yhdistys- ja vakuuskirjassa verotilojen omistajat oli asetettu toiseen asemaan kuin kruununtilojen asukkaat. »*Minä en voi sille*» (nimittäin Yhdistys- ja vakuuskirjalle), lausui von Haartman, »*antaa muuta ja suurempaa merkitystä kuin poliittisen asiakirjan*». »*En ymmärrä*», jatkoi hän edelleen, »*sellaista todistelua, joka puolustaa hallituksen valtuuttamista ehkäisemään rajoituksilla metsien hävitystä järjettömällä kaskeamisella, mutta kieltää asettamasta esteitä tälle hävitykselle, kun se tapahtuu kirveellä ja sahalla*», tarkoittaen von Haartman tällä verotallollisten metsänkäyttöä.

Tästä huolimatta von Haartman kuitenkin tahtoi valtiolliselta näkö-

kannalta myöntää edelleen rajattoman metsänkäyttöoikeuden verotilojen omistajille, vaikkakin hän samalla huomautti, kuinka huonosti tämä rajaton vapaus valtiojärjestyksemme mukaan soveltui hallituksen oikeuteen muodostella tullilakeja. Tässä yhteydessä von Haartman viittasi jo arkaan kysymykseen sahateollisuudesta. Hän huomautti mm., että harvat ovat ne sahat, joiden sahaus on rajoittunut niille määrätyille metsäalueille. Sitten kun metsäalueet liikasahauksella ovat hakatut autioiksi ja tukkien saanti melkein kokonaan loppunut, on muutamien sahojen onnistunut laajentaa tukinsaantiaan etäisiin seutuihin, joita sahaa perustettaessa ei lainkaan otettu huomioon. Väitteensä tueksi esitti von Haartman laajoja tilastotietoja, joihin tässä yhteydessä ei kuitenkaan ole syytä lähemmin puuttua. Liikasahauksen harjoittaminen järjestetyssä yhteiskunnassa yhteisen edun kustannuksella oli von Haartmanin mielestä uskomatonta ja sentähden oli aika asettaa raja tällaiselle laittomuudelle ja sellaisen metsänhävityksen jatkamiselle. Sitä varten oli asiasta toimitettava seikkaperäinen tutkimus. Von Haartmanin mielestä oli tällainen tutkimus välttämätön ennen kuin toimenpiteisiin toden teolla ja tarmokkaasti ryhdytään sahateollisuutta vastaan. Uusien sahojen perustamisanomuksien käsittely oli von Haartmanin mielestä siirrettävä toistaiseksi, ja hän ehdottaa lopuksi, että senaatti määräisi kuvernöörit viipymättä toimittamaan kruunun kustannuksella tutkimukset sahoista ja ryhtymään sellaisiin toimenpiteisiin, joihin nämä tutkimukset hänen esittämänsä katsantokannan mukaan antoivat aihetta. Keväällä 1849 päätti senaatti von Haartmanin ehdotuksesta olla käsittelemättä sahojen perustamisanomuksia, kunnes oli saatu hallitsijan vastaus senaatin ehdottamaan uuteen metsälakiin. Samalla tuli finanssitoimituskunnan ilmoittaa kuvernööreille, ettei heidänkään ole toistaiseksi ryhdyttävä mihinkään toimenpiteisiin samanlaisten anomusten suhteen. Sen lisäksi mitä von Haartman oli esittänyt senaatin täysistunnossa puolusti hän samana vuonna kenraalikuvernöörille, ruhtinas Menshikoville lähettämässään kirjeessä senaatin enemmistön katsantokannasta eriäviä mielipiteitään sekä metsälakiehdotuksesta että maan metsätaloudesta yleensä.

Vuonna 1848 esitti senaatti hallitsijan hyväksyttäväksi uuden metsälakiehdotuksen. Ennen kuin tämä ehdotus tuli hallitsijan ratkaistavaksi, esitti siitä von Haartman Pietarissa maaliskuussa vuonna 1849 päivätyssä kirjeessään kenraalikuvernöörille, ruhtinas Menshikoville uudelleen eriävän mielipiteensä, koska hänen käsityksensä mukaan tämä senaatin metsälakiehdotus ei pannut esteitä maan metsien hävitykselle eikä sallinut hallinnollisia toimenpiteitä niiden tulolähteiden säilyttämiseksi, joita vielä tarjosivat kruunun metsät. Olisi nimittäin toivottavaa, lausui hän, yhteisen edun tähden, että nuo aatteet, joita hän on esittänyt tästä tärkeästä kysymyksestä ja niiden aatteiden käytäntöön soveltaminen — nimittäin ilmanalaamme ja tuotantovoimiimme sovelletun metsätalouden aikaansaaminen — jätettäisiin tätä näkökantaa silmällä pitäen tähän lainsäädännön-

alaan täydellisesti perehtyneiden henkilöiden harkittavaksi, ja samalla von Haartman ehdottikin tarkalleen tulevan komitean kokoonpanon, johon ei esim. enää kuulunut »metsätaloutemme isän» kunniakkaan nimen saanut Gyldén. Tämän ohella anoi von Haartman lupaa saada jättää uudelle komitealle esityksiä ja suunnitelmia, joiden laatimiseen hän pyysi oikeutta käyttää apulaisenaan metsätalouteen erityisesti perehtynyttä henkilöä, jolle korvaus myönnettäisiin senaatin käyttövaroista. Tämä von Haartmanin ehdotus hyväksyttiin täydellisesti.

Komitealle, joka näin asetettiin tarkastamaan metsälakiehdotusta, jätti von Haartman syyspuolella 1849 päivätyn lausunnon, jossa hän vielä kerran esitti mielipiteitään maamme metsätalouden tilasta ja sen vastaisesta järjestämisestä. »*Jättämällä tämän asian tutkimisen uudelle komitealle*», lausui hän, »*on hallitus poistanut esteet, joten sitä voidaan harkita vapaammalta ja yleisemmältä näkökannalta. Tässä ei ole, mikäli ymmärrän, hallituksen varsinaisena tarkoitusperänä voimassa olevien metsätaloudesta annettujen säännösten kodifikatsioni, vaan ratkaistavana on tehtävä, mitä hallitus voi ja mitä sen tulee tehdä järjestääkseen tämän talouden haaran tavalla, joka luotettavammin kuin nykyinen metsälaki täyttää yhteisen edun kohtuulliset vaatimukset.*» Ensimmäinen askel metsiemme säilyttämiseksi tuleville sukupolville on, niin kuin hän jo aikaisemmin oli huomauttanut, metsänhoidon aikaansaaminen kruunun omistamilla mailla. Epäillen lainsäädännöllä kyllin tehokkaasti voitavan estää metsien hävitystä, toivoi hän kruunun metsien hoidon hyvänä esimerkkinä voivan vaikuttaa yksityismetsienkin hoitoon. Välttämättömäksi ehdoksi maan metsätalouden elvyttämiselle katsoi hän myös metsäopiston perustamisen.

On uskomatonta, kirjoitti von Haartman tässä samassa lausunnossaan, että järjestetyssä yhteiskunnassa on voitu sallia harjoitettavan erästä teollisuutta vuosikymmenien kuluessa yleisen oikeuden kustannuksella sekä — mitä surullisimpia seurauksia maan tärkeimmälle elinkeinon haaralle aikaansaaden — syrjäytettävän annetut privilegiot, kuten on ollut verosahojen laita. Hallituksen huolimattomuus tässä suhteessa on johtunut oikeastaan siitä, että paikalliset hallinnonhaarat ovat olleet tietämättömiä näiden laitosten olemassa olosta ja laajuudesta varsinkin sellaisina aikoina, jolloin kaiken hallinnon on katsottu rajoittuvan ainoastaan saapuneitten asiain käsittelyyn ja jolloin siltä on kokonaan puuttunut itsetoiminta ja harkinta. Ainoakaan lääninkonttori ei voinut perustaa valvomisoikeuttaan tarkkoihin tietoihin sahojen privilegioista. Sen tähden on myöskin tapahtunut, että metsien hävitys ja liikasahaus on voittanut niin alaa, että se nykyään on ehkä suurimpana esteenä järkiperäisen metsänhoidon aikaansaamiselle. Kaikenlaatuisen laittoman teollisuuden luonteeseen kuuluu, kun sitä on pitemmän aikaa häiritsemättä saatu harjoittaa ja se on ehtinyt kohota huomattavaksi, ympäröidä itsensä mahtavilla suosijoilla pilkatakseen yleistä hyvää ja tyydyttääkseen kokonaisuuden edun kustannuksella

muutamien yksityisten voitonhimoa. Kaikenlainen harkinta uusien sahojen perustamisehdoista oli von Haartmanin käsityksen mukaan ennenaikainen, kunnes jo perustettujen sahojen sahaus oli saatu supistetuksi rajoihinsa. Tämä seikka oli hänestä aiheuttava viipymättä hallinnollisia toimenpiteitä, jotka olisivat alistettavat hallitsijan hyväksyttäviksi. Senaatin laatiman metsälakiehdotuksen määräyksiin tahtoi von Haartman lisättäväksi, että koesahaus oli toimitettava jonkun tie- ja vesikulkulaitoksen hallintoon kuuluvan upseerin tai kuvernöörin ehdottaman ja senaatin jokaisessa eri tapauksessa määräämän henkilön läsnäollessa. »*Ei ole terveen ja harkitsevan valtiotalouden mukaista perustaa kysymyksessä olevan teollisuuden laajentamista satunnaisuuksien varaan, kuten tähän asti. Uusia sahoja perustettaessa tulee tutkimuksen olla laajempi, tarkempi ja asiantuntemukseen paremmin perustuva kuin tähän asti on vaadittu. Ei ole vielä tullut aika laatia tästä lainsäännöksiä, ennen kuin metsävaramme ovat paremmin tunnetut, järjestetyt ja hallitut*».

Kun edellä mainittu metsälain tarkastusta varten asetettu komitea ryhtyi työhönsä, määritteli se ensin ne periaatteet, joita se tuli noudattamaan metsälakiehdotusta laatiessaan. Tässä suhteessa asettui komitea puolustamaan sitä katsantokantaa, jota von Haartman edellä mainituissa lausunnoissaan ja kirjeissään oli esittänyt. Vuoden 1842 komitean valmistamasta ja senaatin tarkistamasta metsälakiehdotuksesta lausui komitea, että se oli vain muodosteltu voimassa olevasta vuoden 1805 metsälaista. »*Tämä lainsäädäntö*» — lausuttiin komitean kirjelmässä hallitsijalle — »*on saanut alkunsa väärästä katsantokannasta, valtiotaloudellisesta erehdyksestä; ja kokemus on monin tavoin tuonut päivänvaloon, kuinka maan tila, metsämaita hillittömästi käytettäessä uutisasutuksiin ja muihin viljelyksiin, voidaan saattaa vaaraan. Suomen pohjoinen asema, ilmaston kylmyys ja maan niukka hedelmällisyys tekevät suuret metsävarat välttämättömiksi kansan olemassaololle kylmänä vuodenaikana ja myöskin sentähden, että metsävarat ovat melkein ainoat välikappaleet sellaisten tavarain vaihtoon, joita ei oma maa tuota. Komitea on huomannut päivänselväksi, että näissä olosuhteissa toisenlaisia periaatteita kuin tähänastisia on noudatettava laadittaessa lakia, joka tarkoittaa paremman metsätalouden aikaansaamista*». Tämän tarkoitusperän saavuttamiseksi eli jäljellä olevien metsien suojelemiseksi suuremmalta hakkaukselta kuin niiden jälleenkasvu myöntää, on komitea — lausuntonsa mukaan — ainoana ja oikeana keinona pitänyt määrätyille perusteille järjestetyn kruunun metsien talouden aikaansaamista, ja yksityismetsiin nähden on kaskenpolton ja sahausoikeuden järjestäminen sekä ennen kaikkea kruunun ja yksityisten metsien suojeleminen hävitykseltä vaatinut komitean erityistä huomiota osakseen. Laatiessaan ehdotuksiaan kruununmetsien hallinnon ja hoidon järjestämisestä sekä metsäopiston perustamisesta maahan komitea ilmoitti noudattaneensa von Haartmanin esityksiä ja ohjeita.

Komitean perusteluihin ei tässä yhteydessä ole syytä lähemmin puuttua, mutta sen sijaan on mainittava, että von Haartman toukokuussa 1848 senaatin täysistunnossa katsoi metsän hävityksen takia välttämättömäksi, että vastaanotettaessa yleisellä maantiellä kuljetettavia metsäntuotteita oli jätettävä todistus niiden omistusoikeudesta. Tämän lausunnon mukaisesti esitti komitea, että metsäntuotteita kuljetettaessa tilalta, jonka metsästä ne oli kaadettu, oli passitus välttämätön. Komitea sanoo, että tällä säännöksellä, vaikkakin se Suomessa oli aivan uusi puutavaroihin nähden, oli kuitenkin vastineensa eräässä vuonna 1839 annetussa järjestyssäännössä, jossa säädetään, miten on meneteltävä paloviinaa kuljetettaessa määrättyihin paikkoihin maassa. Komitea toivoi tällä säännöksellä voitavan ehkäistä ainakin luvattomasti kaadettujen puiden myynti.

Komitean metsälakiehdotuksesta antoi kenraalikuvernööri, ruhtinas Menshikov lausunnon, jossa hän esitti muutamia muutoksia siihen ja hänen esityksensä johdosta määräsi hallitsija, että komitean ehdottamia määräyksiä puutavarain kuljetukseen vaadittavista todistuksista ei ole sovellettava koko maahan, vaan senaatin tuli laatia erityinen ehdotus hallitsijan vahvistettavaksi tällaisten todistusten käyttämisestä seuduilla, joissa se katsottiin tarpeelliseksi. Komitean ehdotuksen pohjalle nojautuu vuonna 1851 annettu metsäjulistus. Erityisesti on mainittava, että komitean ehdotus metsäopiston perustamisesta, jota ruhtinas Menshikov vastusti, ei saavuttanut hallitsijan hyväksymistä. V. 1858 metsäopisto kuitenkin von Haartmanin suunnitelmien mukaan perustettiin Evolle, ja samaan aikaan oli jo esillä kysymys alemmankin metsäopetuksen järjestämisestä. Aloitteen tekijänä oli tällöinkin von Haartman, jos kohtakin koulu perustettiin vasta v. 1876, siis von Haartmanin kuoleman jälkeen.

Julistuksella 14 päivänä tammikuuta 1851 perustettiin väliaikainen metsänhoitolaitos asettamalla se maanmittauksen ylihallituksen yhteyteen, jonka viraston nimi samalla muutettiin maanmittauksen ja metsänhoidon ylihallitukseksi, ja jokaiseen lääniin asetettiin lääninmetsänhoitaja ja lääninmetsänhoitajan apulainen, joiden tuli kuvernöörin valvomina katsoa, että metsälakia noudatettiin, jotapaitsi heidän tuli mitata metsämaita sekä avustaa metsäntarkastuksessa ja -arvioinnissa metsätaloutta varten. Senaatin talousosaston tuli laatia ehdotus menosäännöksi vakinaiselle metsänhoitolaitokselle. Siten kruunumetsien laajuus ja laatu eri lääneissä oli ainakin suunnilleen saatu selville. Julistus, joka käsittää kaikkiaan 98 pykälää, sisälsi mitä seikkaperäisimpiä säännöksiä kasken ja tervan poltosta, metsäpaloista sekä ennen kaikkea tietysti sahoista ja sahateollisuudesta. Lähemmin näihin säännöksiin puuttumatta mainittakoon kuitenkin, että julistukseen sisältyi myös säännös, jonka mukaan voitiin antaa palkkioita hyvästä metsänhoidosta. — Julistusta voidaan käytännöllisesti katsoen pitää kokonaisuudessaan von Haartmanin aikaansaannoksena.

Tällaiset olivat von Haartmanin käsitykset metsätalouden merkityksestä

ja sahateollisuudesta. Tarkastettaessa niitä lähemmin on ensinnäkin todettava, että hän harvinaisella kaukonäköisyydellä ymmärsi metsätalouden ainutlaatuisen merkityksen tälle maalle tulevina aikoina. Kun hän tahtoi asettaa rajoituksia yksityisten metsänkäytölle — muusta hänen asennoitumisestaan metsätaloudellisiin kysymyksiin puhumattakaan — ei hän lähtenyt mistään muusta kuin siitä periaatteesta, mikä nyttemmin tunnustetaan täysin oikeaksi. Kellään yksityisellähän ei ole lupa yhteisen hyvän siitä kärsimättä hävittää metsiä, valtakunnan merkityksellisintä omaisuutta, vaan oli niitä niin käsiteltävä, että ne pysyvästi saattoivat tuottaa maalle sen edun, mistä meidän taloutemme on ratkaisevasti riippuvainen. Ne säännökset, jotka on annettu v. 1917 ja v. 1928 ja jotka tarkoittavat yksityismetsien hävittämisen ehkäisemistä, ovat sopusoinnussa von Haartmanin käsityksen kanssa sata vuotta sitten. Onpa vielä niinkin, että, kun 1851-vuoden metsäasetukseen, joka niin kuin edellä on selvitetty, oli von Haartmanin aikaansaannos, sisältyy määräys hyvän metsänhoidon palkitsemisesta, v. 1928 säädetty yksityismetsälakikin tietää sekä periaatteessa että käytännössä hyvän metsänhoidon tukemista monella tavalla, ns. metsänparannuslaista puhumattakaan. Von Haartman oli tässä suhteessa 100 vuotta edellä aikaansa.

