

**METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
JULKAISUJA**

**COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE**

**MEDDELANDEN FRÅN SKOGSFORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALTEN IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE**

52

HELSINKI 1962

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

**COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE**

**MEDDELANDEN FRÅN SKOGSFORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALTEN IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÈRES DE LA FINLANDE**

52

HELSINKI 1962

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

52

- 52.1 Vuokila, Yrjö, 1960. Elävien oksien karsimisen vaikutuksesta männyn kasvuun. *Summary in English*: The effect of green pruning on the growth of Scots pine 1—27
- 52.2 Ilvessalo, Yrjö, 1960. Suomen metsät kartakkeiden valossa. *Summary in English*: The forests of Finland in the light of maps. *Deutsches Referat*: Die Wälder Finnlands im Licht von Karten 1—70
- 52.3 Rummukainen, Ukko, 1960. Kuusen siementuhojen runsaudesta ja laadusta. *Deutsches Referat*: Über Reichlichkeit und Art der Samenschäden bei der Fichte 1—83
- 52.4 Aro, Paavo, 1960. Koivuvaneritukkien ja sorvipölkkyjen halkeaminen. Die Rissbildung in Furnierblöcken und Furnierabschnitten 1—41
- 52.5 Vuokila, Yrjö, 1960. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. *Summary in English*: On development of Siperian larch stands and their importance to forestry in Finland 1—111
- 52.6 Salo, Esko, 1960. Teollisuuden polttopuun käyttö Suomessa vuosina 1927—1957. Industrial utilisation of firewood in Finland in 1927—1957 1—105
- 52.7 Vuokila, Yrjö, 1960. Männyn kasvusta ja sen vaihteluista harventaen käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. *Summary in English*: On growth and its variations in thinned and unthinned Scots pine stands 1—38
- 52.8 Vuokila, Yrjö, 1960. Ala- ja yläharvennuksesta sekä niiden vaikutuksesta puuston kehitykseen Raution istutuskuusikossa. *Summary in English*: On low thinning and crown thinning, and their effect on development of growing stock in planted spruce stand of Rautio 1—29
-

ELÄVIEN OKSIEN KARSIMISEN
VAIKUTUKSESTA MÄNNYN
KASVUUN

YRjö VUOKILA

THE EFFECT OF GREEN PRUNING ON
THE GROWTH OF SCOTS PINE

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1960

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	4
Tutkimusmenetelmä ja aineisto	6
Tutkimuksen tulokset	9
Karsimisen vaikutus männyn paksuuskasvuun	10
Käsittelyn pääperiaatteet	10
Karsimisaste 20 %	12
Karsimisaste 50 %	14
Karsimisaste 80 %	16
Karsimisen vaikutus männyn pituuskasvuun	18
Karsimisen muut vaikutukset	19
Loppukatsaus	20
Kirjallisuusluettelo	23
<i>Summary in English</i>	25

Johdanto

Metsäpuiden karsiminen on metsänhoidollinen toimenpide, jonka ensisijaisena tarkoituksena on puun rungon tyviosan teknillisen laadun parantaminen erityisesti sorvaukseen perustuvan puunjalostusteollisuuden tarpeita silmällä pitäen. Oksien tynkien kylestyttävä syntyy karsittuun rungon osaan vuosien mittaan vahveneva oksaton pintakerros, joka on vaneriteollisuuden ensiluokkaista raaka-ainetta.

Milloin puista karsitaan vain kuolleita oksia ja toimenpide suoritetaan huolellisesti kuoren vioittuvia kerroksia vahingoittamatta, rungon teknillisen laadun paraneminen mainitulla tavalla onkin yleensä karsimisen ainoa merkityksellinen seuraus. Aina ei ole kuitenkaan mahdollista tyytyä kuivien oksien karsimiseen. Kuten tunnettua, karsiminen olisi suoritettava ajankohtana, jolloin puiden rinnankorkeusläpimitta on 10 cm:n paikkeilla (vrt. Ilvessalo ja Laitakari 1949, s. 267), koska tällöin karsimisesta koituva hyöty saadaan vähentymättömänä jalostajan käytettäväksi. Toisaalta on metsänomistajan kannalta tärkeää, että teknillisen laadun paraneminen saadaan ulottumaan koko tyvitukin mittaiselle rungon osalle. Kun luontainen karsiutuminen ei maassamme ehdi läheskään aina edetä näin pitkälle karsimishetken koittaessa (vrt. Heikinheimon 1953, s. 29), on sen vuoksi usein poistettava myös eläviä oksakiehkuroita, jotta karsimisen aiheuttama hyöty olisi sekä ostajan että myyjän kannalta mahdollisimman suuri.

Elävien oksien katkaiseminen merkitsee kuitenkin sitä, että runkoon muodostuu näiden tyngistä aukkoja, joiden kautta varsinkin puuta tuhoavat sienet voivat tunkeutua puun vahingoittuviin sisäosiin. Näin elävien oksien karsiminen voi tietyissä tapauksissa johtaa päinvastaiseen tulokseen kuin alunperin oli tarkoitus, ts. rungon teknillisen laadun heikentymiseen, mahdollisesti jopa puun tuhoutumiseen.

Elävien oksien karsiminen vähentää myös latvuksen neulastoa, jonka yhteyttämisspinnan alasta ja yhteyttämiskyvystä puun kasvu riippuu. Tästä aiheutuvan puun elintoiminnan häiriö- ja vajaustilan voimakkuus vaihtelee sen mukaan, kuinka paljon latvusta ty pistetään. Vähäinen elävien oksien karsiminen voi todennäköisesti tapahtua kasvua heikentämättä. On kuitenkin varmaa, että voimakas elävän latvuksen supistaminen aiheuttaa puun kasvukyvyyn heikkenemisen.

Karsimista seuraava kasvun väheneminen ei ole vain taloudellisesti varteenotettava näkökohta, vaan sillä voi olla merkitystä myös puun jatkuvaa kilpailukykyä ajatellen. Vähäinenkin heikentyminen voi ainakin tietyissä rajatapauksissa olla se lopullinen tekijä, joka aiheuttaa puun vallitsevan aseman vähittäisen menetyksen. Olosuhteissa, joissa ei ole tilaisuutta auttaa karsittuja puita säännöllisesti toistuvien harvennuksien, liiallinen elävien oksien karsiminen voi näin käydä puulle kohtalokkaaksi.

Tutkimuksissa, joita on tähän mennessä suoritettu maassamme, on keskitytty pääasiassa selvittämään, miten karsiminen vaikuttaa rungon teknilliseen laatuun (vrt. Heiskanen 1958). Sitä vastoin ei ole paljon tietoa siitä, miten elävien oksien karsiminen vaikuttaa puun kasvuun. Ainoa viimeksi mainittua ongelmaa käsittelevä kotimainen tutkimus on neljän vuosikymmenen takainen (Lakari 1920), ja sekin perustuu vain 10 koepuuhun. Kun mainitut koepuut ovat lisäksi olleet kuusia, joiden karsimista ei nykyisin pidetä suositeltavana (vrt. Sarvas 1956, s. 521), voidaan todeta, että meiltä puuttuu miltei tyystin käytännön vaatima kotimainen tietous elävien oksien karsimisen vaikutuksesta puun kasvuun. Tätä ongelmaa selvittävän tutkimuksen tarpeellisuutta (vrt. myös Laikari 1937, s. 268) korostaa vielä se seikka, että ulkomailla suoritettujen karsimiskokeiden eivät ole erilaisten ilmastollisten olosuhteiden ja puulajien välisten reagoitierojen vuoksi maassamme sovellutuskelpoisia. Mainittakoon, että esim. Yli-Vakkuri (1959) mainitsee juuri karsimisen tyyppillisenä esimerkkinä siitä, että ulkomaisten kokemusten soveltamiseen meikäläisiin metsänhoitomenetelmiin on suhtauduttava varauksin.

Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on tuoda valaistusta v.m. ongelmaan, ts. selvittää elävien oksien karsimisen vaikutusta puun kasvuun ja kehitykseen. Tutkimuksen tieteellisenä tavoitteena on tarkastella, miten eriasteinen, aina ääriarvoihin asti suoritettu elävien oksien karsiminen vaikuttaa puun elintoimintoihin. Ensisijaisena käytännöllisenä pyrkimyksenä on selvittää, kuinka paljon elävää latvusta voidaan lyhentää alhaalta käsin karsien puun kasvua ja sen valta-asemaa olennaisesti heikentämättä.

Tutkimus on suoritettu metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osastossa, jonka esimiehelle, prof. Yrjö Ilvessalolle pyydän saada lausua parhaat kiitokseni. Käsikirjoituksen on hänen lisäkseen lukenut prof. Risto Sarvas tehden monia varteenotettavia huomautuksia. Olen niistä syvästi kiitollinen. Rouva Irma Nylanderille, joka on piirtänyt julkaisuun sisältyvät kuvat, lausun niinkään parhaat kiitokseni.