Mitä tulee von Haartmanin suhtautumiseen sahateollisuuteen, niin, jos kohtakin se oli monessakin suhteessa hyvin negatiivinen, se pohjautui syvälliseen vakaumukseen metsien säilyttämisen välttämättömyydestä tuleville sukupolville. Selvää on, että se metsien hävitys, jota sahateollisuus harjoitti, oli vallankin paikka paikoin silloin hillitöntä — mainitseehan E. G. Palmén sahateollisuuden harjoittajia kutsutun »metsäpiruiksi» — ja hillitöntä se oli vielä paljon myöhemminkin, joten oli luonnollista, että sellaisen kaukonäköisen ja tarkan talousmiehen kuin von Haartmanin huomio kiintyi siihen. Pitkillä ja usein toistuvilla matkoillaan oli hän perinpohjin tutustunut olosuhteisiin kaikkialla maassa, nähden selvästi minkälaista holtitonta menoa metsien käytössä oli havaittavissa. Järjestyksen mies kun oli, ei von Haartman sellaista menoa voinut sietää. Sen vuoksi hän suunnitteli tarkkoja määräyksiä, joiden mukaan sahateollisuutta oli harjoitettava. Tulee muistaa, että ei ollut suinkaan helppoa lopettaa sitä vapautta, etten sanoisi villitystä, joka sahateollisuuden taholta metsien käsittelyssä oli päässyt rehoittamaan, ja sen vuoksi ankaratkin toimenpiteet ovat ymmärrettävissä. Sahateollisuuden harjoittamista semmoisenaan ei tietysti von Haartman vastustanut, koska hän luonnollisesti loistavana talous- ja finanssipoliitikkona hyvin oivalsi sen suuren merkityksen maalle. Arvostelun häntä vastaan hänen toimenpiteistään sahateollisuusasioissa kohdistivat ennen kaikkea sahateollisuuden harjoittajat itse, ja kun selvää on, että he eivät suinkaan olleet mitättömiä, vaan päinvastoin erittäin taitavia ja tarmokkaita vastustajia, olivat von Haartmanin otteet sitäkin

luonnollisempia. Mielestäni myöhäisempi aika ei tässä kohden ole tehnyt von Haartmanille täyttä oikeutta.

Me olemme edellisen perusteella oikeutetut väittämään, että von Haartman oli, paitsi valtiomiehenä, myös harvinaisen kaukonäköisenä metsätalouden asiantuntijana aikaansa paljon edellä. Hänen suurenmoisia valtiotekojaan ei hämmennä sekään tosiasia, että hän valtiollisia vastustajia kun olivat, joutui lakkaamatta ristiriitoihin toisen suurmiehen, Snellmanin, kanssa. Jo heidän ensi kohtaamisensa Kuopiossa v. 1845 eräillä päivällisillä antoi aavistaa, että nämä kaksi valtiomiestä tulisivat, niin kuin von Haartmanin kirjeistä Menshikoville käy selville, koko elämänsä ajan seisomaan vastakkain. Heidän käsityksensä taloudellisista asioista kävivät silloin suurin piirtein yhteen, mutta Snellmanin mielipiteet mm. kirkon ja yhteiskunnan välisistä suhteista suorastaan kauhistuttivat von Haartmania. Ennen kaikkea heräsivät erimielisyydet siitä, että Snellman ajoi suomalaisuuden asiaa, von Haartmanin ollessa aikansa lapsi ja ylimyksellinen ruotsinkielisten asianajaja.

Luonnepiirteitä

Tässä yhteydessä lienee paikallaan, kun on puhe von Haartmanin mielipiteistä ja hänen valtiomiesteoistaan, joita ei tässä edes yritetä osapuileenkaan arvioida, sillä niin laajakantoiset ne ovat, pääpiirtein karakterisoida myös hänen luonnettaan ja olemustaan muuten.

Haartman muodosti jo tavattoman nuorella iällä itselleen oman vakaantuneen ajatuksensa niin Euroopan yleisistä kuin erityisesti Suomen oloista ja nimenomaan siitä, mitä korkeimmille virka-asteille pyrkiviltä oli vaadittava. Hän oli nuoresta pitäen täysiverinen virkavaltaisuuden edustaja, mutta siitä huolimatta hän säilytti oman itsenäisyytensä ja oman arvostelunsa suhteissaan esimiehiinsä ja mm. piispa Tengströmiin, jonka suojatti Haartman oli. Astuessaan 22 vuotiaana hoitamaan kanslerin sihteerin virkaa, kirjoitti hän isälliselle neuvonantajalleen Tengströmille, joka samalla oli akatemian varakansleri: »*Kaikessa, mikä riippuu minun heikoista voimistani, olen innolla ja harrastuksella täyttävä minulle uskotun tehtävän. Kuljen tietäni suoraan ilman mitään vilppiä. Sitä suunnitelmaa, jonka itselleni olen valinnut, olen noudattava loppuun asti. En välitä aikalaisten kiittämättömyydestä enkä kateuden puheista. Tämä on tarpeen näinä aikoina, jolloin joka toinen ihminen antaa oman edun määrätä toimensa.*» Kohteliaasti ja nähtävällä lämmölläkin paria vuotta myöhemmin kiittäessään Tengströmiä häneltä saamistaan ystävällisistä neuvoista Haartman kirjoitti: »*Jos Kaitselmus antaa minulle voimia jatkamaan uraani, olen varmasti enemmän kuin yhden kerran hyötyvä miehen kokemuksesta, joka on saavuttanut sen niin*

vaihtelevissa vaiheissa ja niin hyvää tarkoittavien periaatteiden johtamana, kuin minun armollinen setäni. Luultavasti tulen usein siitä poikkeamaan, mutta se seuraa asian luonteesta: sillä tuskin lienee koskaan ollut kahta ihmistä, joiden katsantotapa on ollut täysin sama, vaikkakin ajattelevat ihmiset toki lopulta aina yhtynevät samaan käsitykseen. Sitä paitsi — sillä minkätähden minä kieltäisin sen — vaativat periaatteeni, että nuori ihminen asioissa, joissa hän toimii ainoastaan passiivisesti, seuraa omaa vakaumustaan, sillä edellytyksellä tietysti, että tämä vakaumus ei ole syntynyt kevytmielisesti, vaan on mahdollisimman kylmäverisen ja tarkan harkinnan tulos. Jos tämä vakaumus olisikin väärä, mikä arvatenkin useimmiten tulee tapahtumaan niin kauan kun veri vielä on lämmin ja mielipiteemme haaveellisia, niin eihän kukaan muu siitä kärsi, jota vastoin minä itse huomaan erehdykseni ja saavutan vähitellen sen itsenäisyyden, joka jokaiselle korkeammalle virkamiehelle on yhtä tarpeellinen kuin valtiollinen itsenäisyys on valtiolle, jos mieli olla vaipumatta häntä ympäröivien vallanpitäjien kätyriksi.»

Tällainen »uskontunnustus» on käsittääkseni von Haartmanille hyvin luonteenomainen ja merkkejä siitä näkyy usein hänen elämänsä taipaleella. Mutta täydennettäköön von Haartmanin henkilökuvaa vielä eräillä muilla saatavissa olevilla tiedoilla.

V. 1852 oli ministerivaltiosihteerin apulaisena Itämeren maakunnista kotoisin oleva, mutta suomalaisen aatelisarvon saanut Konstantin Fischer niminen henkilö, joka muistelmissaan kertoo von Haartmanista eräitä hyvin mielenkiintoisia asioita. Kun keisari v. 1852 oli nimittänyt von Haartmanin »Aleksanteri Nevskyn ritarikunnan» jäseneksi »palkintona vapaaherran uutterasta palveluksesta ja uupumattomista ponnistuksista hänen virkaansa kuuluvien velvollisuuksien täyttämisessä sekä hänen muusta hyödyllisestä toiminnastaan hänelle armossa erityisesti uskotuissa tehtävissä» kuvaa Fischer von Haartmania, Danielson-Kalmarin mukaan, seuraavasti: »*Kun mainitsen Haartmanin nimen, muistuu mieleeni tämä merkillinen henkilö, toinen Colbert finanssiasioissa, Machiavelli politiikassa, Sixtus V tahdon voimassa ja kunnianhimoltaan pieni lapsi. Fisher väittää Haartmanin usein voittaakseen ja säilyttääkseen hallitsijan suosion ja sen kautta ratkaisevan vaikutuksen Suomen asioihin tämän tarkoitusperän saavuttamiseksi turvautuneen salajuoniin ja totta onkin, että keisari Aleksanteri II:kin Haartmanin kerran puhuttua häntä — Haartmania — vastaan viritetyistä juonista, huomautti miehen arvostelevan muita oman itsensä mukaan. — Oltuaan kivulloinen ja heikkorintainen aina 20-vuoden ikäisestä saakka — von Haartman oli kuollessaan 70-vuoden ikäinen — hän 60-vuotiaana tuskin jaksoi laahata jalkojaan, horjui pyörrytyksestä ja yski niin, että hän joka silmänräpäys oli tukehtua. Tässä tilassa hän kerran tuli luokseni murtuneena ja joutuneena epäsuosioon, nojautuen keppiinsä, pää vaipuneena rintaa vasten; astuessaan sisähuoneeseeni hän alkoi horjua; riensin hänen luokseen, hän kaatui syliini. Kuljetin hänet sohvalle, johon hän vaipui silmät sammuneina ja kasvot kuole-*

man kalpeina. 'Onnittelen Teitä, Herra Parooni', sanoin hänelle, 'keisari on vastikään antanut Teille Aleksanteri Nevskyn ritarinauhan'. Haartman hyppäsi pystyyn, pusersi yhteen valkoiset vielä turmeltumattomat hampaansa, viskasi luotaan kepin, niin että se pyöri pitkin permantoa, ja alkoi reippaasti astuskella huoneessa edestakaisin sanoen:'Ahaa, aikani ei siis vielä ole lopussa.' Hänen käytöksensä ei ollut teeskenneltyä. Se osoitti tahdonvoimaa.»

Edelleen täydentääksemme tätä Fischerin von Haartmanista antamaa luonnekuvaa, emme malta olla — jälleen Danielson-Kalmarin mukaan — kertomatta, miten von Haartman, jolla oli taito puhua suurella voimalla ja asiallisuudella ilman että hänen äänensä ilmaisi mitään kiihkoa, jonka ohessa sävy ja ulkonainen esiintyminen osoittivat kunnioitusta, suhtautui keisari Nikolai I:een kysymyksen ollessa Suomelle elintärkeästä tullirajasta Venäjän ja Suomen välillä. Haartman kuvaa tätä kohtausta itse seuraavasti: »*Keisarin kasvot ovat kuin eoliharppu (tuulikannel), minkä pieninkin tuulahdus saa väräjämään — ja sen tähden puhun hänelle joutumatta hämmennyksiin. Jos äännähdän tavalla, joka synnyttää vahvan värähdyksen, näen sen heti; muutan sävellajia ja huomaan, miten mikin sana vaikuttaa. Minä katselen hänen kauniita kasvojaan aivan niin kuin kuunnellaan kaunista musiikkia.*» Ei voi kieltää, että tällaiset otteet muistuttavat machiavellismia.

Pysyäksemme edelleen tässä tulliasiassa, joka koski myös puutavaroita, mainittakoon vielä, mitä ministerivaltiosihteeri Armfelt kirjoitti von Haartmanille sen jälkeen kuin Haartman oli jättänyt laajan lausuntonsa tulliasiasta Pietariin. Kirjeessään Haartmanille sanoo hän: »*Ajatellessani*» hän siinä kirjoittaa, »*kaikkea, mitä olette tehnyt ja kaikkea mitä joka päivä teette, ja muistellessani kaikkea sitä mielipahaa ja kaikkia niitä ikävyyksiä, joita ihmisten kateus ja pahansuonti niin monta kertaa on Teille tuottanut, valtaa minut suuttumuksen ja ylenkatseen tunne, joka ihan luonnollisesti saattaa minut luomaan silmäyksen tulevaisuuteen, siihen tulevaisuuteen, joka on tekevä Teille oikeutta ja jolloin jokainen meidän pienessä maassamme on puhuva Teistä kunnioituksella ja kiitollisuudella. Teidän tulee olla ja varmaan olettekin siitä vakuutettu, ja tämän vakaumuksen tulee antaa Teille voimaa ja rohkeutta jatkamaan sitä hyvää työtä, jonka olette alkanut.*» Eräässä toisessa yhteydessä kirjoitti hän von Haartmanin käynnistä perintöruhtinas Aleksanterin luona v. 1851 näin:

»*Maanantaina von Haartman on tavannut perintöruhtinaan, joka on ottanut puheeksi tullikysymyksen kaikissa sen yksityiskohdissa. Haartman vastasi aivan ihmeteltävän taitavasti, niin että suuriruhtinas huomasi asian tärkeyden. Saa nähdä, kuinka se kehittyy. Jos Haartmanin onnistuu lieventää kyseessä oleva toimenpide, on hän tehnyt isänmaalle suuren palveluksen ja Suomen velvollisuus on silloin pystyttää hänelle muistopatsas.*»

Puheena oleva tulliasia oli von Haartmanille niin kallis, että, kun hän jälleen joutui antamaan lausuntonsa siitä, hän mm. kirjoitti: »*Venäjä on liian suuri ja liian rikas voittaakseen mitään meidän täydellisestä häviös-*

tämme, ja Suomella on liian pyhä kiitollisuuden velka täytettävänä Hyväntekijäänsä kohtaan voidakseen pitää yksistään taloudellista etua silmällä. Säilyttää erityisyydet, silti kuitenkaan vahingoittamatta kokonaisuuden yhteyttä, ja tarjota tässä kohden täysin tyydyttävät takeet, vaikka ne vaatisivatkin yksityisiä uhrauksia sen korvaamiseksi, että ei erikoisjärjestelmämme elinehtoihin kosketa, siinä on kysymys, minkä olen koettava tunnollisesti ratkaista korkean Hallitsijamme jalomielisten tarkoitusten mukaan.» Loistavalla taktiikalla osasi von Haartman hoitaa Suomelle elintärkeän tulliasian onnelliseen lopputulokseen.

Rein von Haartmanista

Täydennykseksi von Haartmanin luonnekuvaan esitettäköön vielä Reinin Snellmanin elämäkerrassa oleva kuvaus.

Rein sanoo von Haartmanista: »*Haartmanin erottaminen senaatista tapahtui luullaksemme onnellisella hetkellä. Emme tällä suinkaan epää hänen suurta kykyänsä emmekä muiden palvelusten tärkeyttä, joita hän aikaisemmalla urallaan oli tehnyt isänmaallensa. Haartman oli kieltämättä suurisuuntainen valtiomies, yksi niitä ylen harvoja, joita Suomessa on ollut. Aikana, jolloin kaikissa julkisissa oloissa vallitsi ilman ja valon puute, jolloin pikkumaisuus rehoitti enemmän kuin milloinkaan ennen varjoon sysätyssä maassamme, rajoittaen useimpien korkeidenkin virkamiestemme näköpiiriä ja jättäen moneen heistä tilaa vain tylsälle viranhoidolle tai itsekkäille pyrkimyksille, ilmeni Haartmanissa korkeampi näkökanta, vakava yleisten asiain harrastus ja kunnianhimo, joka etsi tyydytystään maan hyväksi tehtävästä työstä. Hänellä oli aloitekykyä sekä valtava toimintahalu ja laajat tiedot finanssi- ja valtiotieteessä. Kirjoituksissaan hän mielellään loisti näillä tiedoillaan. Pelkkää virkamiesrutiinia, joka tahtoo käydä valtiomieskyvystä, hän halveksi.*» '*Maailmassa ei ole mitään kurjempaa kuin kansliahallinto,*' *kirjoittaa hän kerran Armfeltille. Eräässä toisessa kirjeessä samalle miehelle hän sanoo (v. 1854) 'olen ottanut valtiovarat huostaani velkojen rasittamina; tavoittelen Sullyn ja Turgot'in kunniaa. Älä paheksu tätä kunnianhimoa'.*» — Mutta menestyksen paisuttama itseluottamus ja pitkällinen tottumus hallitsemiseen olivat Reinin mielestä saattaneet Haartmanin yhä ärtyisemmäksi hänen kohdatessaan vähintäkin vastustusta, niin kuin oli asianlaita Snellmaniinkin nähden, ja von Haartmanin aina närkästä luonnetta oli vanhoilla päivillä kivulloisuus vielä katkeroittanut. Itse hän sanoo usein itseään myöhempien vuosiensa kirjeissä kuolevaksi »moribond», ja hänen pitkä, laiha, luuvalon hivuttama vartalonsa, joka ainoastaan vaivoin saattoi liikkua, ei näyttänyt sisältävän paljon elinvoimaa. Mutta jalopiirteiset, vaikka kuihtuneet kasvot ilmaisivat tarmokasta intelligenssiä, ja milloin jokin tärkeämpi kysymys oli esillä, semminkin jos hänen valtiomiesvaikutuksensa oli uhanalaisena, hän osoitti pontevuutta, joka hämmästytti

sekä ystäviä että vihollisia. Luultiin sen tähden, että hän — kuten paavi Sixtus V — vain teeskenteli kivulloisuutta. Mutta niin ei varmaankaan ollut laita. Haartman oli esimerkkinä siitä, kuinka tarmokas henki hallitsee riutunuttakin ruumista.

Mutta, kuten sanottu, hänen osansa oli loppuun näytelty. Aika oli hänet sivuuttanut. Hänen poliittiset ihanteensa olivat muodostuneet, niin kuin Rein sanoo, restauratsionin aikakaudella 1815—30. Nuoremmalla iällään hän ehkä ei ollut vapauden aatteille yhtä vihamielinen kuin useimmat silloiset Euroopan johtavat valtiomiehet, sillä hänen huomataan joskus kiittävän poliittista malttia pätevämmäksi kuin on toiselta puolen taantumuksellinen ultraismi ja toiselta puolen »jakobinismi». Mutta jo siihen aikaan hän lausuu epäluulonsa perustuslaillista hallitusmuotoa vastaan; ja hänen vastenmielisyytensä liberaalisia ja kansanvaltaisia pyrintöjä kohtaan lisääntyi yhä vuosien kuluessa. Hän sanoo kirjeessään Armfeltille v. 1856, että vaikka hän inhoaakin Ranskan vallankumousta, on hänestä kuitenkin joku Danton ja Saint-Just parempi kuin nuo liberaaliset reformaattorit, semmoiset kuin joku Campomanes ja Florida Blanca, jotka saattavat kaikki epäjärjestykseen, luullen voivansa käydä yhteiskuntaan käsiksi samalla tavalla kuin muurari tarveaineisiinsa. Ennen kaikkea oli Haartman mitä suurimmassa määrässä aristokraatti. Kun byrokraattinen järjestelmä meillä vielä oli täydessä kukoistuksessaan 1850-luvun alussa, valittaa hän jo katkerasti maamme yhä yltyvää »demokraattisuutta». »*Ei ole enää ihmisiä comme il faut tai he pysyvät piilossa. Kaikki on vaipunut itsekkyyteen ja hyödyn tavoitteluun. Se halventaa kansallisluonnetta.* — — *Kyvyt käyvät yhä harvinaisemmiksi Se on seuraus siitä, että kansat elävät liian hyviä päiviä. Korkeammat ominaisuudet ilmaantuvat ainoastaan vaikeissa oloissa.*» Muutamia vuosia myöhemmin hän kirjoittaa Armfeltille (1856): »*-aina pallohuone-valasta saakka on ajan siveellinen ilmanala ollut inhoittavan tasa-arvoisuuden saastuttama*».

Eräs Haartmanin v. 1852 kirjoittama memoriaali, jota säilytetään Armfeltin jälkeenjääneiden paperien joukossa, sisältää kovia valituksia Suomen sanomalehdistöstä, joka muka kiihoitti kansaa ja ajoi yhteiskuntaa kumoavia aatteita. Jo muutamia vuosia sitten oli meidän pienissä sanomalehdissämme muka huomattu oireita siihen. »*Niiden etupäässä*», sanotaan selvästi viitaten Snellmanin »Saimaan», »*kävi tässä taistelutavassa eräs filosofinen suurmies, mutta kieleltään niin salaperäinen, että on täysi syy epäillä hänen tarkoitustensa puhtautta ja sitä päämäärää, mihin hän pyrki*». — Muiden silmissä Suomen sanomalehdistö oli tähän aikaan Reinin mukaan kireästi kahlehdittu, mutta Haartmanista se nautti liian suurta vapautta.

Näin kirjoittaa Rein von Haartmanista. Haluamatta mitenkään epäillä hänen tietojaan ja toteamuksiaan tästä suuresta valtiomiehestämme, on kait kuitenkin huomautettava, että arvostelu hänestä, »Hänen Hirmui-

suudestaan», on annettu Snellmanin elämäkerran yhteydessä, henkilön, joka oli von Haartmanin vannoutunein valtiollinen vastustaja ja jota tietysti Rein hänen elämäkertansa kirjoittajana on hyvin lähellä. Arvostelussa saattaa sen vuoksi olla subjektiivisiakin piirteitä.

Jotta kuva von Haartmanista olisi vieläkin täydellisempi, esitettäköön, vaikka asia ei välittömästi kuulu nyt käsiteltävänä olevaan asiaan, eräitä piirteitä hänen käsityskannastaan suomalaisuudesta ja suomenkielestä yleensä sekä suhteistamme naapureihimme.

Haartman ja suomalaisuus

Voidaan todeta, että von Haartman jo niin aikaisin kuin vuonna 1816 lausui mm. seuraavaa: »*Olisi toivottavaa, että meidän suomalaisemme vähän retkeilisivät Ruotsiin, jossa mielipiteet yleensä kovin vähän minua miellyttävät*». Norjan-Ruotsin unionista sanoi hän jo silloin, ettei se tule pysymään. Rein esittää kirjoittamassaan Snellmanin elämäkerrassa mielenkiintoisia tietoja von Haartmanin suhtautumisesta suomalaisuuteen kertoen mm. seuraavaa:

»*Puhutaan Porthanista ja tämän »kunnianarvoisen oppineen rauhallisista jälkeläisistä*», semmoisista kuin Sjögren ja Lönnrot. Haartman mainitsee, kuinka näiden jälkeen tuli taistelupukareita, »*jotka vähemmän harrastivat tieteiden edistymistä, mutta olivat sen sijaan täynnä vihamielisiä haaveita ja kansansuosiota etsiviä; ja sitten esiintyi äkkiä, yliopiston ollessa heikon, sangviinisen ja sokeasti kaavamaisen johdon alaisena, fennomania väkivaltaisena hajaannuksen ja yltiöpäisyyden aineksena alalla, jolla siihen asti oli hoidettu vain aineellisia harrastuksia. — — Tämä kansallinen raivo on tehnyt turmiollisen vaikutuksen nuorison mieliin; jos kohta se ei ole tähän saakka päässyt tarttumaan kansan suureen enemmistöön, helkyttää se jo sen arimpia kieliä sekä estää siveellistä ja valtiollista kehitystä, jonka asettaminen sellaisille perustuksille, etteivät niitä voi järkyttää intoilijan houreet tai kumouslahkon juonittelut, on hallituksen oikeus ja velvollisuus. — — Se keino, jonka hallitus yleiseksi eduksi on valinnut lähentääkseen maatamme keisarikuntaan kielen välityksellä, on ollut kansallisuuden pääpukareille verukkeena nuorison ärsyttämiseen, ja nuoriso onkin sitten vahvistunut siinä mieltymyksessä emansipatsionin henkeen, joka sillä jo entuudestaan oli. — — Hallitus on tähän saakka toimettomana katsellut tätä ajatustavan ja tunteiden käännettä. On jo aika päästä tästä turtumuksesta. Ruotsalaiset sympatiat ovat loppuneet; varsinaisen kansan joukosta ne katosivat pian hallituksen huolenpidon ja jalomielisyyden tähden. Mutta fennomania uhkaa nyt kuohuttaa sitä. Tältä näkökannalta me arvostelemme todellisia syitä siihen vähäiseen menestykseen, joka on ollut venäjänkielen opinnoilla, sekä niitä poliittisia ja siveellisiä seurauksia, jotka saattavat aiheutua, jos jatketaan sellaista järjestelmää, joka on tuottanut niin vähän tyydyttäviä tuloksia.*» — Haartman päättää tästä, että on pakko tyydyttää kansan oikeutettuja toivomuksia sen kieleen nähden; mutta toiselta

puolen täytyy hallituksen »*avonaisemmin käydä lopputarkoitustaan kohti, asettaakseen lojaalisuuden täyteen valoon, — s.o. täydellisesti ja rajoituksetta vaatia hallinnollista vaikutusta sille kielelle, johon hallitus sijoittaa ja johon sen tulee sijoittaa keskitetty voimansa.*» — Mitä Haartman näillä oraakkelimaisilla sanoilla tarkoittaa, ei ole tarkalleen tiedossa, mutta Rein epäilee, että Haartman pyrki saattamaan hallinnon pääkieleksi venäjän.

»*Rahvas haluaa*», sanoo Haartman edelleen, »*saada likempää ja yksityiskohtiin menevää tietoa kunnallisista asioistaan, se tuntee itsensä oikeuksissaan ja privilegioissaan sorretuksi, kun muutamat tuomari- ja hallinnolliset virkamiehet, joiden kanssa se on jokapäiväisissä tekemisissä, eivät taida sen kieltä; ja kaikkialla se tuntee jo tarvetta saada alkeistietoja, jotka ovat julkisessa elämässä välttämättömät*». Kun vain täytetään nämä rahvaan toivomukset, niin katoaa siitä kyllä, sanoo Haartman, kaikki myötätuntoisuus kansallista raivoa ja noita luuloteltuja yhteiskunnan reformaattoreja kohtaan, sillä rahvas tuntee itsensä täysin tyydytetyksi. Haartman ehdottaa sentähden; että vastaiset tuomarit suomenkielisillä paikkakunnilla velvoitettaisiin osoittamaan tarkoin osaavansa rahvaan kieltä; että tätä varten asetettaisiin yliopistoon suomenkielen lehtori ja ylimääräinen professori; että kielenkääntäjiä asetettaisiin jokaiseen lääninhallitukseen; että kuvernöörien kaikki määräykset annettaisiin maan kummallakin kielellä, sekä että kunnallisten viranomaisten tiedonannot, verokuitit y.m. suomalaisilla paikkakunnilla ja samoin niiden asiakirjat virastoihin saataisiin laatia suomeksi; että avustetaan pitäjänkoulujen perustamista, sillä ehdolla kuitenkin, että nämä koulut jäävät hallituksen tarkastuksen alaisiksi ja säilyttävät kirkollisen luonteensa. »*Näiden etujen rinnalle, joita suodaan rahvaankielen kehityksen vuoksi, tahtoisin*», lisää von Haartman, »*asettaa nykyistä intelligentimmän sensuurin ja valvonnan kaikelle, mitä suomenkielellä painatetaan, jotta suoriuduttaisiin pikaisesti kaikista yltiöpäisyyden ja poliittisen juonittelun vehkeistä*».

Kun puhutaan von Haartmanin suhtautumisesta suomalaisuuteen, tulee muistaa, että hän oli aikansa lapsi ja kasvanut olosuhteissa, jotka tietenkään eivät ole voineet olla jättämättä jälkeä hänen elämäänsä. Niin kuin edellisestä käy selville, oli hän kuitenkin tässäkin kohden objektiivinen valtiomies, joka otti huomioon realiteetit. Samaa todellisuustajua osoitti hän suhteissa naapurivaltioihin. Hän oli kerta kaikkiaan tullut vakuutetuksi siitä, että Suomen oli, jouduttuaan Venäjän vallan alaisuuteen, noudatettava uusien olosuhteiden edellyttämää ulkopolitiikkaa, suhtauduttava hyvin varovaisesti kaikkiin kysymyksiin, joita Suomen ja Venäjän välillä esiintyi. Hänen valtiomiestekonsa osoittavat, että hän johdonmukaisesti noudatti käytännössä omaksumiaan periaatteita.

Tahtomatta omalta kohdaltani, koska en ole ammattimies historian alalla, lausua arvosteluani von Haartmanista yleensä, haluan kuitenkin empimättä sanoa, että metsätalouden alalla oli von Haartman suurmies,

ja ansaitsee suuremmalla syyllä kuin kukaan muu kunnianimen; »Suomen metsätalouden isä». Muuten jätän arvostelun hänestä asiantuntijoiden tehtäväksi. »Kansallisessa elämäkerrassa» sanotaan von Haartmanista näin:

»Tähän päättyi — von Haartmanin erottua — valtiomiesura, jonka vertaista Suomen historiassa on harvoja. Aloitekyky ja toimintahalu olivat von Haartmanissa onnellisella tavalla yhdistyneinä tietojen runsauteen ja laajoihin näköaloihin, mikä muuten ei suinkaan ollut ominaista 1800-luvun alkupuoliskolla Suomen virkamiehistölle.»

Danielson-Kalmari von Haartmanista

Voin päättää tämän esitykseni von Haartmanista ja hänen työstään, joka suurelta osalta koitui maan metsätalouden hyväksi seuraaviin Danielson-Kalmarin sanoihin: *»Sitä muistopatsasta, josta kreivi Armfelt kirjoitti von Kothenille, Suomen kansa ei ole von Haartmanille pystyttänyt, ja luultavalta näyttää, että hän tulevaisuudessakin jää sitä vaille. Niin suuresti hänen ylimyksellinen ja suomalaisuuden vaatimuksia vastustava katsantokantansa on uudelle Suomelle vieras. Mutta jota yksityiskohtaisemmin tutkija syventyy tätä merkkimiestä ja hänen aikakauttaan koskeviin lähteisiin, sitä elävämmin valtaa hänet kuitenkin kunnioitus ja kiitollisuus. L. G. von Haartmanin isänmaanrakkaus on kieltämätön ja samoin se taito jolla hän vaikeissa oloissa — oloissa, joissa vähäinenkin harha-askel saattoi maallemme arvaamattomia vaaroja — osasi välttää kaikki tuhoisammat iskut ja edistää kansamme vallankin aineellista vaurastumista. Hän on niitä meidän suurmiehiämme 19:nnen vuosisadan alkupuoliskolta, joiden työn pohjalle itsenäinen, suvereeninen Suomen valtio rakentaa olemassaoloansa.»*

LARS GABRIEL VON HAARTMAN AS A STATESMAN AND A FOREST POLITICIAN

Summary

Lars Gabriel von Haartman was one of the most notable statesmen and economists who has ever lived in Finland. He was born in 1789 and died in 1859. On several occasions he was a member of the Senate and in 1841 he was appointed Vice-Chairman of the Economic Section of the Senate, and after that for nearly 20 years he was, without doubt, the person who controlled the policies of the Senate. All his undertakings, whether concerned with his work as a statesman or with economic affairs, he carried out successfully, and his energy was beyond compare. His work in many spheres of life yielded very important results, which may in no small degree be attributed to the great esteem in which he was held in the highest quarters. In 1819, when he was only 30 years old, he became Councilor of State and in 1830 Privy Councilor. In 1849 he was raised to the peerage.

Lars Gabriel von Haartman has rendered unforgettable services to his country. It is the purpose of this article to emphasize his activities for the benefit of Finnish forestry. In this connection we have to call to mind his statement in the Joint Assembly of the Senate in 1848 — a statement which is unusually detailed and which, from the point of view of forestry, is of lasting importance.

»The question which will now be presented to the Senate for decision is more important than any questions concerning public economy that have ever before been discussed by the Senate. It is a vital question for Finland's economy in times to come. Whether we support the careful doctrines of political science followed by our ancestors and submit our economic development to Government control, or follow the shrill-voiced cries of the day demanding freedom of enterprise to trade as well as the independence of private individuals from community interests, it will still remain an undeniable fact, both in public and in private economy, that Providence has not bestowed on private individuals, any more than on nations, wealth or means of livelihood in equal degree. The less a certain country has of natural resources the more economically it should take care of them, and they must not be left wholly exposed to destruction at the hands of mightier powers and privileges. Even if our agriculture should develop,» — (it may be mentioned that on his vacation trip in 1827—1829 he also studied conditions in the country, considering, among other things, the possibility of butter and cheese exports from Finland) — »even so, this country could not compete with its products in world markets with countries more favourably located. In our forests nature has given us our only source of wealth, the source of our economic independence. Our navigation is dependent on the condition of our forests, our mercantile marine will disappear and lose its competitive ability if shipbuilding should become extremely expensive, and our ships will have nothing to take out of our ports. If the forests are badly cared for and destroyed, we shall run short of funds for the exhange of the goods and industrial products which cannot be produced in our own country.» According to von Haartman's statement, the Forest Law Committee had been set up for the following reasons: »The Government discoverded», he stated »that the most precious property of the country, while unlimited exploitation still continues, had been left exposed to danger and that the reason for this had been ignorance, carelessness, and selfish calculations on the part of foreign credit

agencies». In von Haartman's opinion the committee had understood only half of its duties. It had compiled and arranged positive stipulations about the utilization of the forests, but it had not touched at all upon the incentives for carrying them out or planned any measures that would be of real benefit to forestry.

In von Haartman's opinion action should be taken for the achievement of an improved forest economy by placing the State forests under organized management. Von Haartman said: »Nothing in the world is more harmful than temporary improvements. They merely lead to an endless variety and finally to disorder. The improvement of forestry should manifest itself through the management of the State forests. The best parts of the forests would have to be set apart as crown parks, with an area of about 300 to 500 acres, and submitted to organized management. Only after this problem has been solved would it be appropriate to define the duties of the future Forestry Department and to establish a special school of forestry. We should not be afraid of the future and the expenses resulting from these arrangements. In a well planned State economy, one must not be afraid of expenses which will be abundantly compensated by the future. By organizing the administration of the State forests in this country we here would become the most valuable of all the dominions, and in the near future, and even more so in times to come, would bring in rich returns. The rational management of these forests would offer a good example and could rout out bad habits and any possible temporary aspirations for personal gain, better than unnatural prohibitions and penalties. According to von Haartman's conception it was futile to expect the irrational destruction of forests to end after an increase in the price of timber. »A real thinker», he said, »has proved that unlimited freedom after a rise in the price of timber is the worst enemy of the forests. According to the theory of political science it seems clear to me that the rights and privileges of a private individual must be subordinated to those of the community and where this principle has been departed from, either owing to ignorance or party politics, we must set right the confusion.» This is why von Haartman would not have liked to leave even the forests of the taxable farms outside Government control, although in the Act of Security of 1789 the owners of the taxable farms had been placed in a separate category from tenants on crown lands. »I cannot accord it» (*i.e.* the Act of Security) »any greater importance», von Haartman stated, »than as a political document.» »I do not understand», he continued, »an argument which justifies Government authority to prevent, by regulations, the destruction of the forests by irrational burning-over for crops, but which forbids one to oppose this destruction when it is done with an ax and a saw», by which von Haartman meant the utilization of forests by the independent farmers.

The above statement may be taken as von Haartman's declaration of faith in forestry. In this connection it is not possible to explain his attitude towards the sawmill industry, which he criticized very strongly, being of the opinion that the sawmill industry destroyed the forests in Finland. On the other hand he believed that from the point of view of national economy the sawmill industry was of importance to the country, but he wanted to bring about such a change that the forests would not be destroyed.

Let us conclude with a statement by Danielson-Kalmari as a criticism of von Haartman's manifold work for his country: »The more thoroughly a student becomes absorbed in the literature concerning this distinguished man and his era, the more wholly will he be overcome by respect and gratitude. L. G. von Haartman's love for his native country is indisputable, and so is the skill with which he was able to avoid all disastrous issues and to further especially the material progress of our nation under difficult conditions — conditions in which even the smallest false step might have caused inestimable dangers to this country. He is one of those great men of the early part of the 19th century up on whose work the independent, sovereign Finnish State has established its existence.»

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.35
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.35

METSÄN ARVON LASKEMISESTA

TOPI HEIKKILÄ

ÜBER DIE WALDBEWERTUNG

Referat

HELSINKI 1952

Sisällys

Johdanto 2
Korkokanta ja kiertoaika 3
Kasvu- ja tuottotaulujen avulla lasketut hakkausmäärät 3
Kasvatushakkausten vaikutus kasvuun ja tuottoon 4
Tukkipuiden hakkausmäärät 7
Tukkipuista saatavat puutavaralajit 8
Lopulliset hakkausmäärät ja tulot 10
Maan tuottoarvo ja metsikön kustannusarvo 12
Metsikön odotus- ja hakkuuarvojen erotus 14
Laskuperusteiden muutosten huomioon ottaminen 15
Metsän arvon vähennykset 19
Referat 21

Johdanto

Metsän arvon laskemista varten on kehitetty lukuisia eri menettelytapoja. Seuraavassa ei kuitenkaan ole tarkoituksena ruveta niitä selostamaan tai vertailemaan niiden etuja tai haittoja. Sensijaan esitetään joitakin laskelmia, joissa on vanhastaan tunnettuja menettelytapoja koetettu vähän muunnettuina soveltaa meidän olosuhteisiimme.