Tutkimusmenetelmä ja aineisto

Tutkimusta varten valittiin syksyllä 1955 ja keväällä 1956 eri puolilta Etelä-Suomea 8 metsikköä, niistä 2 koivikkoa ja 6 männikköä. Näistä metsiköistä sisältyy nyt julkaistavaan esitutkimukseen maan eteläisimmän osan kasvuedellytyksiltään mahdollisimman yhtenäiset 4 männikköä, jotka sijaitsevat Tuusulan, Valkealan ja Luumäen pitäjissä. Eräät tiedot näistä metsiköistä käyvät ilmi seuraavasta asetelmasta:

koemetsikön n:o <i>sample stand n:o</i>	metsätyyppi <i>forest site type</i>	puuston ikä, v <i>stand age, years</i>
5	VT	35
6	VT	35
7	MT	30
8	OMT	25

Tutkimusmetsiköistä ei mitattu tavanomaista koealaa. Sen sijaan valittiin jokaisesta metsiköstä tietty määrä vallitsevia puita, jotka osaksi mittausten osaksi silmävaraisen arvioinnin mukaan olivat kokonsa ja kasvuedellytystensä puolesta mahdollisimman yhtäläisiä. Puut numeroitiin pysyvästi, ja kullekin arvottiin karsimisaste. Puut karsittiin, ja kaikki poistetut elävät oksat tutkittiin. Karsimattomiksi jätettyihin vertailupuihin merkittiin oksien kuolemisnopeuden selvittämiseksi väriläiskä alimman elävän oksan tyvelle.

Metsiköistä valittiin tutkimustarkoituksiin yleensä 24, koemetsikössä 8 kuitenkin alan pienuuden vuoksi vain 16 puuta. Kokeiltavana oli 4 karsimisastetta, joten kutakin astetta edusti metsikössä yleensä 6 — yhdessä tapauksessa 4 — puuta.

Karsimisasteet olivat seuraavat:

0 %	elävän latvuksen	pituudesta	(vertailuaste)
20 %	»	»	»
50 %	»	»	»
80 %	»	»	»



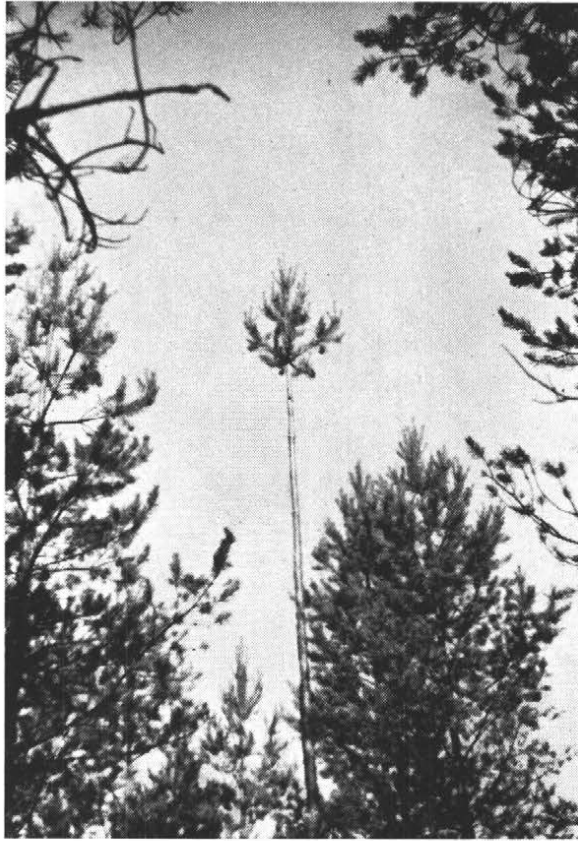
Kuva 1. Mänty, jonka elävän latvuksen pituudesta on karsittu 50 %.

Fig. 1. A pine pruned to 50 per cent of live-crown length.

Vertailupuista ei edes kuolleita oksia poistettu, mutta muissa asteissa tällaisten oksien poistaminen kuului luonnollisesti ilman muuta asiaan. Koska karsia voidaan vain täysiä oksakiehkuroita, poistosadannekset eivät voineet olla kaikissa puissa täsmälleen luokkien mukaiset. Yllä esitetyt luokat osoittavat siis puiden käsittelyn keskimääräistä voimakkuutta.

Karsimistoimenpiteen voimakkuutta havainnollistaa myös seuraava asetelma, jossa esitetään poistettujen ja jäljelle jääneiden oksakiehkuroiden sekä karsittujen elävien oksien lukumäärä Tuusulassa sijaitsevassa karsimiskokeessa n:o 5:

	karsittu, % — per cent pruned		
	20	50	80
oksakiehkuroita poistettu <i>branch whirls removed</i>	2	5—7	9—12
oksakiehkuroita jäänyt <i>branch whirls left</i>	9—11	6—8	3
oksia poistettu keskimäärin <i>branches removed on an average</i>	7	23	42



Kuva 2. Mänty, jonka elävän latvuksen pituudesta on karsittu 80 %.

Fig. 2. A pine pruned to 80 per cent of live-crown length.

Voimakkaimmin karsittujen puiden ulkonäöstä välittömästi toimenpiteen jälkeen antavat käsityksen kuvat 1 ja 2. Nähdään, että 80 %:n karsiminen on saattanut puun todennäköisesti lähelle sen kestokyvyn rajaa, kuten koetta suunniteltaessa oli tarkoituskin. Onkin syytä tässä yhteydessä korostaa, ettei viimeksi mainittua karsimisastetta sisällytetty kokeeseen suinkaan ajatellen mahdollisuutta, että se osoittautuisi käytännössä suositeltavaksi, vaan kysymyksessä oli puhtaasti tieteelliseltä kannalta tärkeä aste. Näin oli mahdollisuus saada ääriarvoja myöten käsitys puun reagoinnista latvuksensa supistamiseen.

Tiedot eri kokeisiin sisältyvistä puista käyvät ilmi taulukosta 1. Taulukossa kiinnittää huomiota, että karsiminen on suoritettu ajankohtana, jolloin puiden rinnankorkeusläpimitta on ollut 10 cm:n paikkeilla (vrt. s. 4). Edelleen voidaan panna merkeille, että eri karsimisasteita edustavat puut ovat keskiläpimitan ja -pituuden perusteella arvosteltuina jokseenkin

Taulukko 1. Tietoja eri kokeisiin sisältyvistä koepuista karsimishetkellä.
Table 1. Information on the sample trees of different experiments at the moment of pruning.

Koe n:o — Experiment no.															
5				6				7				8			
Karsittu, % — Per cent pruned															
0	20	50	80	0	20	50	80	0	20	50	80	0	20	50	80
Koeuiden keskiläpimitta, cm — Sample trees' mean dbh., cm.															
9.2	9.6	9.4	9.3	10.5	10.0	10.3	10.3	10.3	9.7	10.3	10.1	10.5	10.3	10.4	10.0
keskipituus, m — mean height, m.															
8.8	8.9	8.9	9.3	10.5	10.3	10.3	9.8	10.1	10.2	10.1	10.2	9.1	9.4	9.8	9.2
keskim. karsimis- (karsiutumis)korkeus, m — mean height of pruning (self-pruning), m.															
3.7	5.0	6.3	7.9	5.0	6.2	7.4	8.6	4.6	6.0	7.2	8.7	3.7	5.0	6.8	7.8
latvussuhde karsimisen jälkeen, % — crown ratio after pruning, per cent															
58	44	29	15	52	40	28	12	54	41	29	15	59	47	31	15

yhtäläisiä. Latvussuhde, jolla tarkoitetaan latvuksen pituuden suhdetta puun koko pituuteen, on ennen karsimista vaihdellut eri metsiköissä keskimäärin 52:sta 59 %:een. Karsimalla 20 % elävän latvuksen pituudesta latvussuhde on laskenut 40—47 %:een. Poiston oltua 50 % latvussuhde on vaihdellut 28:sta 31 %:een, ja 80 %:n karsimisen jälkeen vaihtelualue on ollut 12:sta 15 %:een. Voidaan siis todeta, että jo 20 %:n karsiminen on merkittävästi pienentänyt latvussuhdetta.

Tutkimuksen tulokset

Kokeiden perustamisesta oli nyt esitettävien tulosten pohjana olevia mittauksia suoritettaessa kulunut 4 kasvukautta. Tutkimuksen käsittämä ajanjakso on siis toistaiseksi lyhyehkö. Toisaalta on kuitenkin korostettava, että ensimmäiset karsimisen jälkeiset kasvukaudet ovat monessa mielessä puun kehitystä tarkasteltaessa erityisen tärkeitä ja että mittauksen suorittaminen myöhempänä ajankohtana ei voi enää tuoda esiin kaikkea olennaista nimenomaan latvuksen kehityksestä välittömästi toimenpiteen jälkeen. Kuten jäljempänä käy ilmi, tärkeitä käytännön metsätalouden kannalta kiinnostavia päätelmiä voidaan sitä paitsi tehdä jo mainitun lyhyehkön ajanjakson perusteella.