Helsinki 1952 Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy.

Korkokanta ja kiertoaika

Koska laskelmissa on pidetty silmällä ensi tilassa maatilain metsätaloutta, on korkokantaa valittaessa nojauduttu maataloushallituksen kirjanpitotilain puhdastuottoon, joka on saatu vähentämällä kokonaistuotosta liikekustannukset laskematta niihin korkoja, veroja ja eläkemaksuja. Se on vuosina 1926—1935 ollut keskimäärin 4.5 % aktiivipääomasta. Koska metsätaloudessa pinta-alan mukaan suoritettavat verot otetaan erikseen huomioon samaan tapaan kuin hoitokustannukset, saadaan korkosadanneksesta vähentää niiden osuus. Se luonnollisesti vaihtelee eri tapauksissa, mutta lienee maatiloilla keskimäärin noin yksi yhdeksäsosa puhdastuotosta, joten metsätaloudelliseksi korkokannaksi jää 4 %.

Rahanarvon muutoksia ei korkokantaan nähden eikä muutenkaan tarvitse ottaa huomioon, koska metsätaloudessa kaikki varat ovat sidotut reaaliarvoihin. Laskelmissa voidaan siis kaikki tulot ja menot arvioida nykyisen rahanarvon perusteella. Tässä kirjoituksessa mainittavia rahaarvoja on pidettävä vain suhteellisina lukuina.

Laskelmia varten on hakkuukypsyysikänä, rahallisesti edullisinta kiertoaikaa soveltamalla, käytetty männylle OMT:llä ja MT:llä 70 v., VT:llä 80 v. ja CT:llä 100 v., kuuselle OMT:llä 60 ja MT:llä 70 v. sekä koivulle OT:llä, OMT:llä ja MT:llä 70 v. Uudistumisaikana on käytetty männylle 5 v. ja koivulle 3 v. Kuuselle ei ole uudistumisaikaa käytetty, koska on edellytetty sen uudistuvan viimeisen väljennyksen jälkeen. Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa, että useissa tapauksissa männylle voidaan luonnonsiemennyksen sijasta ehkä edullisemminkin käyttää istutusta OMT:llä ja MT:llä ja kylvöä VT:llä.

Kasvu- ja tuottotaulujen avulla lasketut hakkausmäärät

Laskelmat perustuvat Yrjö Ilvessalon kasvu- ja tuottotauluihin sekä niihin liittyviin runkojakaantumissarjoihin. Ensin on alustavasti laskettu, paljonko luontaisen harventumisen ja hakkuukypsän metsikön kuutiomääriin (kuoretta) sisältyy tukkipuita, joiden rinnankorkeusläpimitta (kuorineen) on männyllä ja koivulla 20 cm sekä kuusella 22 cm, samoin propseja (mänty- ja kuusipaperipuita sekä isoja koivupolttopuita),

joiden pienin latvaläpimitta on keskimäärin 8 cm, sekä vielä pieniä polttopuita, joiden pienin latvaläpimitta on keskimäärin 5 cm. Sahapuiden kuutiomäärät (kuoretta) on laskettu runkojakaantumissarjoista. Propsien ja pienten polttopuiden kuutiomäärät (kuoretta) on laskettu käyttämällä apuna sadanneslukuja, jotka osoittavat järeän puun (yli 10 cm) osuutta kuutiomäärästä. Laskeminen on tapahtunut siten, että varsinaisen metsikön tai luontaisen harventumisen määrän keskiläpimitta kuorineen (1.3 m:n korkeudella) on kerrottu osamäärillä $^{10}/_{8}$ ja $^{10}/_{5}$, jonka jälkeen näin saatuja uusia keskiläpimittoja vastaavat järeän puun (yli 10 cm) sadannesluvut on laskettu interpoleeraamalla. Näin saatujen sadanneslukujen avulla on laskettu vähintään 8 ja samoin vähintään 5 cm täyttävän puun kuutiomäärät, joiden erotuksena on saatu 5—8 cm täyttävän puun kuutiomäärä.

Tällainen laskutapa on likimääräinen, mutta virheet ovat vähäiset, niinkuin nähdään jäljempänä mainitusta Jonsonin taulukosta, varsinkin kun metsikön keskipituuden ja keskimääräisen muotoluokan suurenemisesta aiheutuvat virheet ovat erisuuntaiset.

Hakkuukypsässä metsikössä on vähintään 8 cm ja samoin 5—8 cm täyttävän puun kokonaiskuutiomääristä vielä vähennetty sahapuista saatavan vähintään 8 cm ja samoin 5—8 cm täyttävän puun kuutiomäärät, koska sahapuita käsitellään aluksi kokonaisina runkoina. Sanotut kuutiomäärät on arvioitu hakkuukypsän metsikön keskimääräisestä sahapuusta Jonsonin taulukon avulla, joka osoittaa erilaiseen suhteelliseen läpimittaan asti otettavan käyttöpuun määrät.

Laskujen tulokset näkyvät taulukosta 1.

Kasvatushakkausten vaikutus kasvuun ja tuottoon

Koska Yrjö Ilvessalon kasvu- ja tuottotaulut ovat laaditut luonnonnormaaleille metsiköille, ei niiden avulla saatuja lukuja ole sellaisinaan voitu käyttää laskuperusteina, vaan on niitä korjattu pyrkimällä siihen, että ne tulisivat ainakin likimäärin vastaamaan harvennus- ja väljennyshakkauksilla hoidetun metsän kasvua ja tuottoa. Sitävarten on ensiksikin luontaisen poiston sijasta ajateltu kunkin 10-vuotiskauden alussa poistettavaksi harvennuksissa 25 % kuutiomäärästä ja väljennyksissä niin paljon, että kuutiohyvyys tulee olemaan 10-vuotiskauden keskellä ensimmäisen väljennyksen jälkeen 0.5 ja toisen väljennyksen jälkeen 0.3. Koska harvennusmäärän suurentaminen ei vaikuta ainakaan mainittavasti kasvun suuruuteen, johtuu siitä, että kuutiomäärät ennen harvennusta ovat kunkin 10-vuotiskauden alussa kasvu- ja tuottotauluissa ilmoitettuja niin paljon pienemmät, kuin aikaisempain harvennusmääräin summa on vas-

Taulukko 1. — *Tabelle 1.*

Puulaji *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Päähakkausikä *Abtriebsalter*	Puutavaralaji *Sortiment*	Kasvu- ja tuottotaulujen mukaiset hakkausmäärät allamainitussa iässä *Den Zuwachs- und Ertragstafeln gemässe Hiebssätze in verschieden alten Beständen*									Yhteensä *Zusammen*
				20	30	40	50	60	70	80	90	100	
				k-m³ (kuoretta) — *fm (ohne Rinde)*									
Mä [1]	OMT	70	I [2]	—	—	—	—	—	292	—	—	—	292
			II [3]	—	3	9	14	17	61	—	—	—	104
			III [4]	—	16	9	5	3	4	—	—	—	37
			IV [5]	—	8	5	2	1	1	—	—	—	17
»	MT	»	I	—	—	—	—	—	209	—	—	—	209
			II	—	—	3	6	14	96	—	—	—	119
			III	—	15	14	14	6	9	—	—	—	58
			IV	—	10	9	3	2	3	—	—	—	27
»	VT	80	I	—	—	—	—	—	—	155	—	—	155
			II	—	—	—	—	10	12	91	—	—	113
			III	—	5	14	16	7	5	9	—	—	56
			IV	—	14	8	5	2	2	3	—	—	34
»	CT	100	I	—	—	—	—	—	—	—	—	68	68
			II	—	—	—	—	—	—	5	8	98	111
			III	—	—	—	2	4	6	4	5	16	37
			IV	—	—	—	5	3	2	2	3	6	21
Ku	OMT	60	I	—	—	—	—	42	—	—	—	—	42
			II	—	—	—	—	175	—	—	—	—	175
			III	—	3	5	8	26	—	—	—	—	42
			IV	—	8	7	4	15	—	—	—	—	34
»	MT	70	I	—	—	—	—	—	30	—	—	—	30
			II	—	—	—	—	7	200	—	—	—	207
			III	—	—	—	6	8	27	—	—	—	41
			IV	—	—	—	8	5	14	—	—	—	27
Ko	OT	»	I	—	—	—	—	—	184	—	—	—	184
			II	—	6	20	26	37	78	—	—	—	167
			III	4	13	10	10	7	11	—	—	—	55
			IV	20	14	8	5	3	4	—	—	—	54
»	OMT	»	I	—	—	—	—	—	110	—	—	—	110
			II	—	—	8	10	14	94	—	—	—	126
			III	—	8	9	9	5	16	—	—	—	47
			IV	—	14	7	5	2	5	—	—	—	33
»	MT	»	I	—	—	—	—	—	89	—	—	—	89
			II	—	—	—	8	9	88	—	—	—	105
			III	—	6	12	6	4	13	—	—	—	41
			IV	—	12	7	3	2	4	—	—	—	28

[1] *In den Tabellen sind die Holzarten in ihrer abgekürzten finnischen Namenform wiedergegeben. Es bedeuten:* Mä = *Kiefer*, Ku = *Fichte und* Ko = *Birke.*

[2] Kuutiomäärään I sisältyvät tässä taulukossa tukkipuut kokonaisina. — *Im Kubikbetrag I sind in dieser Tabelle die Sägeholzstämme als ganze enthalten.*

[3] Kuutiomäärään II sisältyvät muista puista saatavat mä- ja ku-paperipuut ja ko-polttopuut 8 + cm. — *Der Kubikbetrag II umfasst das aus den übrigen Bäumen des Bestandes gewinnbare Ki- und Fi-Papierholz sowie das Bi-Brennholz über 8 cm.*

[4] Kuutiomäärään III sisältyvät muista puista saatavat mä-, ku- ja ko-polttopuut 5—8 cm. — *Der Kubikbetrag III umfasst das aus den übrigen Bäumen des Bestandes gewinnbare Ki-, Fi- und Bi-Brennholz von 5—8 cm.*

[5] Kuutiomäärään IV sisältyvät muista puista saatavat latvat alle 5 cm. — *Der Kubikbetrag IV umfasst das unter 5 cm starke Zopfholz der übrigen Bäume.*

taavain luontaisten poistojen summaa suurempi. Väljennyksissä vähenee kuutiomäärä edelleen hakkausmäärän ja luontaisen poiston erotuksella sekä sen lisäksi vielä kuutiohyvyyden huomattavasta alentumisesta johtuvalla kasvun vähentymisellä, jonka perustelu esitetään vasta jäljempänä. Hoidettujen metsikköjen kehityksen poikkeavaisuus luonnonnormaalien metsikköjen kehityksestä on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. — *Tabelle 2.*

Puulaji — *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Metsikön kuutiomäärä ennen hakkausta allamainitussa iässä *Kubikmasse der verschieden alten Bestände vor dem Hieb*							Hakkausmäärä allamainitussa iässä *Einschlag in verschieden alten Beständen*							Kasvunvähennys allamainitussa iässä *Zuwachsverminderung in verschieden alten Beständen*				
		40	50	60	70	80	90	100	30	40	50	60	70	80	90	100	55	65	75	85	95
		k-m³ (kuoretta) — *fm (ohne Rinde)*																			
Mä	OMT	—	218	162	118	—	—	—	—	45	110	83	118	—	—	—	2.8	3.9	—	—	—
»	MT	—	204	147	105	—	—	—	—	41	106	76	105	—	—	—	2.5	3.5	—	—	—
»	VT	—	141	166	123	86	—	—	—	27	35	82	63	86	—	—	—	1.9	2.7	—	—
»	CT	—	65	80	93	102	91	62	—	13	16	20	23	34	46	62	—	—	—	1.1	1.8
Ku	OMT	122	168	138	—	—	—	—	17	31	81	138	—	—	—	—	2.6	—	—	—	—
»	MT	93	140	114	87	—	—	—	12	23	67	54	87	—	—	—	3.4	4.9	—	—	—
Ko	OT	—	—	137	99	—	—	—	—	—	116	80	99	—	—	—	2.8	4.2	—	—	—
»	OMT	—	157	112	75	—	—	—	—	29	86	60	75	—	—	—	2.0	2.4	—	—	—
»	MT	—	128	91	64	—	—	—	—	24	70	48	64	—	—	—	1.7	2.2	—	—	—

Kun kuutiohyvyys pienenee harvennusten johdosta, suurenee metsikön kasvusadannes niin paljon, että kuutiokasvu ei ainakaan huomattavasti pienene. Tämä suureneminen kohdistuu kuitenkin alaharvennuksia käytettäessä ensi sijassa pienempiin puihin, minkä vuoksi laskelmissa on edellytetty, että tukkipuiden ja tukkipuiksi kehittyvien puiden kasvusadannes suurenee ainoastaan puolella siitä sadannesmäärästä, mikä kuutiohyvyydessä on vajausta. Väljennysten jälkeen kasvusadanneksen suureneminen on paljon huomattavampi ja tapahtuu jokseenkin tasaisesti kaikissa vahvuusluokissa. Sitä määritettäessä on käytetty apuna vv. 1936—38 valtakunnan metsien arvioinnin perusteella saatuja lukuja, jotka osoittavat nykymetsien puuston ja vuotuisen kasvun keskimääriä ha:a kohden puulajeittain ja metsätyypeittäin eri ikäluokissa. Tapion taskukirjassa olevasta taulukosta, joka esittää sanottuja keskimääriä Suomen eteläpuoliskossa, on ensin interpoleeraamalla laskettu niiden arvot väljennyskausien keskellä, ja ne on sitten jaettu luonnonnormaalien metsikköjen vastaavilla luvuilla, joista kuitenkin ensin on vähennetty 10 % metsikön reunojen, metsämaan yleisen kivisyyden ym. alentavan vaikutuksen johdosta. Vertaamalla näin saatuja kuutio- ja tuottohyvyyksiä toisiinsa huomataan, että tuottohyvyyden vajaus on noin seitsemän kymmenesosaa kuutiohyvyyden vajauksesta yleensä kaikilla puulajeilla ja metsätyypeillä

lukuunottamatta mustikkatyypin kuusikkoja, joissa se on noin yhdeksän kymmenesosaa.

Edellisen perusteella saadaan ensimmäisen väljennyskauden keskellä, jolloin kuutiohyvyys on 0.5, tuottohyvyydeksi 0.65 muuten paitsi MT:n kuusikossa 0.55. Toisen väljennyskauden keskellä, jolloin kuutiohyvyys on 0.3, saadaan tuottohyvyydeksi 0.5 muuten paitsi MT:n kuusikossa 0.37. Kasvusadannes suurenee silloin ensimmäisen väljennyskauden keskellä kolmella ja toisen väljennyskauden keskellä seitsemällä kasvu- ja tuottotauluissa mainitun arvon kymmenesosalla muuten paitsi MT:n kuusikoissa vain kolmannella osalla sanotuista luvuista. Hoidetuissa metsiköissä, joissa on käytetty harvennushakkauksia, kasvusadanneksen parantuminen lienee jo ensimmäisen väljennyksen jälkeen parempi, ja MT:n hoidetut kuusikot eivät jääne paljon jälkeen muista metsiköistä, varsinkin jos väljennyksissä poistettavat kuutiomäärät hakataan kahdessa erässä 5 v:n väliajoin. Valtakunnan metsien arvioimisen perusteella laskettuja lukuja voitaneen siis pitää minimiarvoina, joita laskelmissa käytetään varovaisuuden vuoksi. Tukkipuille tai niiksi kehittyville puille edellisen perusteella määritetyt, kasvu- ja tuottotaulujen arvoista poikkeavat kasvusadannekset näkyvät taulukosta 3.

Tukkipuiden hakkausmäärät

Selvitettäessä paljonko harvennetuista ja väljennetyistä metsiköistä saadaan tukkipuita, on ensin laskettu, mihin ikään asti puun tulee kasvaa luonnonmetsässä saavuttaakseen saman suuruuden kuin harvennetussa ja väljennetyssä metsikössä kiertoajan lopulla. Tämä ikä on laskettu esim. OMT:n männikölle yhtälöstä

$$1.044^{10} \cdot 1.039^{10} \cdot 1.041^{10} = 1.041^{10} \cdot 1.030^{10} \cdot 1.024^{10} \cdot 1.019^{10} \cdot 1.015^{x},$$

jossa vasemmalla puolella olevat tekijät on muodostettu harvennetun ja väljennetyn metsikön kasvusadanneksista ja oikealla puolella olevat luonnonnormaalin metsikön kasvusadanneksista samasta iästä alkaen. Tästä yhtälöstä saadaan ratkaisemalla x:n arvoksi 6 ja siis puun iäksi luonnonnormaalissa metsikössä 86 v. Tämän jälkeen on laskettu 86-vuotiselle OMT:n männikölle runkojakaantumissarjoista interpoleeraamalla tukkipuiden lukumäärä ja kuutiomäärä (kuoretta). Näin määritetystä kuutiomäärästä on vähennetty kiertoajan lopulla hakattava, taulukossa 2 mainittu kuutiomäärä, ja jäännös on jaettu yhtälön vasemmalla puolella olevalla viimeisellä tekijällä 1.041^{10}. Siten saadusta osamäärästä on vähennetty toisessa väljennyksessä hakattava, taulukossa 2 mainittu kuutiomäärä ja jäännös jaettu yhtälön vasemmalla puolella olevalla viimeistä edellisellä tekijällä 1.039^{10}. Näin laskettu uusi osamäärä osoittaa ensim-

mäisessä väljennyksessä hakattavien tukkipuiden kuutiomäärää. Huomataan helposti että näin menetellen tukkipuut ja tukkipuiksi kehittyvät puut tulevat kumpanakin väljennyskautena kasvamaan taulukossa 3 mainittujen kasvusadanneksien mukaan. Kussakin hakkauksessa poistetaan edellämainitut kuutiomäärät tukkipuita, joiden kaikkien yhteinen keskikuutio saadaan jakamalla niiden kuutiomääräin summa niiden alkuperäisellä lukumäärällä. Tätä menettelytapaa käytettäessä tulee otetuksi huomioon myös pienempien puiden siirtyminen tukkipuiden joukkoon, koska tukkipuita ei edellämainitulla tavalla laskettuihin luonnonnormaalin metsikön ikälukuihin asti yleensä harvennu luontaisesti lukuunottamatta muutamia harvoja tukkipuita OMT:n männikössä sekä OT:n ja OMT:n koivikossa. Laskujen tulokset on esitetty taulukossa 3.