Karsimisen vaikutus männyn paksuuskasvuun

Käsittelyn pääperiaatteet

Karsimisen vaikutusta puun kasvuun on usein tarkasteltu ainoastaan rinnankorkeudelta mitatuin näyttein. Sellainen esitys jää kuitenkin puutteelliseksi, sillä karsimisen vaikutus kasvun vertikaaliseen jakaantumiseen jää tällöin tarkastelun ulkopuolelle. Seuraavassa selvitetään tästä syystä karsittujen puiden kasvua rungon eri korkeuksilla, kannolta 6 m:n korkeuteen saakka. Kun karsimisella yleensä pyritään lähinnä tyvitukin laadun parantamiseen, puun 6 m:n mittaisen tyviosan kasvun tarkastelua on pidetty ensiarvoisena, joskin puun ylempien osien mukaan ottaminen tosin olisi tuonut lisävalaistusta kasvun jakaantumisen ongelmaan. Tässä vaiheessa kiipeillen suoritettu kairaaminen 6 m:n korkeuden yläpuolelta ei tullut kuitenkaan kysymykseen, sillä se olisi voinut estää varsinkin karsimattomien puiden häiriintymättömän kehityksen.

Tutkimustulosten esittelyn tärkeimpiä vaiheita on tavallisesti keskiarvojen tarkastelu. Nyt kysymyksessä olevassa tapauksessa tällainen tarkastelu ei ole kuitenkaan riittävä, vaan ainakin yhtä tärkeää on selvittää, ovatko mahdollisesti havaittavat erot keskiarvojen välillä todella merkitseviä vai ainoastaan satunnaisista tekijöistä johtuvia. Kun tutkimusaineisto kerätään luonnosta, joudutaan näet tekemisiin ns. luontaisen vaihtelun kanssa. Vaihtelua esiintyy siitä huolimatta, vaikka esim. koepuut pyritään saamaan keskenään niin samankaltaisiksi kuin mahdollista (vrt s. 6). Milloin kuitenkin kokeen ratkaisevassa vaiheessa, tässä tapauksessa koepuiden käsittelytapaa valittaessa, sovelletaan umpimähkäisyyden periaatetta, voidaan vaihtelu jakaa tilastomatematiikan keinoin kulloinkin haluttuihin osiin ja täten eliminoida tarkastelusta paljon sellaista, mikä vaikeuttaa päätelmien tekoa. Vaihtelun osittelu tapahtuu ns. varianssi-analyysin avulla.

Varianssianalyysin yksityiskohtainen selostaminen ei ole tässä yhteydessä paikallaan, koska sellainen sisältyy lukuisiin tilastomatematiikan oppikirjoihin (esim. S n e d e c o r 1950). Todettakoon ainoastaan, että nyt kysymyksessä olevissa karsimiskokeissa luontainen vaihtelu ja ns. vapausasteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään, metsiköiden, karsimisasteiden ja puuyksilöiden erilaisuuksista johtuviin. Tutkimustehtävän kannalta näistä ryhmistä on kiinnostavin karsimisen aiheuttama vaihtelu puiden kasvussa. Varianssianalyysin keinoin on pyrittävä erityisesti selvittämään, ovatko tietyllä tavalla karsittujen puiden ja karsimattomien puiden väliset sädekasvun erot todella tilastomatematiikasta merkitseviä, vai onko kysymyksessä vain satunnaisista tekijöistä johtuva näennäinen tulos.

Tilastomatematiikan merkitsevyyden alarajana pidetään yleensä 5 %:n merkitsevyytensä. Tämä käsite, josta seuraavassa käytetään määritettä

Taulukko 2. Karsittujen ja karsimattomien puiden sädekasvujen suhde rungon eri korkeuksilla.

Table 2. Relationship between the radial growth of pruned and unpruned trees at different heights of the stem.

Vuosi karsimisen jälkeen Year after pruning	Karsittu, % — Per cent pruned		
	20	50	80
	Subtollinen sädekasvu (karsimaton = 100) ¹ Relative radial growth (unpruned = 100) ¹		
	kannon korkeudella — at stump height		
1.	111	63	37
2.	104	53	14
3.	94	56	12
4.	96	69	20
1.—4.	101	59	19
	1 metrin korkeudella — at 1-metre height		
1.	102	57	42
2.	104	50	15
3.	105	59	19
4.	104	71	30
1.—4.	104	59	25
	2 metrin korkeudella — at 2-metre height		
1.	104	62	39
2.	109	62	19
3.	108	66	21
4.	107	77	37
1.—4.	107	67	28
	4 metrin korkeudella — at 4-metre height		
1.	110	66	43
2.	109	70	22
3.	105	74	29
4.	103	79	43
1.—4.	107	72	33
	6 metrin korkeudella — at 6-metre height		
1.	93	70	51
2.	104	83	43
3.	102	89	60
4.	96	85	68
1.—4.	99	82	54

¹) Ero karsimattomien ja 20 %:n karsimisasteen puiden välillä tilastomatematisesti merkityksetön, muut erot erittäin merkitseviä.

Difference between the unpruned trees and those pruned to 20 per cent of live-crown length statistically insignificant, other differencies very significant.

»tilastomatematisesti merkitsevä», tarkoittaa, että päätelmä on oikea 95 %:n todennäköisyydellä, ts. että virhemahdollisuus on 5 %. Milloin merkitsevyytaso on 1 %, päätelmän virhemahdollisuus on vastaavasti vain 1 %. Tällaisesta merkitsevyytastosta käytetään termiä »tilastomatematisesti erittäin merkitsevä».

Karsimisaste 20 %

Aluksi otetaan tarkasteltavaksi lievin karsimisaste, jossa on poistettu 20 % elävän latvuksen pituudesta. Tarkastelua varten viitataan aluksi taulukkoon 2, joka perustuu 88 koepuuhun ja jossa on esitetty kasvukausittain ja koko karsimisen jälkeiselle 4-vuotiskaudelle eri tavoin karsittujen puiden sädekasvut rungon eri korkeuksilla suhteessa karsimattomiin puihin. Taulukossa esiintyvät sadannekset ovat siis kukin 22 koepuun keskiarvoja. Koemetsiköiden välillä ei tässä vaiheessa ollut havaittavissa niin merkitsevää vaihtelua, että erillisten keskiarvojen esittäminen kokeittain olisi ollut välttämätöntä.

Taulukon ensimmäisessä pystysarakkeessa nähdään 20 %:n karsimisasteen puiden suhteellinen sädekasvu olettaen, että karsimattomien puiden vastaavaa kasvua merkitään luvulla 100. Keskiarvoina tarkastellen näyttäisi siltä, että elävän latvuksen supistaminen 20 %:lla kiihottaisi jossain määrin puun paksuuskasvua ko. kasvukausina ainakin tutkimuksen piiriin kuuluvalla 6 m:n mittaisella rungon tyviosalla. Tällainen havainto, vaikka se katsottaisiin merkitseväksikin, ei olisi erikoisen poikkeuksellinen, sillä sensuuntaisia viitteitä on löydettävissä kirjallisuudesta (vrt. Stein 1955; Lehtperre 1957), kaikkein selvimpänä Razumovin (1952) tutkimuksesta.

Nyt kysymyksessä olevassa tarkastelussa on kuitenkin otettava huomioon myös luontainen vaihtelu puuyksilöiden ja koemetsiköiden välillä. Varianssianalyysin avulla voitiinkin todeta, ettei havaittu keskimääräinen ero 20 %:n karsimisasteen puiden ja karsimattomien puiden sädekasvujen välillä ole tilastomatematisesti merkitsevä. Näin ollen voidaan todeta, ettei latvuksen lievä supistaminen todennäköisesti merkitsevästi lisää puun paksuuskasvua. Toisaalta tämä päätelmä merkitsee myös sitä, että kyseinen lievä karsiminen ei myöskään vähennä puun paksuuskasvua, mikä tulos lienee käytännölliseltä kannalta edellistä tärkeämpi. Siis ainakin 2—3 alimman elävän oksakiehkuran poistaminen, mitä 20 %:n karsiminen yleensä merkitsee, on sulkeutuneissa metsiköissä käytännöllisenä toimenpiteenä mahdollinen.