Edellä selostettu tukkipuiden hakkausmääräin laskemistapa johtaa siihen, että väljennyksissä joudutaan poistamaan ensi sijassa tukkipuita. Tällainen menettely ei kuitenkaan yleensä anna parasta taloudellista tulosta, lukuunottamatta sellaista tapausta, että pinotavaran hinnat ovat hyvin alhaiset. Tämän johdosta se enimmäkseen johtaa vähän liian pieniin metsän arvoihin.

Tukkipuista saatavat puutavaralajit

Tukkipuista saatavia puutavaralajeja määritettäessä on edellytetty, että pituuskasvu pysyy harvennuksista ja väljennyksistä huolimatta samana kuin luonnonnormaalissa metsässä ja että muotoluokkaa osoittava luku pienenee luvun 0.05 osoittamalla määrällä. Rinnankorkeusläpimitta kuoren alta saatiin lasketuksi keskikuution ja pituuden sekä pituuden ja muotoluokan perusteella määritetyn muotoluvun avulla.

Keskipuusta saatavien tukkien määrittämistä varten pituus ja rinnankorkeusläpimitta muutettiin Engl. jaloiksi ja tuumiksi. Tukeiksi tehtävän rungonosan latvaläpimitaksi otettiin männyllä $5\,^1/_2$, kuusella 7 ja koivulla 6 Engl. t., mihin mittoihin lisättiin mittaushukkana $^1/_4$ Engl. t. Tukkien pituudeksi otettiin havupuilla 17 Engl. j. ja koivulla 14 Engl. j., mihin mittoihin lisättiin tasausvarana 4 Engl. t. Jos latvatukki jäi lyhyemmäksi, ei sitä pidennetty, mutta vahvuus määritettiin siitä rungon kohdasta, joka oli havupuilla $8\,^1/_2$ ja koivulla 7 Engl. j. latvatukin keskeltä puun latvaan päin. Tukkien vahvuudet määritettiin Jonsonin kapenemislukujen avulla ja pyöristettiin ensin lähimmäksi neljäsosissa lausutuksi tuumaluvuksi, josta vähennettiin sitten mittaushukkana yksi neljännestuuma.

Sahatukkien (I), propsien (II) ja pienten polttopuiden (III) sadannesosuudet kiintokuutiomäärästä (kuoretta) laskettiin käyttämällä apuna

Taulukko 3. — *Tabelle 3.*

Puulaji *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Tukkipuiden tai niiksi kehittyvien puiden kasvu allamainitussa iässä *Zuwachs der Sägeholzstämme oder der sich zu solchen entwickelnden Stämme bei verschiedenem Alter*							Tukkipuiden laskettu			Tukkipuiden hakkausmäärät *Hiebssätze der Sägeholzstämme*						Hakkausmäärät yhteensä runkoa kohti *Zusammengerechneter Hiebssatz je Stamm*
		35	45	55	65	75	85	95	ikä *Alter*	kuutiomäärä *Kubikinhalt*	runkoluku *Stammzahl*	Päähakkaus *Haubtabtrieb*	Jäännös *Rest*	Viimeinen väljennys *Letzte Lichtung*	Jäännös *Rest*	Edellinen väljennys *Vorhergehende Lichtung*	Yhteensä *Zusammen*	
		%							*der Sägeholzstämme*			k-m³ (kuoretta) — *(fm ohne Rinde)*						
Mä	OMT	—	4.4	3.9	4.1	—	—	—	86	561	400	118	282	83	106	72	273	0.487
»	MT	—	4.6	3.9	3.9	—	—	—	«	570	325	105	220	76	74	50	231	0.405
»	VT	—	5.2	3.9	3.6	3.7	—	—	99	483	247	86	161	63	49	34	183	0.379
»	CT	—	5.0	4.1	3.5	3.0	2.9	3.4	126	351	148	62	86	46	16	12	120	0.342
Ku	OMT	—	7.5	5.3	4.4	—	—	—	67	174	85	85	—	—	—	—	85	0.488
»	MT	8.2	5.8	4.5	3.7	—	—	—	80	179	82	82	—	—	—	—	82	0.458
Ko	OT	—	—	5.0	5.2	—	—	—	90	292	259	99	160	80	16	10	189	0.647
»	OMT	—	5.1	4.1	3.6	—	—	—	»	379	172	75	97	60	8	5	140	0.369
»	MT	—	5.1	4.3	4.0	—	—	—	»	340	155	64	91	48	13	9	121	0.356

Jonsonin taulukkoa, joka osoittaa erilaiseen suhteelliseen läpimittaan asti otettavan käyttöpuun määrät.

Laskujen tulokset on esitetty taulukossa 4.

Kun laskelmat on suoritettu yhden keskipuun avulla, eivät ne ole aivan tarkkoja. Eri aikoina hakattavat tukkipuut eivät myöskään ole keskimääräiseen kuutiosisältöönsä ja pienimpään rinnankorkeusläpimittaansakaan nähden aivan samanlaisia. Näistä seikoista aiheutuvat virheet eivät kuitenkaan ole suuret siihen tarkkuusmäärään nähden, mikä yleensä metsänarvolaskuissa voidaan saavuttaa.

Lopulliset hakkausmäärät ja tulot

Kun taulukossa 3 esitetyt tukkipuiden hakkausmäärät vähennettiin taulukossa 2 esitetyistä kokonaishakkausmääristä, saatiin tukkipuita pienempien puiden hakkausmäärät. Niihin sisältyvien eri puutavaralajien ja latvain kuutiomäärät määritettiin taulukon 1 avulla siten, että ensin otettiin siinä mainittujen eri puutavaralajien ja latvain kuutiomäärät sellaisinaan siihen saakka, kunnes hakkausmäärä alkoi ylittää luontaisen poiston. Tästä lähtien myöhäisemmissä hakkauksissa saatavia puutavaralajeja ja latvoja siirrettiin aikaisempiin hakkauksiin pitäen silmällä, että eri puutavaralajeja ja latvoja tuli otetuksi samassa suhteessa, kuin niitä on siinä hakkauksessa, josta niitä siirrettiin, sekä että eri puutavaralajien ja latvain kuutiomääräin summat kunakin ajankohtana tulivat tukkipuita

Taulukko 4. — *Tabelle 4.*

Puulaji *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Keskipuu *Mittelstamm*						Tukkiosan latvaläpimitta *Oberstärke des Sägeholzteiles*				Sahatukkien kuutiomäärä *Kubikinhalt der Sägeblöcke*		Tukkiosan pituus *Länge des Sägeholzteiles*	Tukkien keskivahvuus *Mitteldurchmesser der Sägeblöcke*
		Kuutiomäärä (kuoretta) *Kubikinhalt (o. Rinde)*	Pituus *Höhe*		Muotoluokka *Formklasse*	Rinnankorkeusläpimitta *Brusthöhendurchmesser*			I	II	III	Sahatukkeja tukkiosan 1 k-m³:ä kohti *Sägeblöcke je 1 fm des Stammholzteiles*			
		k-m³ *fm*	m	Engl. j. *Engl. Fuss*		cm	Engl. t. *Engl. Zoll*		%			Engl. j³ (kuoretta) *Engl. kbf (ohne Rinde)*		Egl. j. *Engl. Fuss*	Engl. t. (kuor. alta) *Engl. Zoll (unter der Rinde)*
Mä	OMT	0.48	22	72	0.700	23.4	9.2	5.8	86	12	2	10.9	26.4	43	6 3/4
»	MT	0.41	20	66	0.700	22.6	8.9	5.8	84	14	2	9.4	27.3	39	6 3/4
»	VT	0.38	19	62	0.675	22.6	8.9	5.8	83	15	2	8.0	25.4	35	6 1/2
»	CT	0.34	18	59	0.675	22.0	8.7	5.8	81	17	2	7.2	26.2	32	6 1/2
Ku	OMT	0.49	21	69	0.675	24.7	9.7	7.3	68	31	1	9.9	30.0	31	7 3/4
»	MT	0.46	20	66	0.650	24.7	9.7	7.3	66	33	1	8.8	29.3	28	7 1/2
Ko	OT	0.65	25	82	0.625	27.2	10.7	6.3	85	14	1	15.6	28.2	46	8
»	OMT	0.37	22	72	0.625	21.8	8.6	6.3	69	29	2	7.4	29.0	30	6 3/4
»	MT	0.36	20	66	0.625	22.6	8.9	6.3	72	26	2	7.6	29.3	29	7

Taulukko 5. — *Tabelle 5.*

Puulaji *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Päähakkausikä, v. *Alter beim Hauptabtrieb, J.*	Puutavaralaji [1] *Sortiment* [1]	Hakkausmäärät allamainitussa iässä *Hiebssatz in verschieden alten Beständen* k-m³ (kuoretta) *fm (ohne Rinde)*									Yhteensä — *Zus.*	Hinnan muuntokerroin [2] *Preisreduktionsfaktor* [2]	Hinta k-m³:ltä, mk [2] *Preis, mk/fm* [2]	Hakkaustulot sellaisinaan *Hiebseinnahmen als solche*		Hakkaustulojen raha-arvo kiertoajan lopulla *Geldwert der Hiebseinnahmen am Ende der Umlaufszeit*	
				20	30	40	50	60	70	80	90	100				1000 mk	%	1000 mk	%
Mä	OMT	70	I	—	—	—	62	71	102	—	—	—	235	26.4	1 584	372	84	545	76
			II	—	3	24	42	10	14	—	—	—	93	1.395	698	65	14	148	20
			III	—	16	14	5	2	2	—	—	—	39	1.845	185	7	2	26	4
			IV	—	8	7	1	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—
»	MT	»	I	—	—	—	42	63	88	—	—	—	193	27.3	1 638	316	83	449	76
			II	—	—	7	46	11	15	—	—	—	79	1.395	698	55	14	108	18
			III	—	15	23	14	2	2	—	—	—	56	1.845	185	10	3	33	6
			IV	—	10	11	4	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—
»	VT	80	I	—	—	—	—	28	53	71	—	—	152	25.4	1 524	232	79	322	69
			II	—	—	—	10	42	9	13	—	—	74	1.395	698	52	18	105	23
			III	—	5	18	19	9	1	2	—	—	54	1.845	185	10	3	38	8
			IV	—	14	9	6	3	—	—	—	—	32	—	—	—	—	—	—
»	CT	100	I	—	—	—	—	—	—	10	37	50	97	26.2	1 572	152	75	200	57
			II	—	—	—	1	9	18	20	8	11	67	1.395	698	47	23	122	35
			III	—	—	2	10	7	4	3	1	1	28	1.845	185	5	2	27	8
			IV	—	—	11	5	4	1	1	—	—	22	—	—	—	—	—	—
Ku	OMT	60	I	—	—	—	—	58	—	—	—	—	58	30.0	1 800	104	42	104	35
			II	—	—	10	66	68	—	—	—	—	144	1.368	958	138	56	180	61
			III	—	5	13	9	8	—	—	—	—	35	1.845	185	6	2	12	4
			IV	—	12	8	6	4	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—
»	MT	70	I	—	—	—	—	—	54	—	—	—	54	29.3	1 758	95	44	95	32
			II	—	—	—	46	45	31	—	—	—	122	1.368	958	117	54	191	64
			III	—	—	6	13	6	2	—	—	—	27	1.845	185	5	2	11	4
			IV	—	—	17	8	3	—	—	—	—	28	—	—	—	—	—	—
Ko	OT	»	I	—	—	—	9	68	84	—	—	—	161	28.2	1 692	272	70	345	55
			II	—	6	20	79	11	14	—	—	—	130	1.845	738	96	25	219	35
			III	4	13	10	19	1	1	—	—	—	48	»	369	18	5	62	10
			IV	20	14	8	9	—	—	—	—	—	51	—	—	—	—	—	—
»	OMT	»	I	—	—	—	4	42	52	—	—	—	98	29.0	1 740	171	65	214	53
			II	—	—	10	56	17	21	—	—	—	104	1.845	738	77	29	148	36
			III	—	8	11	18	1	2	—	—	—	40	»	369	15	6	43	11
			IV	—	14	8	8	—	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—
»	MT	»	I	—	—	—	7	35	46	—	—	—	88	29.3	1 758	155	69	199	58
			II	—	—	2	46	12	17	—	—	—	77	1.845	738	57	25	105	31
			III	—	6	14	12	1	1	—	—	—	34	»	369	13	6	38	11
			IV	—	12	8	5	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—

[1] I tukkeja, II propseja, III pieniä polttopuita, IV latvoja. — *I Sägeblöcke, II stärkeres Schichtholz, III kleines Brennholz, IV Zopfholz.*

[2] Mä, ku ja ko I à 60/j³, mä II à 500/p-m³, ku II à 700/p-m³, ko II à 400/p-m³, mä ja ku III à 100/p-m³, ko III à 200/p-m³. — *Ki, Fi und Bi I à 60/kbf, Ki II à 500/rm, Fi II à 700/rm, Bi II à 400/rm, Ki und Fi III à 100/rm, Bi III à 200/rm.*

pienemmille puille laskettujen hakkausmääräin suuruisiksi. Senjälkeen lisättiin pienemmistä puista saatavien propsien ja pienten polttopuiden kuutiomääriin samana ajankohtana tukkipuista saatavien sanottujen puutavaralajien kuutiomäärät, jotka laskettiin taulukossa 4 mainittujen sadanneslukujen avulla samoinkuin tukkien kuutiomäärätkin.

Eri puutavaralajien ja latvain lopulliset hakkausmäärät on esitetty taulukossa 5.

Hinnaksi on asetettu mänty-, kuusi- ja koivutukeille 60 mk/Engl. j^3, puolipuhtaille 1-metrisille mäntypaperipuille 500 mk/p-m^3, samanlaisille kuusipaperipuille 700 mk/p-m^3, isommille 1-metrisille halkaistuille koivuhaloille 400 mk/p-m^3, pyöreille havupolttopuille 100 mk/p-m^3 ja pienemmille pyöreille koivupolttopuille 200 mk/p-m^3. Kaikki hinnat on muunnettu näyttämään kuorettoman k-m^3:n hintaa kertomalla ne hinnanmuuntokertoimilla, jotka samoinkuin lasketut hinnat k-m^3:ltä on mainittu taulukossa 5. Senjälkeen on laskettu eri puutavaralajeista saatavien hakkaustulojen arvot sellaisinaan markoissa ja sadanneksina sekä niiden kiertoajan loppuun kohdistuvat arvot samoin markoissa ja sadanneksina.

Se seikka että propseille saadaan aikaisemmissa hakkauksissa pienempi kantohinta kuin myöhäisemmissä, on otettu huomioon siten, että pienille polttopuille, joita saadaan enemmän aikaisemmissa hakkauksissa, on käytetty alennettua yksikköhintaa.

Maan tuottoarvo ja metsikön kustannusarvo

Taulukossa 6 on esitetty maan tuottoarvon ja metsikön kustannusarvon lopulliset laskuperusteet sekä laskujen tulokset. Hakkaustulot kiertoajan lopulla on saatu yhteenlaskemalla eri puutavaralajien antamain hakkaustulojen taulukossa 5 mainitut raha-arvot kiertoajan lopulla. Uudistuskustannuksiin on luettu raivaus- ja maanvalmistuskustannukset sekä taimikontäydennys- ja perkauskustannusten esiarvot kiertoajan alussa. Taimikon harvennuskustannuksia ei ole otettu huomioon, koska perusaineistona käytetyt metsikötkin ovat taimi-iällä kasvaneet harventamatta. Parempien metsätyyppien uudistuskustannukset on runsaampien hakkaustähteiden, rehevämmän pintakasvillisuuden, paksumman mullaskerroksen ja perattavien puulajien runsaamman esiintymisen vuoksi arvioitu suuremmiksi kuin huonompien. Kanervatyypillä on katsottu yleensä tarpeelliseksi ainoastaan raivaus ja maanvalmistus, joka sillä on helppo koneellisesti toimittaa. Kuusen uudistamiskustannukset on arvioitu halvemmiksi kuin männyn, koska kuusen taimikko voi syntyä viimeisen väljennyksen jälkeen ilman maanvalmistusta. Kunnollisen maanvalmistuksen jälkeen nousevan koivuntaimikon taas ei ole katsottu kaipaavan täydennystä tai perkausta. Huomautettakoon vielä, että siemenpuiden käyttämisestä aiheu-

Taulukko 6. — *Tabelle 6.*

Puulaji — *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Kiertoaika [1] *Umtrieb* [1]	Hakkaustulot kiertoajan lopulla *Hiebseinnahmen am Ende des Umtriebs*	Hakkaustulojen nykyarvo *Aktueller Wert der Hiebseinnahmen*	Uudistuskustannukset *Verjüngungskosten*	Uudistuskustannuspääoma *Verjüngungskostenkapital*	Hoitokustannukset *Verwaltungskosten*	Hoitokustannuspääoma *Verwaltungskostenkapital*	Verot — *Steuer*	Veropääoma *Steuerkapital*	Maan tuottoarvo *Ertragswert des Bodens*	Metsikön kustannusarvo allamainitussa iässä *Kostenwert des Bestandes bei verschiedenem Alter*					
												5	15	25	35	45	55
			mk														
Mä	OMT	75	719 000	40 070	7 500	7 918	224	5 600	622	15 550	11 002	26 540	54 720	96 450	152 000	—	—
»	MT	»	590 000	32 881	6 000	6 334	192	4 800	534	13 350	8 397	21 633	44 763	79 003	126 277	—	—
»	VT	85	465 000	17 196	3 000	3 111	132	3 300	366	9 150	1 635	11 205	23 345	41 325	66 810	101 597	—
»	CT	105	349 000	5 773	1 500	1 525	75	1 875	207	5 175	−2 802	4 260	8 342	14 392	23 342	36 142	52 446
Ku	OMT	60	296 000	31 080	5 500	6 078	155	3 875	432	10 800	10 327	12 108	29 928	56 308	94 273	—	—
»	MT	70	297 000	20 383	4 000	4 275	117	2 925	325	8 125	5 058	8 362	20 102	37 492	63 232	99 941	—
Ko	OT	73	626 000	37 904	6 000	6 363	200	5 000	556	13 900	12 641	19 839	44 509	79 263	121 181	—	—
»	OMT	»	405 000	24 523	4 500	4 772	136	3 400	378	9 450	6 901	13 439	29 379	52 969	84 257	—	—
»	MT	»	342 000	20 708	4 000	4 242	117	2 925	325	8 125	5 416	11 554	25 004	44 914	71 822	106 146	—

[1] Kiertoaikaan sisältyy uudistusaikana männyllä 5 v. ja koivulla 3 v. — *Die Umtriebszeit umfasst als Verjüngungsperiode bei der Kiefer 5 J., bei der Birke 3 J.*

tuvia suurempia hankintakustannuksia ei tarvitse lukea uudistuskustannuksiin, koska siemenpuut, joiden kasvusadannes yleensä nousee runsaasti kaksinkertaiseksi vastaavan luonnonnormaalin metsikön kasvusadannekseen verraten, korvaavat ne antamallaan voitolla.

Hoitokustannuksia arvioitaessa on ensi sijassa nojauduttu lakiin metsänhoitoyhdistyksistä, jonka mukainen metsänhoitomaksu on kahdesta kuuteen sadalta kunnallisverotusta varten arvioidusta metsämaan puhtaasta tuotosta. Hoitokustannuksiksi on otettu neljä sadannesta normaalimetsän puhtaasta tuotosta ha:a kohti.

Pinta-alan mukaan suoritettavaksi veroksi, joka on otettu huomioon samaan tapaan kuin hoitokustannukset, on otettu yksi yhdeksäsosa edellämainitusta normaalimetsän puhtaasta tuotosta ha:a kohti.

Maan tuottoarvo ja metsikön kustannusarvot on laskettu maankorkoteorian tunnettujen kaavain mukaisesti. Kanervatyypin männikölle on saatu negatiivinen maan tuottoarvo. Koska sellaista ei kuitenkaan myynneissä voida käyttää, saatetaan menetellä esim. siten, että sen numeroarvo vähennetään metsikön arvosta.

Metsikön odotus- ja hakkuuarvojen erotus

Taulukossa 6 on kunkin puulajin ja metsätyypin kohdalla mainitut kaksi viimeistä kustannusarvoa, joita myös voidaan kutsua odotusarvoiksi, laskettu metsiköille, joilla jo on hakkuuarvo. Runkojakaantumissarjoista selviävän metsikköjen suurimpain puiden paksuuskasvun perusteella voidaan päätellä, ettei näissä metsiköissä ole vielä tukkipuita, lukuunottamatta joissakin tapauksissa esiintyviä muutamia yksilöitä, joiden kuutiomäärä on kuitenkin niin pieni osa metsikön kuutiomäärästä, että ne voidaan ilman huomattavaa virhettä hinnoittaa propseina. Sanotuista metsiköistä saatavain propsien ja pienten polttopuiden määrät k-m^3:issä (kuoretta) on laskettu kasvu- ja tuottotauluista aikaisemmin selitetyllä tavalla. Näin saaduista määristä on sitten vähennetty luonnonpoiston ylittävät aikaisempien esihakkausten määrät sekä puolet kysymyksessäolevan 10-vuotiskauden luonnonpoistosta ja jäännökset muutettu p-m^3:iksi käyttämällä aikaisemmin mainittuja kertoimia. Niiden perusteella on laskettu metsikköjen hakkuuarvot, joiden avulla taas on saatu metsikköjen odotus- ja hakkuuarvojen erotukset. Laskelmien tulokset on esitetty taulukossa 7.

Vanhempien metsikköjen odotus- ja hakkuuarvojen erotukset voidaan helposti ja tyydyttävän tarkasti määrittää graafisesti. Sitä varten kuvataan edellämainitulla tavalla lasketut odotus- ja hakkuuarvojen erotukset pisteillä akselistoon, jossa vaaka-arvona on ikä ja pystyarvona odotus- ja hakkuuarvojen erotus. Sitten piirretään näiden pisteiden kautta käyrä, joka sivuaa vaaka-akselia hakkuukypsyysikää osoittavassa pisteessä.

Taulukko 7. — *Tabelle 7.*

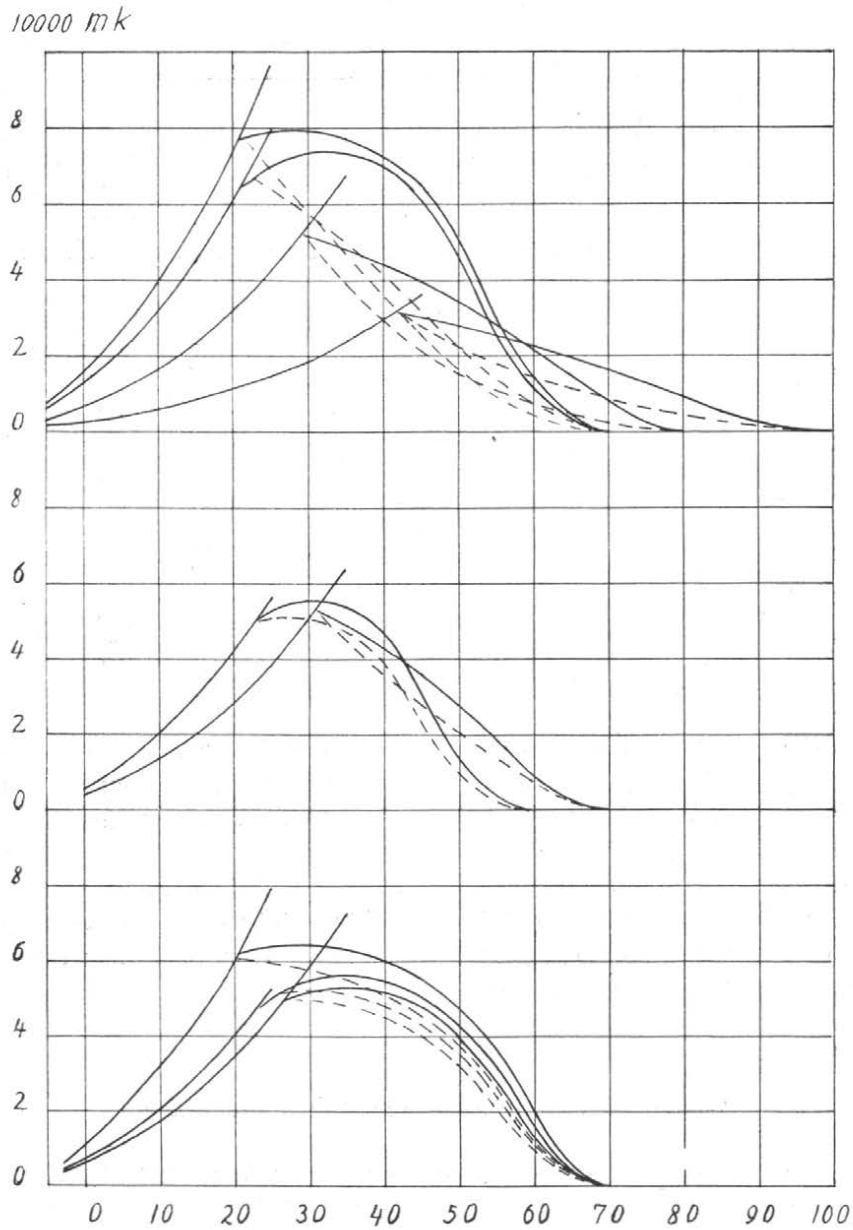
Puulaji *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Ikä, v. *Alter, J.*	II				III				Hakkuuarvo *Abtriebswert*	Odotus- ja hakkuuarvojen erotus *Differenz von Erwartungs- und Abtriebswert*
			Kuutiomäärä *Kubikinhalt*	Vähennys *Abzug*	Jäännös *Rest*		Kuutiomäärä *Kubikinhalt*	Vähennys *Abzug*	Jäännös *Rest*			
			k-m³ (kuoretta) *fm (ohne Rinde)*			p-m *rm*	k-m³ (kuoretta) *fm (ohne Rinde)*			p-m *rm*	mk	
Mä	OMT	25	8	—	8	11	63	—	63	116	17 100	79 350
»	»	35	103	2	101	141	35	8	27	50	75 500	76 500
»	MT	25	—	—	—	—	48	—	48	89	8 900	70 103
»	»	35	65	—	65	91	52	8	44	81	53 600	72 677
»	VT	»	13	—	13	18	55	3	52	96	18 600	48 210
»	»	45	82	—	82	114	33	11	22	41	61 100	40 497
»	CT	»	—	—	—	—	35	2	33	61	6 100	30 042
»	»	55	34	1	33	46	29	9	20	37	26 700	25 746
Ku	OMT	25	—	—	—	—	18	—	18	33	3 300	53 008
»	»	35	35	—	35	48	42	4	38	70	40 600	53 673
»	MT	»	9	—	9	12	34	—	34	63	14 700	48 532
»	»	45	60	—	60	82	43	6	37	68	64 200	35 741
Ko	OT	25	—	—	—	—	43	2	41	76	15 200	64 063
»	»	35	67	3	64	118	36	7	29	54	58 000	63 181
»	OMT	25	—	—	—	—	5	—	5	9	1 800	51 169
»	»	35	29	—	29	39	37	4	33	61	27 800	56 457
»	MT	»	2	—	2	4	49	3	46	85	18 600	53 222
»	»	45	68	1	67	124	31	8	23	42	58 000	48 146

Koska edellämainitun käyrän piirtäminen osaksi jää arvion varaan, voi syntyä virheitä, jotka ovat sadannesarvoltaan sitä suurempia, mitä suurempi ikä on. Jos kuitenkin virheitä verrataan vastaavien metsikköjen arvoihin, ei niitä voida pitää liian suurina.

Oheisessa piirroksessa on kuvattu näin saadut käyrät, ja niistä on sitten luettu taulukossa 8 esitetyt metsikön odotus- ja hakkuuarvojen erotukset. Samassa piirroksessa on kuvattu myös nuorempain metsikköjen kustannusarvoja esittävät käyrät.

Laskuperusteiden muutosten huomioon ottaminen

Koska eri puutavaralajien yksikköhinnat ja niiden suhteet vaihtelevat, ei edellämainittuja tuloksia voida yleensä sellaisinaan soveltaa metsiä hinnoitettaessa. Laskelmat on kuitenkin suoritettu siten, että tulokset voidaan helposti korjata kussakin tapauksessa käytettäviä yksikköhintoja vastaaviksi. Hakkaustulojen raha-arvo kiertoajan lopulla ja siis myös hakkaustulojen nykyarvo voidaan muuntaa käyttämällä kaavaa $\left(\frac{a_1}{b_1} \cdot p_1 + \frac{a_2}{b_2} \cdot p_2 + \frac{a_3}{b_3} \cdot p_3\right) \cdot \frac{1}{100}$, jossa b_1, b_2 ja b_3 merkitsevät laskelmissa käytettyjä



Kuva 1. Taulukoissa 8 ja 9 mainittuja odotus- ja hakkuuarvojen erotuksia sekä niitä vastaavia yhteisiä kustannusarvoja kuvaavat käyrät. Ylinnä mänty OMT, MT, VT ja CT, keskellä kuusi OMT ja MT sekä alinna koivu OT, OMT ja MT.

Abb. 1. Graphische Darstellung der in den Tabellen 8 und 9 mitgeteilten Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte sowie der diesen entsprechenden gemeinsamen Kostenwerte. Zuoberst Kiefer OMT, MT, VT und CT, in der Mitte Fichte OMT und MT und zuunterst Birke OT, OMT und MT.

Taulukko 8. — *Tabelle 8.*

Puulaji *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Maan tuottoarvo *Ertragswert des Bodens*	Metsikön kustannusarvo tai odotus- ja hakkuuarvojen erotus *Kostenwert des Bestandes oder Differenz von Erwartungs- und Abtriebswert*									
			uudistusajan keskellä *um die Mitte der Verjüngungsperiode*	allamainitussa iässä *bei nachstehend angegebenem Alter*								
				5	15	25	35	45	55	65	75	85	95
		mk											
Mä	OMT	11 000	11 500	26 500	54 700	79 000	77 000	65 000	29 000	4 000	—	—	—
»	MT	8 400	9 000	21 600	44 800	70 000	73 000	62 000	25 000	3 000	—	—	—
»	VT	1 600	4 500	11 200	23 300	41 300	48 000	40 000	28 000	15 000	2 000	—	—
»	CT	−2 800	2 500	4 300	8 300	14 400	23 300	30 000	25 000	19 000	13 000	5 000	1 000
Ku	OMT	10 300	—	12 100	29 900	53 000	54 000	30 000	3 000	—	—	—	—
»	MT	5 100	—	8 400	20 100	37 500	49 000	36 000	18 000	2 000	—	—	—
Ko	OT	12 600	8 000	19 800	44 500	64 000	63 000	55 000	36 000	5 000	—	—	—
»	OMT	6 900	5 500	13 400	29 400	51 000	56 000	50 000	32 000	4 000	—	—	—
»	MT	5 400	5 000	11 600	25 000	44 900	53 000	48 000	28 000	3 000	—	—	—

yksikköhintoja, a_1, a_2 ja a_3 uusia yksikköhintoja sekä p_1, p_2 ja p_3 taulukon 5 viimeisessä sarakkeessa mainittuja sadanneslukuja. Jos esim. OMT:n männikössä sahatukkien uusi hinta olisi sama kuin laskelmissa käytetty, mutta propsien hinta olisi 750 mk/pm³ ja pienten polttopuiden hinta 150 mk/pm³, saataisiin korjauskertoimeksi $\left(\frac{60}{60} \cdot 76 + \frac{750}{500} \cdot 20 + \frac{150}{100} \cdot 4\right) \cdot \frac{1}{100} = 1.12$. Jos edellytetään, että uudistus- ja hoitokustannukset sekä verot muuttuvat lasketun korjauskertoimen mukaisesti, saadaan maan tuottoarvo sekä metsikön kustannusarvot kertomalla taulukossa 6 mainitut tällä korjauskertoimella.

Jos uudistuskustannukset eivät muutu edellytetyllä tavalla, voi edellämainitulla tavalla laskettaessa maan tuottoarvossa syntyä toisinaan melkoinen virhe, mutta kun samalla metsikköjen kustannusarvoissa syntyy, vanhimpia metsikköjä lukuunottamatta, melkein samansuuruinen suunnaltaan päinvastainen virhe, on metsän arvoon jäävä virhe vähäinen. Tarvittaessa voidaan maan tuottoarvoa suurentaa tai pienentää, jolloin metsikköjen kustannusarvoihin sekä odotus- ja hakkuuarvojen erotuksiin on, lukuunottamatta kiertoajan kahteen viimeiseen kymmenvuotiskauteen sisältyviä metsiköitä, tehtävä samansuuruinen, mutta suunnaltaan päinvastainen korjaus. Se virhe, joka syntyy siitä, että hoitokustannukset ja verot, jotka ovat suhteelliset hakkaustuloihin sellaisinaan, eivät muutu täysin käytetyn korjauskertoimen mukaisesti, on vähäinen. Jos käytetyn korjauskertoimen mukainen hoitokustannuspääoma ei muuten vastaa todellisia olosuhteita, voidaan maan tuottoarvoon tehdä siitä aiheutuva korjaus,

joka on numeroarvoltaan samansuuruinen kuin hoitokustannuspääoman muutos, mutta merkiltään päinvastainen.

Mainittakoon vielä, että veropääomaa ei saa muuttaa muuten kuin selostetulla tavalla, koska se riippuu käytetystä korkokannasta. Jos nim. pinta-alan mukaiset verot olisivat esim. kaksi yhdeksäsosaa tai kolme yhdeksäsosaa liikekustannuksilla vähennetyistä tuloista, tulisi korkokannan olla vastaavasti 3.5 tai 3 %. Verot saavat kuitenkin olla huomattavastikin laskelmissa edellytettyjä suuremmat tai pienemmät, ilman että siitä aiheutuu liian suurta virhettä metsälön arvossa, ellei ikäluokkain jakaantuminen ole kovin epäsäännöllinen. Veron ja siitä riippuvan korkokannan muuttuminen aiheuttaa nim. toiselta puolelta maan tuottoarvossa ja toiselta puolelta metsikköjen kustannusarvoissa tai odotus- ja hakkuuarvojen erotuksissa suunnaltaan päinvastaisia muutoksia, jotka suureksi osaksi kumoavat toisensa.

Kun tahdotaan laskea kustannus- (odotus-) ja hakkuuarvojen erotukset sellaisessa tapauksessa, että eri puutavaralajien keskinäiset hintasuhteet muuttuvat, mutta metsikköjen kustannusarvot pysyvät muuttumattomina, voidaan menetellä seuraavalla tavalla. Oletetaan että tukkien hinta on edelleen 60 mk/j^3, mutta puolipuhtaiden 1-metristen mäntypaperipuiden hinta 800 mk/p-m^3, samanlaisten kuusipaperipuiden hinta 900 mk/p-m^3, 1-metristen halkaistujen koivupolttopuiden hinta 500 mk/p-m^3, pyöreiden havupolttopuiden hinta 200 mk/p-m^3 ja pienten pyöreiden koivupolttopuiden hinta 300 mk/p-m^3. Ne muuntokertoimet, joilla aikaisemmin käytettyjen yksikköhintain perusteella lasketut metsikköjen kustannusarvot on kerrottava, saadaan käyttämällä edellämainittua kaavaa, jonka avulla on laskettu taulukossa 9 mainitut muuntokertoimet. Kun kullakin muuntokertoimella on jaettu vastaavat uudet yksikköhinnat, on saatu samassa taulukossa mainitut eri puutavaralajien yksikköhinnat. Jos nämä pannaan niiden yksikköhintain tilalle, joita on käytetty taulukossa 5 hakkaustulojen raha-arvoja kiertoajan lopulla laskettaessa, saadaan samat metsikön kustannusarvot kuin taulukossa 6, edellyttämällä että laskuissa käytetään samoja uudistus- ja hoitokustannuksia sekä veroja. Näin saatujen yksikköhintain avulla on sitten laskettu taulukossa 9 kunkin puulajin ja metsätyypin kohdalla mainitut kaksi ensimmäistä odotus- ja hakkuuarvon erotusta käyttämällä apuna taulukossa 6 esitettyjä kustannusarvoja ja taulukossa 7 mainittuja propsien ja pienten polttopuiden pinokuutiomääriä, joiden avulla on laskettu hakkuuarvot. Näin lasketut odotus- ja hakkuuarvojen erotukset on kuvattu edellä selostettuun piirrokseen pisteillä, joiden kautta on piirretty odotus- ja hakkuuarvojen erotuksia kuvaavat käyrät samaan tapaan kuin aikaisemminkin, mutta käyttämällä katkoviivoja. Sanotusta piirroksesta on sitten luettu muut taulukossa 9 mainitut odotus- ja hakkuuarvojen erotukset.