Kuten taulukossa 1 (s. 9) esitettiin, puiden latvussuhde on nyt kysymyksessä olevissa kokeissa ollut 20 %:n karsimisen jälkeen 40—47 %. Tästä voitaneen tehdä sellainen johtopäätös, että jotakuinkin täystiheissä

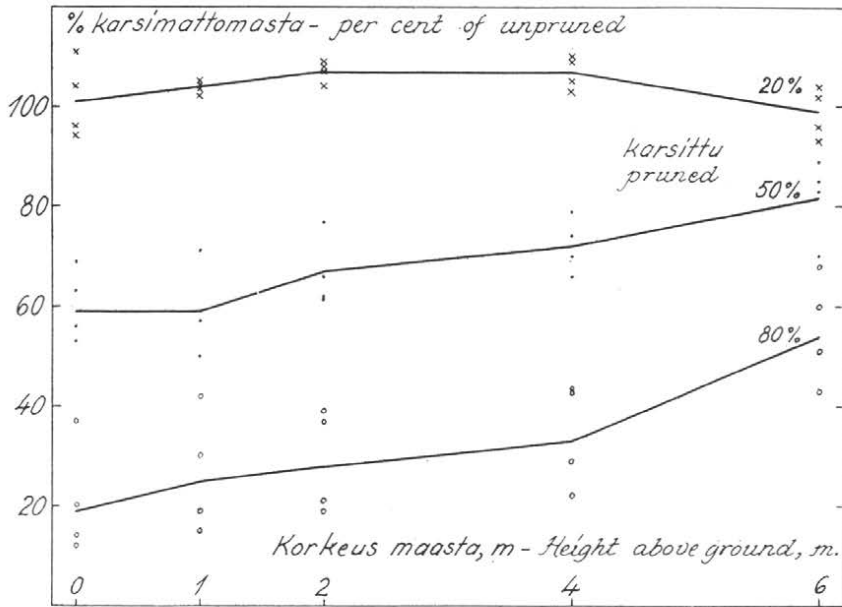
metsiköissä männyn latvussuhde voidaan jo nuorella iällä joko karsien tai luontaisesti alentaa 40 %:een rungon paksuuskasvua merkitsevästi heikentämättä. Vastaavaan tulokseen ovat päätyneet myös We c k (1947) sekä L a b y a k ja S c h u m a c h e r (1954), kun taas D a h m s i n (1954) mukaan Pinus ponderosan latvussuhde voidaan alentaa peräti 1/3:aan kasvua heikentämättä. Viimeksi mainitusta tutkimustuloksesta huolimatta näyttää siltä, että eri maissa suoritettut karsimiskokeet antaisivat nykyistä yhdenmukaisempia tuloksia, mikäli niitä voitaisiin verrata jäljelle jääneeseen latvussuhteeseen nojautuen.

Mistä sitten johtuu, että muutamien alimpien elävien oksien poistaminen ei heikennä puun paksuuskasvua? Vastaus on ilmeisesti siinä, että sulkeutuneissa metsiköissä puun alimmat oksat ovat sen elintoiminnan kannalta kutakuinkin merkityksettömiä, saattaapa niiden hyötysuhde olla negatiivinenkin. Jo vanhastaan on ollut tiedossa, että latvuksen alaosa merkitsee puulle huomattavasti vähemmän kuin sen yläosa (vrt. esim. B l o m q v i s t 1879). L a b y a k ja S c h u m a c h e r (1954) ovat lisäksi todenneet, että puun pituuden alimmassa kolmanneksessa oleva oksa (branch), jossa on vähemmän kuin kolme sivuoksaa (branchlet), tai puun pituuden alimmassa neljänneksessä sijaitseva oksa, jossa on vähemmän kuin viisi sivuoksaa, eivät hyödytä millään tavalla päärunkoa. Maksimaalin tuoton omaava oksa sijaitsee heidän mukaansa 15 %:n korkeudella puun latvasta.

Jossain määrin alimpien elävien oksien vähäistä merkitystä kuvaa myös seuraava kirjoittajan havaintoihin perustuva asetelma, joka esittää karsimattomien puiden elävien oksien kuolemista 4-vuotiskautena karsimisen jälkeen verrattuna 20 %:n karsimisasteen puiden karsimiskorkeuteen:

koe experiment	latvuksen alareunan korkeus, m — lower live-crown limit, m.		
	karsimattomissa puissa in unpruned trees		20 %:n karsimisasteessa in 20 per cent pruning grade
	4 v sitten 4 years ago	nyt now	
5	3.7	4.7	5.0
6	5.0	5.3	6.2
7	4.6	5.2	6.0
8	3.7	4.1	5.0
keskimäärin — average	4.2	4.8	5.5

Oksien kuoleminen on tarkasteltavina olleissa karsimattomissa puissa siis edistymässä nopeaa vauhtia, sillä esim. kokeessa 5 karsimattomien puiden elävän latvuksen alareuna on kohonnut lähes 20 %:n karsimisasteen puiden alimpien oksien tasalle, vaikka karsimisesta on kulunut vasta 4 vuotta. On ymmärrettävää, että tällaisten oksien poistamisen ei tarvitse vaikuttaa puun paksuuskasvua alentavasti.



Kuva 3. Sädekasvu 4-vuotiskautena eriasteisen karsimisen jälkeen rungon eri korkeuksilla suhteessa karsimattomien puiden kasvuun.

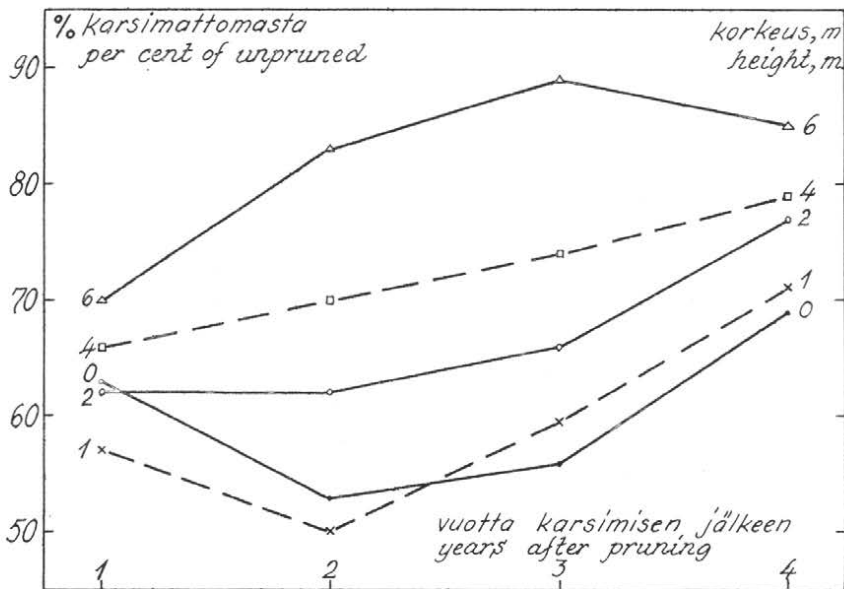
Fig. 3. Radial growth during the 4-year period after green pruning of different grade at varying heights of the stem in comparison with that of unpruned trees.

Kaiken kaikkiaan voidaan esittää, että mäntyä karsittaessa voidaan, mikäli tarve vaatii, poistaa kuivien oksien lisäksi 2—3 elävää oksakiehkuraa, ts. n. 20 % elävän latvuksen pituudesta, aiheuttamatta rungon paksuuskasvuun tai sen vertikaaliseen jakaantumiseen (vrt. myös kuva 3) muutosta. Tämä on tutkimustulos, joka jo kuluneen 4-vuotiskauden perusteella näyttää luotettavalta. Ei ole todennäköistä, että tulevat kasvukaudet muuttaisivat enää puiden kasvutapaa. Esitetylle päätelmälle on ilmeisesti kuitenkin asetettava sellainen rajoitus, ettei latvusuhde saisi sanotun toimenpiteen kautta pienentyä alle 40 %:n.

Karsimisaste 50 %

Milloin karsittaessa poistetaan 50 % elävän latvuksen pituudesta, ts. pienennetään latvussuhde n. 30 %:een, toimenpide muodostuu niin voimakkaaksi, että rungon paksuuskasvu siitä useiksi vuosiksi alenee (vrt. taul. 2, s. 11, kuva 3, kuva 4).

Ensimmäisenä kasvukautena 50 %:n karsimisen jälkeen rungon paksuuskasvu alenee verraten tasaisesti koko 6 m:n mittaisella tyviosalla, keskimäärin 57—70 %:een karsimattomien puiden kasvusta. Toisena vuonna



Kuva 4. 50 %:n karsimisen jälkeinen sädekasvu rungon eri korkeuksilla suhteessa karsimattomien puiden kasvuun.

Fig. 4. Radial growth at different heights of the stem after 50 per cent green pruning in comparison with that of unpruned trees.

kasvu alkaa lisääntyä voimakkaasti ylempänä rungolla, samalla kun se tyviosassa yhä alenee. Kolmantena vuonna kasvu on kuitenkin kaikilla tutkituilla korkeuksilla suhteellisesti suurempi kuin edellisenä vuonna, ja sama nouseva suunta jatkuu yleensä myös neljäntenä kasvukautena. Merkille pantavaa on kuitenkin, että neljäntenä vuonna kasvu 6 m:n korkeudella on vähenemään päin suhteessa muihin korkeuksiin. Karsittujen puiden kasvu on neljäntenä kasvukautena 69—85 % karsimattomien puiden vastaavasta kasvusta, ts. sädekasvun erot eri korkeuksien välillä ovat suurin piirtein samat kuin ensimmäisen kasvukauden kuluessa.

Tätä keskiarvoihin perustuvaa tarkastelua täydentävät suoritettujen varianssianalyysien tulokset, jotka osoittavat, että latvuksen pienentäminen puoleen alentaa rungon paksuuskasvua tilastotematemaattisesti erittäin merkittävästi kaikilla tutkituilla korkeuksilla ainakin 4 kasvukautena karsimisen jälkeen.