Kun näin on saatu kaksi lukusarjaa odotus- ja hakkuuarvojen erotuk-

Taulukko 9. — *Tabelle 9.*

Puulaji *Holzart*	Metsätyyppi *Waldtyp*	Muuntokerroin *Reduktionsfaktor*	Tukkien hinta, mk/j³ *Kbf-Preis der Sägeblöcke, mk*	Hinta mk/p-m³ *Rm-Preis, mk*		Odotus- ja hakkuuarvojen erotus allamainitussa iässä *Differenz von Erwartungs- und Abtriebswert in verschieden alten Beständen*							
				Propsit *Stärkeres Schichtholz*	Pienet polttopuut *Kleines Brennholz*	25	35	45	55	65	75	85	95
						mk							
Mä	OMT	1.16	52	690	172	69 000	46 000	25 000	9 000	1 000	—	—	—
»	MT	1.17	51	684	171	64 000	50 000	32 000	13 000	2 000	—	—	—
»	VT	1.22	49	656	164	—	39 000	20 000	11 000	4 000	1 000	—	—
»	CT	1.29	47	620	155	—	—	27 000	18 000	11 000	6 000	2 000	1 000
Ku	OMT	1.22	49	738	164	51 000	47 000	23 000	2 000	—	—	—	—
»	MT	1.23	49	732	163	—	44 000	29 000	13 000	2 000	—	—	—
Ko	OT	1.14	53	439	263	59 000	55 000	45 000	27 000	3 000	—	—	—
»	OMT	1.15	52	435	261	51 000	51 000	43 000	23 000	3 000	—	—	—
»	MT	1.13	53	442	265	—	48 000	40 000	20 000	2 000	—	—	—

sille, valitaan käytettäväksi taulukossa 8 mainittu, jos yksikköhintain suhteet ovat lähimain samat kuin sitä laskettaessa käytettyjen yksikköhintainkin, tai taulukossa 9 esitetty, jos yksikköhinnat suhtautuvat toisiinsa lähinnä samoin kuin siinä mainitut yksikköhinnat. Kummassakin tapauksessa korjataan odotus- ja hakkuuarvojen erotukset samoinkuin kustannusarvotkin käyttämällä edellämainitun kaavan avulla laskettua korjauskerrointa.

Metsän arvon vähennykset.

Metsikön odotus- ja hakkuuarvon erotus on sama harvennuksen tai väljennyksen jälkeen kuin ennen niitä, sillä sekä odotus- että hakkuuarvo pienenee hakkaustulojen määrällä. Se ei myöskään riipu paljon harvennuksen tai väljennyksen voimakkuudesta, mikäli se ei huomattavasti poikkea laskelmissa edellytetystä. Jos hakkausta ei kuitenkaan ole toimitettu oikein tai jos metsikkö muusta syystä on aukkoinen tai liian harva tai sen puusto on laatuunsa nähden huono, on sanottua erotusta pienennettävä ja sitä enemmän, mitä huonompi metsikön tila on. Äärimmäisessä tapauksessa, jolloin metsikkö on huonon tilansa vuoksi heti uudistettava, erotus menettää koko arvonsa. Nuorempain metsikköjen kustannusarvoja on myös pienennettävä, jos ne ovat niin huonoja, että sen johdosta tulevaisuudessa saatavat hakkausmäärät pienenevät tai niihin sisältyväin puutavarain laatu huononee. Arvioinnin yhteydessä on puulajin, metsätyypin ja iän ohella merkittävä muistiin kustannusarvon tai odotus- ja hakkuuarvojen erotuksen suhteellinen hyvyys esim. kymmenesosissa ottamalla myös huomioon sekapuulajien vaikutus sanottuun hyvyyteen.

Koska meidän metsämaamme yleensä ovat kivisiä ja koska niissä usein

esiintyy myös alkavaa soistumista, mitkä seikat voivat toisinaan varsin huomattavasti alentaa kasvupaikan hyvyyttä, on »metsätyyppiä» arvioitaessa käytettävä valtapuiden pituutta apuna. Laskelmissa ei myöskään ole voitu ottaa huomioon puissa esiintyviä vikanaisuuksia, jotka pienentävät arvokkaampien puutavaralajien sadannesmääriä. Tämän johdosta on maan tuottoarvoista sekä metsikköjen kustannusarvoista samoinkuin odotus- ja hakkuuarvojen erotuksista tehtävä arvion mukaan vähennys, joksi keskimäärin sopinee n. 5 %. Vielä on huomattava että metsikköjä ei aina voida puutavarain hintain epäsäännöllisten vaihtelujen, hakkuukypsyyslaskelmien vaikeuden ym. syiden vuoksi uudistaa taloudellisesti edullisimpana aikana, minkä vuoksi on vielä aihetta vähentää edellämainittujen arvojen ja puuston hakkuuarvon summasta olosuhteiden mukaan 5—10 %.

Näin saatua hintaa voidaan pitää ns. korkeimpana käypänä hintana, jota lain mukaan on käytettävä pakkoluovutuksissa. Sitä voidaan myös muulloinkin pitää ohjeena maatilain metsälöitä hinnoitettaessa, vaikka lopullinen hinta onkin aina kompromissin tulos ja muodostuu eri syistä usein paljon alhaisemmaksi.

Tässä ei käsitellä sellaista tapausta, jolloin ikäluokkain jakaantuminen on niin epäsäännöllinen, että kestävän metsätalouden turvaamiseksi on käytettävä taloussuunnitelmaan nojautuvaa, metsän tulevaan tuottoon perustuvaa metsän arvon laskemistapaa.

Edellä selostetun menettelytavan etuna on ensi sijassa mainittava, että sitä käytettäessä koko puuvaraston hakkuuarvo voidaan määrittää yhtenä summana ja siitä huolimatta laskea metsikköjen kustannusarvot sekä odotus- ja hakkuuarvojen erotukset metsiköittäin tai ikäluokittain. Sitä paitsi menettelytapa on laadittu sellaiseksi, että sitä voidaan helposti soveltaa erilaisissa olosuhteissa käyttämällä yksinkertaisia korjausmenetelmiä.

ÜBER DIE WALDBEWERTUNG

Referat

Unter Zuhilfenahme der von Yrjö Ilvessalo für die naturnormalen Wälder der Südhälfte Finnlands aufgestellten Zuwachs- und Ertragstafeln sowie der an diese angeschlossenen Stammverteilungsserien sind zunächst (Tabelle 1)[1] die Hiebssätze für die ungekürzten Sägeholzstämme, das stärkere Schichtholz sowie das kleine Brennholz berechnet worden. Diese sind indessen nicht als solche zur Anwendung gelangt, weil man einen solchen Wirtschaftswald vor Augen behalten hat, in welchem zu Beginn jeder Zehnjahrsperiode bei Durchforstungen 25 % von der vorhandenen Kubikmasse entfernt werden, sowie bei den Lichtungen soviel, dass die Kubikbonität in der Mitte der Zehnjahrsperiode nach der ersten Lichtung 0.5 und nach der zweiten 0.3 beträgt, wenn die Kubikbonität des naturnormalen Waldes gleich 1 angesetzt wird. Vornehmlich in Anlehnung an die Resultate der in den Jahren 1936—38 durchgeführten zweiten Reichswaldabschätzung ist eine Korrektion der vor dem Hieb vorhandenen Kubikbeträge sowie der Hiebssätze (Tabelle 2) und getrennt der Mengen der zum Abtrieb gelangenden Sägeholzstämme (Tabelle 3) durchgeführt, ferner die Mengen der aus den letzteren gewinnbaren Holzsortimente berechnet worden (Tabelle 4). Auf diese Weise ist eine endgültige Verteilung der Hiebssätze auf die verschiedenen Holzsortimente erreicht worden. Ebenso hat sich dadurch eine Grundlage für die gesonderte Berechnung der auf die verschiedenen Sortimente entfallenden Hiebseinnahmen, als solche und bis zum Ende des Umtriebs prolongiert, in absoluten und Prozentbeträgen unter Benutzung eines innerhalb eines jeden Sortiments gleichen durchschnittlichen Einheitspreises ergeben (Tabelle 5).

Hiernach sind der Ertragswert des Waldbodens und der Kostenwert des Bestandes in der Mitte jeder Zehnjahrsperiode unter Anwendung der bekannten Formeln der Bodenreinertragstheorie sowie eines Zinsfusses von 4 % berechnet worden (Tabelle 6), sodann nach den Holzarten und Waldtypen die Abtriebswerte für zwei Bestände mit kleinsten Abtriebswerten sowie die Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte derselben (Tabelle 7). Diese Differenzen sind für die älteren Bestände in der in Abb. 1 angegebenen Weise graphisch bestimmt worden (Tabelle 8).

Der Ertragswert des Bodens und die Kostenwerte des Bestandes lassen sich den tatsächlichen Einheitspreisen entsprechend korrigieren mittels der für den Reduktionsfaktor eingesetzten Formel $\left(\frac{a_1}{b_1} \cdot p_1 + \frac{a_2}{b_2} \cdot p_2 + \frac{a_3}{b_3} \cdot p_3\right) \cdot \frac{1}{100}$, wo b_1, b_2 und b_3 die bei den Berechnungen benutzten Einheitspreise, a_1, a_2 und a_3 die neuen Einheitspreise und p_1, p_2 und p_3 die in der letzten Spalte der Tabelle 5 mitgeteilten Prozentwerte dar-

[1] Hier wie in den folgenden Tabellen: Mä = Kiefer, Ku = Fichte, Ko = Birke. Betreffs der Waldtypen und deren Abkürzungen siehe Cajander (Acta Forestalia Fennica 29, 1925).

stellen. Als Voraussetzung gilt, dass die Verjüngungs- und Verwaltungskosten nebst den Steuern sich gleichfalls in Gemässheit mit dem Reduktionsfaktor verändern. Auch die Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte lassen sich mittels desselben Reduktionsfaktors korrigieren, sofern sich nicht die gegenseitigen Preisverhältnisse der einzelnen Holzsortimente stärker verändern. Da dies aber oft der Fall ist, ist für die Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte auch eine zweite Zahlenreihe ausgerechnet worden, die relativ höheren Preisen für das Schichtholz entspricht. Durch Ermittlung des Reduktionsfaktors für die neuen Einheitspreise nach der obigen Formel und Dividieren der Einheitspreise durch ihn ist man zu solchen Einheitspreisen gekommen, mit deren Hilfe sich für die Kostenwerte die in Tabelle 6 mitgeteilten Beträge ergeben. Die mittels dieser Preise bestimmten Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte (Tabelle 9) sind in der vorgenannten Abb. 1 durch eine gestrichelte Linie angegeben. Indem sich nun auf diese Weise für die Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte zwei Zahlenreihen ergeben haben, bedient man sich im Einzelfall derjenigen, die am besten den gegenseitigen Preisverhältnissen der verschiedenen Holzsortimente entspricht.

In Verbindung mit der Taxierung sind für die Kostenwerte sowie für die Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte schätzungsmässige Gütezahlen zu bestimmen, weil die ebengenannten Grössen nur selten in ihrem vollen Betrag auftreten. Ausserdem müssen von der Summe ihrer und des Ertragswertes des Bodens schätzungsweise etwa 5 % abgezogen werden, die auf das Konto der Baumschäden gehen. Weil sich die Hiebe nicht immer im wirtschaftlich günstigsten Augenblick durchführen lassen, sind von der Summe der obengenannten Werte sowie des Abtriebswertes des Holzvorrats je nach den Umständen noch weitere 5—10 % abzuziehen.

In der hier beschriebenen Weise vorgehend wird es möglich, den Abtriebswert des gesamten Holzvorrats in Form einer einzigen Summe zu bestimmen und dennoch die Kostenwerte der Bestände sowie die Differenzen der Erwartungs- und Abtriebswerte einzeln für die Bestände oder die Altersklassen zu berechnen.

METSÄTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 40.36
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 40.36

ERÄS KUUSEN ISTUTUS

N. A. OSARA

A SPRUCE PLANTATION

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1952

Helsinki Suomalaisen Kirjallisuuden Seuran Kirjapainon Oy

Käytäessä todenteolla käsiksi niihin tehtäviin, joita Suomen metsien kunnostaminen kysyy, on muun ohella suoritettava paljon metsän viljelyä. Yleispiirteistenkin laskelmien mukaan tarvitaan sekä istutusta että kylvöä niin runsaasti, että tähän vaadittavien siementen ja taimien hankkiminen tulee kohtaamaan suuria vaikeuksia. Jatkuvana ongelmana tulee myös olemaan tällaisten töiden rahoittaminen.

On varmaankin aiheellista tarkastella, ovatko nykyisin käytännössä olevat metsien kunnostamismenetelmät ainoat kysymykseen tulevat. Heikinheimo (1951) on hiljattain tuonut esille kokemuksia, joiden mukaan istutustöissä olisi syytä siirtyä nykyistä väljempiin taimien väleihin. Ikäänkuin tämän jatkoksi voidaan kysyä, ovatko nykyisin eniten käytetyt menetelmät, joiden mukaan mäntyä kylvetään suoraan metsään ja kuusta istutetaan 4-vuotisina koulittuina taimina, kaikissa olosuhteissa edullisimpia.

Tämän kirjoitelman puitteissa ei ole tarkoituksena käsitellä männyn viljelyä, mutta todettakoon ohimennen, että tällä suunnalla jo on vanhoja käsityksiä käyty tarkistamaan, kun yhä enemmän on alettu siirtyä männyn istutukseen. Tämä menetelmä on osoittautunut kylvöä varmemmaksi, eikä kustannuksissa ole ollut suurta eroa. Käytettäessä kylvöä riittää kilo männynsiementä 1.5 tai korkeintaan 2 hehtaarin uudistamiseen, mutta kuljettaessa taimitarhan kautta voidaan samalla siemenmäärällä uudistaa ehkä 20 ha.

Käytännössä oleva 4-vuotisten koulittujen kuusen taimien istuttaminen on tunnetusti kallis menettelytapa. Näin suurten taimien kasvatus vaatii laajoja taimitarhoja, kuljetus istutuspaikoille on hankalaa ja itse istuttaminen työlästä. On varmaan aiheellista tutkia myös sitä, eikö kuusen viljelyssä ainakin tietyissä tapauksissa olisi mahdollista siirtyä halvempiin menetelmiin.

Kirjallisuudessa (vrt. mm. Erkki K. Cajander 1933) esiintyy useita tietoja hyvistä tuloksista, joita aikanaan on saatu kuusen kylvöistä. Se erinomainen nopeus, jolla kuusi luonnostaan on kyennyt leviämään mitä erilaisimmille kasvupaikoille, tuntuu osaltaan viittaavan siihen, että kylvömenettelyä olisi kuusen kohdalla enemmän tutkittava ja kokeiltava. Kuusen siemenhän on hyvän siemenvuoden sattuessa sekä halvempaa että runsaammin saatavissa olevaa kuin männyn siemen.

Toisena mahdollisuutena kuusen viljelyn huomattavaksi helpottamiseksi on siirtyminen halvempiin ja helpommin käsiteltäviin taimiin, kuin mitä koulitut 4-vuotiset taimet ovat. Kirjoittajalla on käytettävissään eräitä tähän suuntaan viittaavia kokemuksia, ja on tuntunut aiheelliselta selostaa niitä.

Hämeenkyrön pitäjässä on Kyrösjärvessä Osaran tilaan kuuluva pieni Papinsaari, joka v. 1931 istutettiin kuusta kasvamaan käyttämällä 2-vuotisia koulimattomia taimia. Aluksi muutama sana itse Papinsaaresta.

Kyrösjärveä on vv. 1865—66 laskettu n. 2 metriä. Tällöin on rantamilla paljastunut sangen laajalti entistä järven pohjaa. Myös Papinsaari on tässä yhteydessä vähäisestä karikosta muodostunut kunnolliseksi saareksi. Kivistä moreenimaata oleva entinen karikko on nyt saaren hieman kumpumaisena keskiosana, kun taas muu osa saarta on liejuperäistä tai saveen vivahtavaa melkein tasaista entistä järvenpohjaa, jolle ei vielä ole ehtinyt kerääntyä sanottavasti mullasta. Papinsaari sijaitsee puolisen kilometriä etelään Kontusaaresta, jossa olevasta tervalepiköstä kirjoittaja on julkaissut kuvauksen (Hildén 1929). Siinä annettu selostus pitää monelta osalta paikkansa myös Papinsaaren suhteen.

Papinsaarta ympäröivät rantavedet ovat matalia ja liejupohjaisia, minkä vuoksi kuivan maan ala vaihtelee veden korkeuden mukaan. Ylimenovyöhyke kasvaa kaislaa, korteikkoa ja erilaisia saroja rehevänä rantaniittynä, jota ennen v. 1931 on niitetty ja käytetty laitumena. Tarpeeksi korkealla oleva osa saarta on alkanut kasvaa metsää, joka hiljalleen on vallannut lisää alaa rantaniityltä. Metsää on aikanaan hakattu, mutta lähempiä tietoja tästä ei ole käytettävissä. Saaren ylin osa oli v. 1931 vesoista syntyneen haavan vallassa, rannempana kasvoi hieskoivua, harmaaleppää ja raitaa sekä uloinna muita pajulajeja. Vain yksi mänty oli eksynyt koko saareen, kuusia oli muutama hajallinen alikasvospuu. Metsän ikä oli 20—25 vuotta. Laiduntamisen ja niiton jäljiltä oli metsän sisällä muutamia pieniä, aukeina säilyneitä niittyjä. Papinsaaren kasvillisuudella on lehdon luonne. Kuitenkin saaren ylävä keskiosa on lähempänä OMT:tä, kun taas alavampi osa on hyvin rehevää, kosteaperäistä lehtoa.