Voimakkaan karsimisen jälkeinen rungon paksuuskasvun ja sen vertikaalisen jakaantumisen kehitys, sellaisena kuin se äsken esitettiin, vaikuttaa ehkä oikukkaalta ja epäjohdonmukaiselta. Sitä se ei ilmeisesti kuitenkaan ole. Puuhan on tunnetusti hidas reagoimaan, ja monet sen elintoiminnot määräytyvät jo edellisen kasvukauden perusteella. Näin on ymmärrettävissä, että kasvu vähenee aluksi verraten yhtenäisesti tutki-

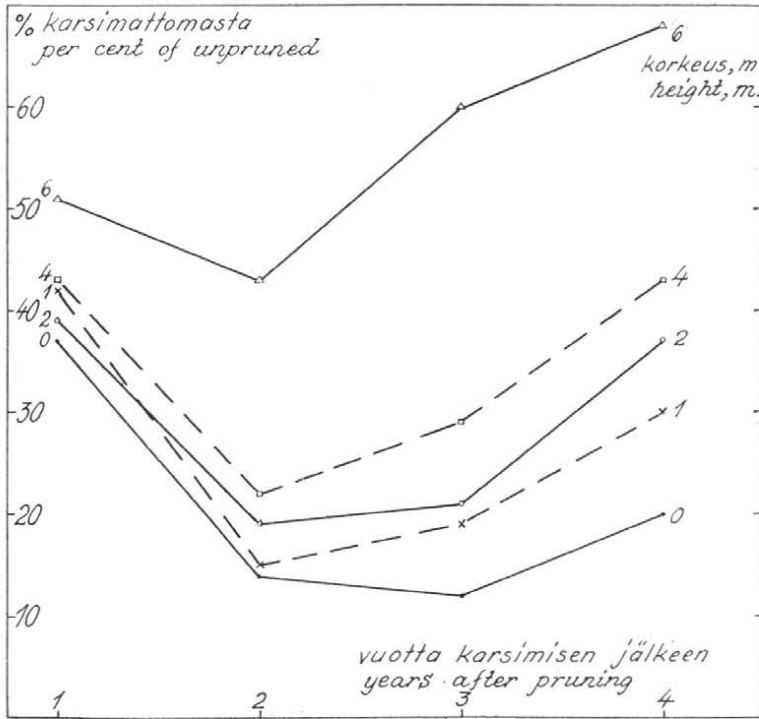
tulla 6 m:n mittaisella tyviosalla. Ensimmäisen kasvukauden kuluessa puu joutuu kuitenkin muuttuneiden olosuhteiden aiheuttamien monien vaikeuksien eteen. Latvuksen painopisteen siirtyminen (vrt. Lassila 1916) tarjonnee suurimman vaaran, josta syystä rungon yläosan vahvistaminen käy tarpeelliseksi, vieläpä tyviosan kasvun kustannuksella. Näin kuluu kaksi kasvukautta muuttuneen kasvun jakaantumisen merkeissä. Niiden jälkeen rungon vahvistamisen kiireisin tarve on todennäköisesti ohi, ja puu voi ryhtyä palauttamaan kasvutapaansa ennalleen ainakin 6 m:n mittaisella tyviosalla. Poikkeustila on menemässä ohi, ja puu voi tästä lähtien vahvistaa tasapuolisesti runkonsa tyviosaa.

Karsimisen yhteydessä puhutaan yleensä aina runkomuodon paranemisesta (esim. Lappi-Seppälä 1934, 1937). Äskeisen tarkastelun perusteella (vrt. myös kuva 3, s. 14) voidaankin todeta, että voimakas karsiminen johtaa puun runkomuodon paranemiseen, vaikka tuskin ilmiö on käytännölliseltä kannalta niin merkittävä kuin varhemmin otaksuttiin. Rajoittuahan runkomuodon paraneminen 6 m:n mittaisella tyviosalla esim. niinkin voimakkaan kuin 50 %:n latvuksen supistumisen jälkeen vain pääasiassa kahteen, nim. toiseen ja kolmanteen toimenpidettä seuraavaan kasvukauteen. Tämä havainto oikeuttanee vain päättelemään, että runkomuodon paraneminen korvaa jossain määrin sitä kasvutappiota, jonka näin voimakas elävien oksien karsiminen aiheuttaa.

Karsimisaste 80 %

Vain tutkimuksellisista syistä kokeeseen sisällytetty karsimisaste, jossa 80 % elävän latvuksen pituudesta on poistettu, on luonnollisesti merkinnyt todellisen taistelun elämästä alkaneen. Hyvin ovat näinkin voimakkaasti karsitut puut 4 ensimmäistä kasvukautta kuitenkin läpäisseet, sillä ainoakaan niistä ei ole toistaiseksi kuollut tai edes osoittanut sensuuntaisia oireita. Kaikki ovat virkoamaan päin, joskin kamppailu vaikuttaa silmin nähden toivottomalta, sillä uhkaamassa ovat pienentyneen latvuksen aiheuttaman elintoiminnan vajaustilan ohella mm. naapuripuiden kilpailu, auringon paahde, lumi yms. tekijät (vrt. s. 20).

Kasvun keskimääräisessä kehityksessä ja vertikaalisessa jakaantumisessa toistuvat samat peruspiirteet kuin 50 %:n karsimisen jälkeen, tosin toimenpiteen perusteellisuuden vuoksi selventyneinä ja jyrkentyneinä (vrt. kuva 5). Ensimmäisenä vuonna karsimisen jälkeen rungon paksuuskasvu 6 m:n mittaisella tyviosalla on jäljelle jäävään latvussuhteeseen (12—15 %) verrattuna ehkä yllättävän hyvä vaihdellen eri korkeuksilla 37 %:sta 51 %:een karsimattomien puiden vastaavasta sädekasvusta. Toisena vuotena kasvu kuitenkin edelleen heikkenee kaikilla tutkituilla korkeuksilla, sitä enemmän mitä alemmasta korkeudesta on kysymys.



Kuva 5. 80 %:n karsimisen jälkeinen sädekasvu rungon eri korkeuksilla suhteessa karsimattomien puiden kasvuun.

Fig. 5. Radial growth at different heights of the stem after 80 per cent green pruning in comparison with that of unpruned trees.

Lukuun ottamatta kannon korkeutta, jolla paksuuskasvu suhteessa karsimattomiin puihin on minimissä, 12 %, kolmas kasvukausi merkitsee muille korkeuksille, varsinkin 6 m:n korkeudelle, käännettä parempaan päin. Neljäntenä vuonna kasvu alkaa elpyä myös kannon korkeudella. Tästä huolimatta kannon ja 1 metrin korkeudella suhteellinen sädekasvu on neljäntenä vuonna vielä alhaisempi kuin ensimmäisenä kasvukautena, sekä 2 ja 4 metrin korkeudella jotenkin saman suuruinen kuin ensimmäisenä vuonna karsimisen jälkeen. Sitä vastoin 6 m:n korkeudella rungon paksuuskasvu on neljäntenä vuonna 68 % karsimattomien puiden kasvusta. Merkille pantavaa on kuitenkin, että kasvun kohoaminen alkaa tällä korkeudella vähitellen pienentyä samaan tapaan kuin 50 %:n karsimisasteen puissa, kun sitä alempana sädekasvu on voimakkaassa nousussa. Vaikka tasapainotila on vielä kaukana, kasvun vertikaalinen jakaantuminen näyttää pyrkivän karsimista edeltäneeseen tapaan ainakin 6 m:n mittaisella tyviosalla.

Varianssianalyysin tuloksena voidaan lisäksi todeta, että 80 %:n karsiminen on pienentänyt puiden paksuuskasvua tilastotematemaattisesti erittäin merkittävästi kaikilla tutkituilla korkeuksilla 4 kasvukautena karsimisen jälkeen, ei ainoastaan karsimattomiin vaan myös lievemmin karsittuihin puihin verrattuna.

Runkomuodon paraneminen 80 %:n karsimisen jälkeen (vrt. kuva 3, s. 14) on voimakas. Käytännöllistä merkitystä tällä ei kuitenkaan ole siitä syystä, että näin voimakas karsiminen ei voi enempää biologisten kuin taloudellistenkaan näkökohtien vuoksi tulla käytännöllisenä toimenpiteenä kysymykseen.

Karsimisen vaikutus männyn pituuskasvuun

Tähänastiset tutkimustulokset on ristiriitaisimpia siltä osalta, joka koskee karsimisen vaikutusta puun pituuskasvuun. Eräissä lähinnä viime vuosisadalta peräisin olevissa tutkimuksissa pituuskasvun on havaittu karsimisen jälkeen elpyneen (vrt. L a p p i - S e p p ä l ä 1934). Yleensä on tutkimuksissa kuitenkin tultu siihen tulokseen, että puun pituuskasvu joko säilyy karsimisesta huolimatta ennallaan (Y o u n g ja K r a m e r 1952; B e n n e t t 1955) tai heikentyy jossain määrin (R a l s t o n 1953; D a h m s 1954; S l a b a u g h 1957).

Nyt selostettavissa kotimaisissa tutkimuksissa tehtiin pituuskasvusta tässä vaiheessa havaintoja ainoastaan maasta käsin korkeusmittarin avulla. Tästä syystä on todettava, että pituuskasvun tutkimustulokset eivät ole yhtä luotettavia kuin vastaavat paksuuskasvua koskevat tiedot.

Pituuskasvua havainnollistaa taulukko 3, johon on laskettu kokeittain eri tavoin karsittujen puiden keskimääräinen pituuden lisäys ko. 4-vuotis-

Taulukko 3. Koepuiden pituuden keskimääräinen lisäys karsimista seuraavan 4 vuoden aikana.

Table 3. Average increase in the height of sample trees during the 4-year period after pruning.

Koe n:o Experiment no.	Karsittu % — Per cent pruned			
	0	20	50	80
Pituuden lisäys, m — Increase in height, m.				
5	1.5	1.5	1.1	0.6
6	0.9	0.9	1.0	0.7
7	1.6	1.6	1.4	1.3
8	1.6	1.6	1.8	1.6
Keskimäärin Average	1.4	1.4	1.3	1.0

kautena. Tulokset on esitetty kokeittain siitä syystä, että kasvupaikan laadulla näyttää olevan merkittävä vaikutus pituuskasvun kehitykseen.

Taulukosta nähdään, että 20 %:n elävän latvuksen supistaminen ei ole vaikuttanut puiden pituuskasvuun, vaan kaikissa kokeissa karsimattomien ja 20 %:n karsimisasteen puiden pituuden keskimääräinen lisäys on ollut samansuuruinen.

Yhtä yhtenäisen ei tulos ole ollut 50 %:n karsimisen osalta. Kahdessa kokeessa neljästä tämän karsimisasteen puiden pituuskasvu on havaittu suuremmaksi ja yhtä monessa tapauksessa pienemmäksi kuin karsimattomien vertailupuiden vastaava kehitysnopeus. Kun karsimattomien puiden pituuskasvua merkitään luvulla 100, keskimääräinen suhde on ollut 93:100.

Mielenkiintoisin on 80 %:n karsimisasteen puiden pituuskasvun tarkastelu. Keskimäärin tällaiset puut ovat kasvaneet pituutta 71 % karsimattomien puiden kasvusta. Selvin taantumisen on havaittavissa puolukka-tyypillä. Sitä vastoin on todettava, että käenkaali-mustikkatyypillä kyseinen erittäin voimakas karsiminen ei ole lainkaan hidastanut pituuskasvua. Myös mustikkatyypillä vaikutus on suhteellisen vähäinen.

Hyvillä kasvupaikoilla elävien oksien karsiminen vaikuttaa siis todennäköisesti joko vain vähäisen alenemisen tai ei mitään muutosta puun pituuskasvussa. Sitä vastoin karsimista ajatellen karuhkoilla kasvupaikoilla, esim. jo puolukkatyyppiin luettavilla, voimakkaasta karsimisesta voi olla seurauksena pituuskasvun merkittävä tyrehtyminen.

Karsimisen muut vaikutukset

Karsimista tarkasteltaessa herää mm. kysymys, missä määrin karsitut puut kykenevät säilyttämään vallitsevan aseman metsikössä. Tämä on aiheellinen kysymyksen asettelu jo siitäkin syystä, että tähän mennessä maassamme suoritetuista karsimistoimenpiteistä on ainakin pintapuolisesti tarkasteltuna näyttänyt lukuisissa tapauksissa olleen seurauksena puun vallitsevan aseman menetys. Syy on tuskin kuitenkaan ollut itse karsimisessa, siksi varovaisia ne ovat olleet, vaan siinä, että on karsittu puita, jotka ovat olleet vaipumassa vallittuun asemaan. Rodullista hieno-oksaisuutta, johon esim. L a i t a k a r i (1937) epäilemättä viittaa, ei ole kyetty pitämään erossa puun asemasta johtuvasta vastaavasta ominaisuudesta.

Paitsi äskeinen pituuskasvun kehityksen tarkastelu myös silmävarainen arviointi on viitannut siihen, että hyvällä kasvupaikalla puu kykenee säilyttämään vallitsevan aseman vielä voimakkaankin karsimisen jälkeen. Varsinkaan 2—3 elävän oksakiehkuran karsiminen, mikä käytännön toimenpiteenä tulee lähinnä kysymykseen, ei vaikuta puun vallitsevaan asemaan edes puolukkatyyppiin kuuluvilla kasvupaikoilla, joita on pidettävä karsimisen kannalta karuina kasvupaikkoina.

Eräänä keinona toipumisensa jouduttamiseksi karsitut puut käyttävät tehostettua neulastoimintaa (vrt. mm. A h o l a 1955). Vastaava ilmiö oli silmin nähden havaittavissa myös käsillä olevassa tutkimuksessa. Nimenomaan 80 %:n karsimisen jälkeen syntyneet neulaset antoivat maasta käsin tarkastellen yleensä vehreämmän ja kookkaamman vaikutelman kuin sitä vanhemmat.

Voimakas karsiminen tuo mukanaan monia ulkoisia vaaroja. Niinpä havaittiin, että 80 %:n karsimisen jälkeen paljastunut rungon osa oli monissa tapauksissa kärsinyt auringon paahteesta siinä määrin, että kuori oli paikka paikoin irronnut tai vaarassa irtaantua. Varsinkin milloin kuori oli varomattoman käsittelyn vuoksi vioittunut, auringon paahteen vaikutus oli selvimmin havaittavissa. Merkille pantavaa on lisäksi, että lumenmurtoja todettiin verraten runsaasti voimakkaimmin karsittujen puiden joukossa, etupäässä ensimmäisenä ja toisena kasvukautena karsimisen jälkeen. Kaikissa tapauksissa puu oli kuitenkin muodostanut uuden latvan voimakkaimman sivuoksan kääntyttyä ylöspäin. Lumenmurtojen runsaus, joka johtunee latvuksen painopisteen liiallisesta siirtymisestä ylöspäin, on jossain määrin vastakkainen niille tutkimustuloksille, joiden mukaan voimakasta karsimista voidaan käyttää luontaisena menetelmänä lumen taivuttamien puiden oikaisemiseksi (vrt. R o b e r t s ja C l a p p 1956).

Loppukatsaus

Tutkimuksen tulokset voidaan kiteyttää seuraaviin käytännön metsätalouden kannalta huomionarvoisiin näkökohtiin.

Karsittaviksi on valittava metsikön vallitsevia puita (vrt. myös H e i k i n h e i m o 1953 a; S a r v a s 1956), mieluummin elinvoimaisimpia päävaltapuita. Kuten esim. S a r v a s (mt.) huomauttaa, tämä suositus merkitsee samalla sitä, että on tavallisesti tingittävä hieno-oksaisuuden vaatimuksista, sillä metsikön elinvoimaisimmat puut ovat samalla keskimäärää karkeaoksisempia. Ensisijaisen huomion kiinnittäminen puun hieno-oksaisuuteen voi johtaa siihen, että karsitaan yksilöiden välisessä kilpailussa jälkeen jääneitä tai jäämässä olevia puita, mikä ei ole taloudellisesti kannattavaa edes harvennushakkuiden tukemana. Poikkeuksellisen oksaisia puita ei ole kuitenkaan hyväksyttävä karsittaviksi.

Karsiminen, varsinkin milloin se kohdistuu voimakkaana elävään latvukseen, on edullisinta suorittaa hyvillä kasvupaikoilla. Näin saadaan varmin tae siitä, että puu kykenee voimakkaankin otteen jälkeen pituuskasvunsa turvin säilyttämään valta-asemansa metsikössä. Kun hyvällä maalla puu saavuttaa nopeasti myös kaupalliset mitat, taloudellisetkin näkökohdat puoltavat karsimisen suorittamista etupäässä tällaisilla metsikkökuvioilla.

Karsimista on suoritettava lähinnä siellä, missä on mahdollista harvennushakkuin ohjata puuston kehitystä. Tämä suositus pätee erityisesti puolukkatyyppeihin kuuluvilla ja sitä heikommilla kasvupaikoilla suoritettaviin voimakkaisiin karsimistoimenpiteisiin, koska tällöin puu on enimmänsä vaarassa menettää valta-asemansa heikentyneen pituuskasvun vuoksi. Hyvillä kasvupaikoilla vain puun ulkoisiin ominaisuuksiin perustuva yksilövalinta saattaa johtaa nuorella iällä siinä määrin harhaan, että karsittujen puiden auttaminen käy välttämättömäksi. Esimerkkinä tästä voidaan mainita S l a b a u g h i n (1957) koe, jonka kestäessä myös karsimattomista puista merkittävä osa, 12 %, menetti valta-asemansa.

Karsimista suunniteltaessa ei ole tarpeen odottaa oksien kuolemista tyvitukin mittaisella osalla, sillä tässä tutkimuksessa saavutettujen tulosten mukaan ainakin 2—3 alinta elävää oksakiehkuraa eli n. 20 % vihreän latvuksen pituudesta voidaan poistaa puun kasvua tai sen valta-asemaa heikentämättä. Tämä on merkityksellinen toteamus siitä syystä, että karsiminen olisi suoritettava runkojen ollessa rinnankorkeudelta 10 cm:n paikkeilla, jolloin oksien kuoleminen ei ole useinkaan edistynyt tyvitukin mittaiselle alueelle. Kahteen otteeseen karsimista, jota esim. Yhdysvalloissa on suositeltu, ei meillä voitane useinkaan taloudellisista syistä ajatella. Myös eräissä muissa Euroopassa suoritetuissa tutkimuksissa (N ä g e l i 1952; M e y e r 1959) on päädytty täysin yllä esitetyn päätelmän kanssa yhtäpitäviin tuloksiin.