Saarella v. 1931 kasvanut metsä oli yleensä vesoista syntynyt ja erittäin tiheä (vrt. kuvaa 1). Se oli laadultaan perin heikko eikä voinut olettaa sen antavan kasvupaikan hyvyyttä läheskään vastaavaa tuottoa. Tästä syystä katsottiin metsänviljely välttämättömäksi. Kasvupaikan rehevyyden vuoksi oli kuitenkin odotettavissa, että pintakasvillisuus ja lehtipuiden vesat tulisivat vakavasti haittaamaan suunnitellun kuusen istutuksen onnistumista. Ennen istutusta ei varmaankaan ollut syytä suorittaa hakkuuta, vaan käsillä olevaa metsää oli pyrittävä käyttämään hyväksi taimiston suojana.

Kun kirjoittaja syksyllä 1930 oli mukana retkeilyllä ylimetsänhoitaja Torsten Ranckenin silloisessa yksityishoitoalueessa Lounais-



Kuva 1. Papinsaaren istutustyö käynnissä 26. 5. 1931 kohdassa, jossa päällysmetsä oli varsin tiheätä. Työkaluna käytettiin salaojituslapioita.

Pict. 1 Planting in progress at Papinsaari May 26th, 1931, under a rather dense forest cover. A blind-ditch spade was used as the tool.

Suomessa, oli eräässä taimitarhassa nähtävissä poikkeuksellisen voimakkaita koulimattomia 2-vuotisia kuusentaimia. Tällöin syntyi keskustelua siitä, eikö tällaisia halpoja taimia voitaisi tietyissä tapauksissa suoraan käyttää istutukseen, etenkin jos heikosti kehittyneet yksilöt ensin erotettaisiin pois. Tuloksena oli päätös kokeilla asiaa Papinsaaressa. Teijon Tehtaan taimitarhalta toimitettiin keväällä 1931 5 000 selostetunlaista tainta, joiden siemen tietämän mukaan oli kotoisin Kemiön pitäjästä.

Istutus Papinsaareen suoritettiin toukokuun 26 päivänä 1931. Istutettu ala on n. 1.6 ha ja taimia käytettiin 4 000 kpl. Taimien hinta oli 200 mk ja istutustyö maksoi 273 mk, joten kokonaiskustannus ilman työnjohtoa oli 473 mk eli 296 mk/ha. Istutusväli oli noin 2 × 2.5 metriä. Istutuksen yhteydessä lajiteltiin taimet siten, ettei heikoimpia yksilöitä lainkaan käytetty. Hyljätty osa lienee ollut 20—30 % lukumäärästä. Pantakoon merkille, että Hämeenkyrö on lähes 200 km pohjoisempana kuin Kemiö, josta ko. siemen oli kotoisin. Tämä lienee nykyisten käsitysten mukaan välimatka, jota kuuseen nähden on pidettävä suositeltavana.

Istutustyön yhteydessä oli vesuri mukana, mutta sitä käytettiin ainoastaan välttämättömimpien aukkojen raivaamiseen sellaisiin tiheikköihin, joihin istutusta ei muuten olisi kyetty suorittamaan. Näin ollen istutus käytännöllisesti katsoen tapahtui täysin koskemattoman päällysmetsän alle. Täytenä poikkeuksena olivat kuitenkin saarella olevat pienet niityt, mitoiltaan n. 20 × 50 metriä. Niiden kohdalla ei suojametsää ollut, ainoastaan



Kuva 2. Papinsaaren istutustyö käynnissä aukealla pikku niityllä.
Pict. 2. Planting at Papinsaari on a small open meadow.

sivuvarjostusta (vrt. kuvia 2 ja 3). Samalla kun istutus toimitettiin lopetettiin laiduntaminen. Saaren metsittynyt osa oli perusteellisesti tallattu, sillä suurten rantaniittyjen vuoksi oli laidunnettu karjamäärä ollut melkoinen.

Oli mielenkiintoista tarkkailla, millä tavalla Papinsaaren istutus tulisi menestymään. Tulos oli odottamattoman hyvä.

Ensinnäkin voitiin todeta, ettei juromista juuri ensinkään esiintynyt, vaan että taimet sekä varjostetuilla paikoilla että myös niityillä heti lähtivät hyvällä vauhdilla kasvamaan (vrt. kuvia 3 ja 4). Taimet kasvoivat heti istutuskesänä miltei oman mittansa pituutta. Tässä suhteessa muistutti näiden 2-vuotisten taimien kehitys läheisesti sitä kuvaa, mikä saadaan 2-vuotisista kuusen taimista, kun ne koulitaan hyvin valmistettuun taimitarhaan.

Toinen tärkeä havainto on se, että taimien kuoleminen on ollut miltei olematonta. Tehtäessä havaintoja kesällä 1951 voitiin kuusikon riveissä todeta vain harvoja tyhjiä kohtia. Mitään täydennysistutusta ei ole toimitettu. Taimien kuolemista ei ole esiintynyt myöskään aukeilla niityillä. Niiden varsin lukuisten 4-vuotisilla tai sitäkin vanhemmilla koulituilla kuusentaimilla suoritettujen istutusten joukossa, jotka kirjoittajan johdolla on toimitettu Hämeenkyrössä, ei liene ainoatakaan, jossa taimien kuoleminen olisi ollut niin vähäistä kuin Papinsaaressa.

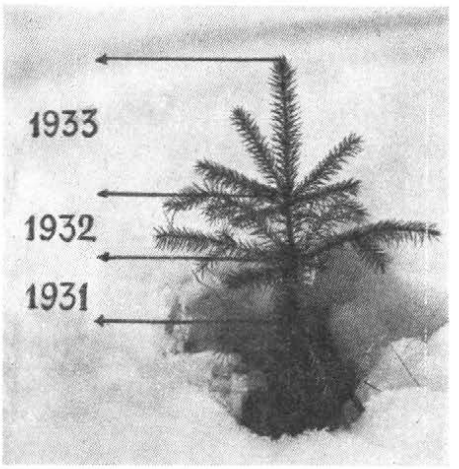
Saavutettu menestys on sikäli mielenkiintoinen, että olosuhteet Papin-



Kuva 3. Muuan Papinsaaren pikku niityistä huhtikuussa 1934. Nuoli osoittaa tainta, josta on otettu kuvassa 4 oleva lähikuva.
Pict. 3. One of the small meadows at Papinsaari in April 1934. The arrow indicates the seedling in Pict. 4.

saaressa ovat olleet melko vaihtelevat saaren pienestä koosta huolimatta. On istutettu liejuperäistä alavaa maata taajoine päällysmetsineen, aukeata niittyä ja saaren moreenipohjaista keskiosaa. Taimet ovat menestyneet yhtä hyvin kaikissa näissä. Saaren keskiosassa noin $^1/_4$ hehtaarin alalla kasvaneen 10—12 metrin korkuisen haavikon lehdet muodostivat syksyisin aivan yhtäjaksoisen maahan liimautuneen kerroksen. On hyvin tunnettua, että kuusen siementaimet tuhoutuvat tällaisissa olosuhteissa. Nyt istutetut 2-vuotiset taimet ovat kyenneet tästäkin selviytymään vaurioitta. Kokeeksi istutettiin pieni koeruutu tulvan alaiselle kohdalle, 20—30 sm:n syvyiseen veteen. Vaikka tulva myöhempinäkin vuosina on noussut tänne, ei taimien kehitys ole häiriytynyt.

Oli selvää, että tiheä päällysmetsä ennen pitkää tulisi haittaamaan taimien kehitystä. Niinpä jouduttiinkin ensimmäinen vesurointi suorittamaan



Kuva 4. Vuonna 1931 istutettu koulimaton 2-vuotias kuusentaimi huhtikuussa 1934. Taimi on lähtenyt kasvamaan ilman juromista.

Pict. 4. A 2-year old untransplanted spruce seedling, planted in 1931 and photographed in April 1934. The seedling has started growing without any stagnation.

jo 3 vuotta istutuksen jälkeen. Tehtävä oli kuitenkin helppo ja kustannuksiltaan perin halpa, sillä tässä yhteydessä pidettiin ainoastaan huoli siitä, että jokaisen taimen latvakasvaimella oli vapaata kasvutilaa muutamaksi vuodeksi eteenpäin. Tainten kehityttyä siinä määrin, että voitiin laskea niiden varmuudella selviytyvän pahimmastakin pintakasvillisuudesta ja vesakosta, oli nimittäin tarkoituksena suorittaa voimakas päällysmetsän harventaminen.

Tämä tapahtui v. 1938, siis 7 vuotta istutuksen jälkeen. Silloin merkittiin maalirenkailla ne istutusalueella olevat koivut, joista voitiin odottaa aikanaan saatavan sorvauskelpoisia tyvitukkeja, sekä jokin määrä hyviä haapoja. Tällaisia jättöpuita oli ko. 1.6 ha:n alalla 140. Kaikki muut puut kaadettiin kotitarvetta varten polttorangoiksi. Työ pyrittiin suorittamaan mahdollisimman huolellisesti ja taimille vahinkoa aiheuttamatta, mutta tämä ei kaikilta osilta ollut mahdollista, koska poistettavaan puustoon sisältyi suurilatvuksisia lehtipuita, mm. isoja raitoja.

Mainittua hakkuuta seurasi sellainen pintakasvillisuuden elpyminen sekä kanto- ja juurivesojen nouseminen, että sen paljoudesta ja rehevyydestä tuskin on mahdollista käyttää muuta laatusanaa kuin valtava. Kirjoittaja mittasi mm. yhtenä kesänä kehittyneen raidan kantoon nousseen vesaryhmän, joka käsitti kymmeniä vesoja ja niistä olivat pisimmät yli 3 metriä! Kun tätä heti seurasivat sotavuodet, ei ollut tilaisuutta vesurityön nopeaan toistamiseen. Pelättiin jo, että kuusen taimet olisivat hukkuneet ylivoimaiseen muuhun kasvillisuuteen. Vaikka näin ei käynytkään, saivat monet taimet kuitenkin niihin aikoihin latvakasvaimiinsa ohimeneviä vikoja.



Kuva 5. Papinsaaren istutuskuusikkoa joulukuussa 1950. Puiden pituus tässä kohdassa 4—8 m, metsikön sulkeutuminen ja oksien kuoleminen alkamassa.

Pict. 5. A planted spruce stand at Papinsaari in December 1950. The height of trees in the picture is about 4—8 meters; the closing-in and self-pruning of the stand is about to start.

Kun v. 1946 jälleen voitiin ryhtyä ajattelemaan Papinsaaren kuusikkoa, kävi selväksi, ettei alueelle jätettyjen koivujen ja haapojen edelleen kasvattaminen voinut olla tarkoituksenmukaista, koska nyt nopeaan kasvuun lähteneet kuuset muutaman vuoden kuluessa olisivat nostattaneet latvansa vielä arvopuun mitoista uupuvien lehtipuitten vihreitten oksien sisälle. Näin ollen hakattiin koko päällysmetsä v. 1947 ja samalla suoritettiin alueen täydellinen vesurointi. Tämän vaikutuksesta lähti kuusikko välittömästi kasvamaan voimakkaasti, niin että 80—90 sm:n pituiset latvakasvaimet pian olivat yleisiä.

Pikku niityille istutetut kuuset ovat kehittyneet huomattavasti nopeammin kuin ne, joita päällysmetsä ja vesakko ovat olleet varjostamassa. Niit-

tyjen kohdalla oli kuusikko v. 1951 jo täysin sulkeutunutta ja 10—12 metrin pituista. Alimpien oksien kuoleminen oli käynnissä ja metsikön tiheyden vuoksi oli pintakasvillisuus hävinnyt. Muualla olivat kuuset 4—8 metrin pituisia (vrt. kuvaa 5).

Papinsaaren istutuksen onnistumista ajateltaessa on vielä syytä lyhyesti palata saarella istutushetkellä vallinneisiin olosuhteisiin. Alavalla osalla oli Papinsaaren päällysmetsä niin taajaa, ettei varsinaista pintakasvillisuutta sanottavastikaan ollut ja se, mitä esiintyi, oli varjostuksen vuoksi niin hentoa, ettei se lakastuessaan kyennyt sortamaan istutettuja taimia alleen. Mutta vuotuinen lehtikarike, johon sisältyi runsaasti myös vaarallisia haavan lehtiä, oli sitä runsaampaa. Se ei kuitenkaan osoittautunut taimille tuhoisaksi. Istutuksen yllättävä onnistuminen myös niittyjen kohdalla on merkittävä seikka, koska niityt heinittyivät sangen pahasti istutusta seuranneina vuosina.

Papinsaaressa esiintyviä oloja kuvaavana voi pitää sitä, että luontaista tietä oli saaressa kyennyt kasvun alkuun pääsemään vain muutama kuusi. Kuusen siementä lienee vuosikymmenien mittaan saareen kulkeutunut paljonkin, sillä 600—700 metrin päässä Kontusaaressa kasvaa vanhaa kuusikkoa. Siitä pudonnutta ja tuulien jäätä pitkin kuljettamaa siementä on Papinsaari ensimmäisenä ollut pidättämässä (vrt. Heikinheimo 1932). Pienellä saarella laiduntanut melkoinen karjamäärä on varmaankin tallauksellaan valmistanut siemenelle sopivia itämiskohtia. Mutta lehtikarike on ilmeisesti luonnon tietä syntyneille kuusen taimille ollut tuhoisa.

Papinsaarta varten saapuneesta taimierästä jäi n. 1 000 kpl. yli. Nämä istutettiin seuraavana päivänä Osaran tilaan kuuluvaan ns. Koiviston mäkeen samaa menettelytapaa noudattaen kuin Papinsaaressa. Koiviston mäki on peltojen keskelle kohoava ylävä kumpu. Istutuskohdalla maa on savipohjaista multamaata. Kasvillisuus viittaa lehtoon, ja se oli istutuksen aikoihin varsin rehevää, mm. koska haapaa ja hieskoivua käsittävä päällysmetsä oli melko varttunutta. Aluetta ei ollut moneen vuoteen laidunnettu.

Tämä istutus on menestynyt yhtä hyvin kuin Papinsaarenkin istutus, mutta kuuset ovat nykyisin paljon lyhyempiä sen vuoksi, että päällysmetsää ei lainkaan harvennettu ennen kuin se kokonaan poistettiin v. 1947. Ansaitsee mainita, että peltoa vastassa olevaan kahteen äärimmäiseen taimiriviin käytettiin pienikokoisia 4-vuotisia koulittuja taimia. Näiden ja 2-vuotisten kesken ei v. 1951 ole voinut havaita sanottavaa eroa.

Yhteenvetona Papinsaaren (ja Koiviston mäen) antamasta kokemuksesta on lausuttava, että tämä 2-vuotisilla koulimattomilla taimilla toimitettu istutus on onnistunut erinomaisen hyvin. Itse istutustyö on tullut halvaksi. Jos päällysmetsää olisi ennakolta harvennettu, olisi niin rehevällä

maalla ilmeisesti jouduttu taistelemaan suuria vaikeuksia vastaan, vaikka olisi käytetty hyvin kookkaitakin taimia. Vesojen niittäminen ja taimien muu huolenpito olisi varmaan tullut maksamaan melko paljon ja vaara on tarjona, että työ olisi oikeana hetkenä jäänyt tekemättä. Papinsaaressa nyt toimitettu asteettainen päällysmetsän poisto on tapahtunut tavallisen kotitarvepuun hakkuun yhteydessä ilman sanottavia lisäkustannuksia. Tietysti on ollut tärkeätä, että tämä työ on tehty ajallaan.

Saatu kokemus panee ajattelemaan, eikö monella tavalla helppoa ja halpaa 2-vuotisten koulimattomien taimien istutusta olisi kokeiltava laajemmin. Jokainen istutustöissä mukana ollut kykenee ilman muuta näkemään joukon sellaisia olosuhteita, joissa näin hennot taimet eivät varmaankaan kykene menestymään. Tällaiset tapaukset on tietysti hoidettava tarpeeksi vankoilla taimilla ja maksettava työstä sen mukaisesti. Mutta paljon on varmasti myös sellaisia istutusta vaativia aloja, joissa taimia uhkaavat vaarat eivät ole sen suurempia kuin nyt selostetuissa tapauksissa.

Kirjallisuusluettelo

Cajander, Erkki K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. Metsätiet. tutkimusl. julk. 19.3. Helsinki.

Heikinheimo, Olli. 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Metsätiet. tutkimusl. julk. 17.3 Helsinki.

—»— 1951. Metsänistutukset huokeammiksi ja yleisemmiksi. Metsälehti n:o 45. Helsinki.

Hildén, N. A. 1929. Kontusaaren tervalepikkö. Acta forestalia fennica 34.27. Helsinki.

A SPRUCE PLANTATION

Summary

The improvement of Finnish forests requires large artificial reforestations. As there will be a shortage of both seeds and seedlings, and as financial difficulties also will arise, it is worth while investigating how cultivations can best be done economically.

The present author recounts a case where good results have been obtained by using 2-year old spruce seedlings untransplanted for forest plantations, irrespective of the fact that the area has been very fertile and thus susceptible to harmful ground vegetation. The success is mainly due to the following factors. The seedlings were extraordinarily strong — about 20—30 per cent of the original material was separated and discarded as too weak. The planting occurred under a dense forest cover, which then was gradually removed. When strong ground vegetation finally took over the area after the cut, the seedlings were already strong enough to get through it. The planting also succeeded, however, on an open former meadow. It was noted that fallen aspen leaves, which are usually regarded as most dangerous, could not kill the seedlings.

The above case should give rise to an investigation of the possibilities of untransplanted seedlings in different conditions. In this way a considerable saving may be attained on the present method of planting — usually 4-year old transplanted seedlings.