Milloin tarve niin vaatii, voitaneen peräti kolmannes elävän latvuksen pituudesta karsia. Ainakaan erällä toisilla puulajeilla (*Pinus ponderosa*, *Pinus strobus*, *Pseudotsuga Douglasie*) tällainen karsiminen ei aiheuta, tosin meikäläistä ilmastoa suotuisammassa olosuhteissa, puun kasvukyvyn vähenemistä (vrt. D a h m s 1954; C a m p b e l l 1955; S t e i n 1955; L e h t p e r e 1957). On todennäköistä, että myös maamme leveysasteilla ja meikäläisillä puulajeilla kasvun väheneminen on vielä riittävän vähäinen, vaikka kolmannes puun elävän latvuksen pituudesta poistettaisiin. Tätä voidaan kuitenkin pitää käytännöllisen karsimisen ylärajana, jota voimakkaamman toimenpiteen tarvetta tuskin käytännössä esiintyykään.

Puu voi vielä toipua myös tilasta, joka syntyy, kun puolet elävän latvuksen pituudesta poistetaan. Toipumisen aikana puu on kuitenkin ehtinyt kärsiä niin merkittäviä kasvutappioita, että tämänkaltainen karsiminen ei voi meillä, päinvastoin kuin suotuisammassa ilmastollisissa olosuhteissa ja erällä toisilla puulajeilla (vrt. R a l s t o n 1953; S l a b a u g h 1957), tulla kysymykseen.

Puu kykenee säilymään hengissä vielä senkin jälkeen, kun 80 % sen elävän latvuksen pituudesta on karsittu. Hyvillä kasvupaikoilla puu pystyy lisäksi säilyttämään pituuskasvunsa karsimista edeltäneellä tasolla ainakin ensimmäisinä kasvukausina. Paksuuskasvun toipuminen on kuitenkin niin

hidasta, ettei tällaisilla puilla liene jatkuvan kehityksen mahdollisuuksia, vaikka niitä harvennushakkuin autettaisiinkin.

Lievä, esim. 20 %:n karsiminen ei vaikuta puun runkomuotoon, voimakas elävän latvuksen supistaminen aiheuttaa sitä vastoin puun runkomuodon paranemisen. Milloin puolet elävän latvuksen pituudesta poistetaan, ilmiö rajoittuu kuitenkin vain pääasiassa toiseen ja kolmanteen karsimista seuraavaan kasvukauteen rungon 6 m:n mittaisella tyviosalla. Tästä syystä voidaan päätellä, ettei runkomuodon paranemista ole aiheellista ottaa merkitseväenä tekijänä huomioon käytännöllisten karsimistoimenpiteiden kannattavuutta pohdittaessa. Jossain määrin se tosin korvaa voimakkaan karsimisen jälkeistä rungon paksuuskasvun heikkenemistä.

Käsillä olevan tutkimuksen tuloksia tulkittaessa on vihdoin otettava huomioon, että kokeisiin sisältyneiden puiden keskimääräinen latvussuhde on vaihdellut ennen karsimista eri kokeissa 52:sta 59 %:een. Näin ollen on korostettava, että esitetyt karsimisen vaikutusta koskevat tulokset pitänevät lähinnä paikkansa vain sellaisissa metsiköissä, joissa elävä latvusto käsittää ennen karsimista enemmän kuin puolet puun pituudesta. Tutkimuksen kuluessa on näet käynyt ilmeiseksi, että jokseenkin täysitiheissä metsiköissä puiden latvussuhdetta ei voida pienentää enempää kuin 40 %:een puun pituudesta rungon paksuuskasvua heikentämättä. Tämä on tutkimustulos, joka näyttää pitävän paikkansa laajemmaltikin, sillä eräissä toisenlaisissa ilmastollisissa olosuhteissa ja eri puulajeilla suoritetuissa kokeissa on päädytty täysin tässä tutkimuksessa saavutetun kanssa yhtäpitäviin tuloksiin (vrt. *W e c k 1947; L a b y a k ja S c h u m a c h e r 1952*).

Näin ollen näyttäisi siltä, että esillä olevan ongelman käytännöllinen ratkaisu voidaan esittää myös seuraavasti: metsäpuiden kasvua ja valta-asemaa heikentämättä voidaan karsia korkeintaan niin paljon alimpia eläviä oksakiehkuroita, ettei latvussuhde karsimisen jälkeen laske alle 40 %:n.

Kirjallisuusluettelo

- A h o l a, V. K. 1955. Silmukarsinta. *Summary*: Bud pruning. — Metsätal. Aikakausl., s. 85—86.
- B e n n e t t, F. A. 1955. The effect of pruning on the height and diameter growth of planted slash pine. — *J. For.*, s. 636—638.
- B l o m q v i s t, A. G. 1879. Om uppvistning af träd. — Finska Forstfören. Medd. I, s. 167—196.
- C a m p b e l l, R. A. 1955. Does it pay to prune white pine in the Southern Appalachians? — *Southern Lumberman*, s. 179—180.
- C l a p p, R. T. 1956. Katso E. G. R o b e r t s ja R. T. C l a p p 1956.
- D a h m s, W. G. 1954. Growth of pruned ponderosa pine. — *J. For.*, s. 444—445.
- H e i k i n h e i m o, O. 1953. Puun rungon luontaisesta karsiutumisesta. *Summary*: On natural pruning of tree stems. — *Metsäntutk. lait. julk.* 41.5.
- »— 1953 a. Puiden keinollisesta karsimisesta. *Summary*: Artificial pruning of trees. — *Metsätal. Aikakausl.*, s. 399—402.
- H e i s k a n e n, V. 1958. Tutkimuksia koivun karsimisesta. *Summary*: Studies on pruning of birch. — *Metsäntutk. lait. julk.* 49.3.
- I l v e s s a l o, L. ja L a i t a k a r i, E. 1949. Metsikön kasvat. Karsiminen. — Suuri metsäkirja, s. 263—268.
- K r a m e r, P. J. 1952. Katso H. E. Y o u n g ja P. J. K r a m e r 1952.
- L a b y a k, L. F. ja S c h u m a c h e r, F. X. 1954. The contribution of its branches to the main-stem growth of loblolly pine. — *J. For.*, s. 333—337.
- L a i t a k a r i, E. 1937. Laatupuun kasvattamisesta. *Referat*: Über die Erziehung von Qualitätsholz. — *Silva Fennica* 39, s. 259—270.
- »— 1949. Katso L. I l v e s s a l o ja E. L a i t a k a r i 1949.
- L a k a r i, O. J. 1920. Tutkimuksia kuusen karsimisesta. *Referat*: Untersuchungen über die Ästung der Fichte. — *Metsätiet. koelait. julk.* 2.
- L a p p i - S e p p ä l ä, M. 1934. Karsimisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. *Referat*: Über die Ästung und ihre waldbauliche Bedeutung. — *Acta For. Fenn.* 40.25.
- »— 1937. Karsimisesta arvopuun kasvatusta silmällä pitäen. *Referat*: Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. — *Silva Fennica* 42, s. 120—136.
- L a s s i l a, I. 1916. Puiden karsimisesta. — S. Metsänhoitoyhd. Tapion käsikirj. n:o 11.
- L e h t p e r e, R. 1957. The influence of high pruning on the growth of Douglas fir. — *Forestry* 30, s. 9—20.
- M e y e r, H. 1959. Der Einfluss von Kronenkürzungen an Fichten der II. Altersklasse auf deren Höhen- und Stärkenwachstum. — *Arch. Forstw.*, s. 812—849.
- N ä g e l i, W. 1952. Aufastungsversuche in gleichaltrigen Nadelholzbeständen des schweizerischen Mittellandes. — *Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw.* 28, s. 271—354.

- Ralston, R. A. 1953. Effect of pruning on growth of red pine. — Tech. Note. Lake St. For. Exp. Sta. No. 405.
- Razumov, V. P. 1952. Primenenie obrezki sučjev dlja ulučšenija kačestva drevesiny sosny. — Lesn. Hoz. 5, s. 30—37.
- Roberts, E. G. ja Glapp, R. T. 1956. Effect of pruning on the recovery of ice bent slash pine. — J. For. s. 596—597.
- Sarvas, R. 1956. Metsänhoidon tekniikka. Karsiminen. — Metsäkirja I, s. 521—523.
- Schumacher, F. X. 1954. Katso L. F. Labyak ja F. X. Schumacher 1954.
- Slabaugh, P. E. 1957. Effects of live crown removal on the growth of red pine. — J. For., s. 904—906.
- Snedecor, G. W. 1950. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. Fourth edition. The Iowa State College Press, Ames, Iowa.
- Stein, W. I. 1955. Pruning to different heights in young Douglas-fir. — J. For., s. 352—355.
- Week, J. 1947. Zur Zuwachsleistung der Douglas nach Grünastung. — Forst u. Holz, Nr. 12.
- Yli-Vakkuri, P. 1959. Harvennusemetsiköiden optimipuusto. *Summary*: What is the optimum growing stock before thinning. — Metsätal. Aikakausi., s. 416—419.
- Young, H. E. ja Kramer, P. J. 1952. The effect of pruning on the height and diameter growth of loblolly pine. — J. For., s. 474—479.

THE EFFECT OF GREEN PRUNING ON THE GROWTH OF SCOTS PINE

SUMMARY IN ENGLISH

Contradictory results have been obtained in different parts of the world as to the growth in the height and diameter of trees after green pruning. Apart from possible experimental errors, this is to some extent due to the variation in climatic and growth potentials of the pruning experiments, and partly to the dissimilar reaction of tree species to the shortening of their live crown. The present paper is concerned with an attempt to discover the growth reactions of Scots pine (*Pinus silvestris*) brought about by green pruning to different heights in Southern Finland.

In 4 young pine stands varying in age from 25 to 35 years (cf. p. 6), re-measurements were effected in the autumn of the 4th year after green pruning. In each stand, 24 (in one stand only 16) trees had been selected for uniformity and subjected to a randomized pruning experiment consisting of 4 grades:

0	per	cent	of	live-crown	length	(control	trees)
20	»	»	»	»	»	»	»
50	»	»	»	»	»	»	»
80	»	»	»	»	»	»	»

The stem dimensions, the lower limits of the live crown and the crown ratios immediately after the pruning are given in Table 1 (p. 9). As indicated by the Table, the dbh. of trees was about 10 cm. (4 in.) at the moment of pruning. The average crown ratio of sample trees, expressed as percentages of the tree height, varied in different experiments as follows: 52—59 (unpruned trees), 40—47 (20 per cent pruning), 28—31 (50 per cent pruning) and 12—15 (80 per cent pruning).

The outside appearance of trees pruned to 50 and 80 per cent of live-crown length is, in addition, illustrated by Figs. 1 and 2 (p. 7, 8). The number of branch whirls removed and left in each pruning grade in experiment no. 5 is given in the set-up on p. 7.

The main results of the investigation are presented in Table 2 (p. 11), in which there are given the relative annual and periodic radial increments at different fixed heights of the sample trees, the corresponding growth value of unpruned trees being expressed by 100. The figures represent means of 22 sample trees per pruning grade, as no significant difference was detected between the experiment stands concerned.

In the first column of Table 2, the relative growth figures of trees pruned to 20 per cent of live-crown length are given. The indication from this column seems to be that the removal of 2—3 lowermost green branch whirls (= 20 per cent of live crown) would somewhat stimulate the radial growth at least up to the height of 6 metres. However, the analysis of variance showed that the difference in question is statistically insignificant, even at 5 per cent level of significance. Consequently,

it can be concluded that the pruning to 20 per cent of live-crown length, i.e. the removal of 2—3 lowermost green branch whirls, does not significantly affect the radial growth or stem form (cf. also Fig. 3, p. 14) of Scots pine in Southern Finland. Particularly it must be emphasized that a light green pruning of this kind does not reduce the radial growth, which from a practical viewpoint is most important.

Furthermore, it has been found that the crown ratio of Scots pine can be reduced to 40 per cent without appreciable loss in diameter growth even in young fully-stocked stands. This is primarily due to the fact that the lowermost suppressed branches in fully-stocked stands either contribute nothing to the main-stem growth, or may even be consumers from the viewpoint of the stem (cf. also set-up on p. 13).

The pruning of 5—7 lowermost green branch whirls, or 50 per cent of the live crown, materially reduces the stem growth, and for several years changes the vertical distribution of growth along the stem (Table 2, p. 11; Fig. 3, p. 14; Fig. 4, p. 15). However, from Fig. 4 it can be noticed that during the first growing season after pruning the radial growth still is rather uniform along the lower 6 metres of the stem, 57—70 per cent of that grown by the unpruned control trees. During the second growing season, then, the distribution of growth is markedly changed, as the tree is starting to build up its upper stem, the weak point threatening its existence, at the expense of the base. The same phenomenon goes on during the third year. However, during the fourth year the tree already starts to return to the same growth habit maintained by it before pruning. During this growing season, the relative growth at different heights varies from 69 to 85 per cent of that produced by the control trees.

The differences between the growth capacity of trees pruned to 50 per cent of live-crown length and that of unpruned control trees have been found statistically very significant at 1 per cent level.

All trees pruned to 80 per cent of live-crown length survived the critical 4 years now in question. As indicated by Fig. 5 (p. 17), this radical pruning seems to have permanently reduced the radial growth and to have completely changed the vertical distribution of tree growth. However, the same main features can be detected as in the 50 per cent pruning grade, but they are more pronounced and prolonged, and concern particularly upper heights of the stem.

The growth in height of trees in different experiment stands is indicated by Table 3, p. 18. It gives the average increase in tree heights, based upon measurements made from the ground by means of the altimeter. Even in this preliminary phase, it seems justifiable to conclude that on good forest sites (experiment 8) the height growth is not significantly affected by green pruning of even 80 per cent of live-crown length. On poor sites (experiments 5 and 6) the retarding effect of this radical pruning can be clearly ascertained, however. The removal of 50 per cent of live-crown length has obviously but little effect on the height growth of trees even on poor sites. The pruning of 2—3 green branch whirls (20 per cent of live crown) has definitely no consequences as regards the height growth. The phenomenon discussed can be taken as an attempt of the tree rapidly to compensate for the loss in its crown and to maintain its dominant position in the stand, even at the expense of diameter growth.

It was further found that the trees pruned to 80 per cent of live-crown length suffered in many cases from sun burn and snow damage, particularly during the first and second year after pruning.

As practical conclusions, it can be put forward that pruning should be practised on dominating stems, on good sites and in stands where thinnings can be carried out regularly. In pruning operations, at least 2—3 lowermost green branch whirls (20 per cent of live-crown length) but not more than one-third of crown length can be

removed without appreciable losses in growth, provided the crown ratio is not reduced below 40 per cent.

Considering the comparability of pruning experiments carried out in different countries and with varying tree species, it has been stated that the crown ratio after pruning would constitute a better means of comparison than the percentage removed.

SUOMEN METSÄT
KARTAKKEIDEN VALOSSA

YRjö ILVESSALO

THE FORESTS OF FINLAND IN THE LIGHT OF MAPS

SUMMARY IN ENGLISH

DIE WÄLDER FINNLANDS IM LICHT VON KARTEN

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1960

Helsinki 1960. Valtioneuvoston kirjapaino

Tämä kolmen ensimmäisen valtakunnan metsien inventoinnin päätejulkaisu omistetaan kaikille niille, jotka neljän vuosikymmenen kuluessa eri aikoina ja eri muodoissa, ennen kaikkea pitkäaikaisesti raskaan maastotyön ja vaativan tulosten laskennan osalla, ovat olleet avullisina inventointien suorituksessa ja päätökseen saattamisessa.

Alkusanat

Valtakunnan metsien inventointien arvioimislinjat ja aineistot ovat jaettavissa ja tulokset laskettavissa miltei millä tavalla tahansa erotettaville, yksikköinä riittävän suurille alueille. Tässä julkaisussa pyritään luomaan Suomen metsistä kuvaa, joka luonnonmukaisuutta tavoitellen antaisi havainnollisesti ja tarpeellisin selityksin käsitystä metsistä maan eri osissa.

Julkaisun valmistamista varten on ollut tarpeen ensi vaiheena laajamittainen laskentatyö, jossa arvioimislinjat on käsitelty 10 km:n osain. Toisena vaiheena on ollut tulosten merkitseminen ja värittäminen karttoihin kohdilleen sijoitetuille arvioimislinjoille, kolmantena vaiheena suurpiirteisesti luonnonmukaisten alueiden hahmottelu värityksen samanlaisuuksien ja erojen mukaisesti sekä neljäntenä vaiheena näin muodostuneiden alueiden piirtäminen karttoihin. Viidentenä vaiheena on ollut karttojen painatuksen suunnittelu, valmistaminen painatusta varten ja painatus sekä lopuksi tekstiosan painatus ja julkaisun nitominen.

Laajamittaisen laskentatyön ensi vaiheen on suorittanut IBM inventointiaineiston reikäkorteista ja toisen Metsäntutkimuslaitoksen arvioimisosaston tehtävään tottunut henkilöstö lähinnä til.maisteri Alli Salovaaran johtamana, tulosten suurta tarkkuutta vaatineen merkitsemisen karttojen 10 km:n osasiin maisteri Alli Salovaara ja rouva Irma Nylander pitkäaikaisena työnä näiden luvultaan n. 2 500:n osasen samoin suurta tarkkuutta vaatineen asteikon mukaisen värittämisen ja karttojen piirtämisen. Tekstiosan konekirjoitus on ollut neiti Kaisu Annilan osana. Arvioimisryhmien johtajista on ensisijaisesti maatalous-metsätiet. lisensiaatti Paavo Tiihonen ollut tehtävissä mukana.

Maanmittaushallituksen kivipaino on antanut arvokkaan avun kartakkeiden suunnittelussa ja suorittanut niiden painatuksen, Valtioneuvoston kirjapaino nopeasti tekstiosan painatuksen ja vaikeudet voittaen julkaisun nitomisen.

Esitän kaikille julkaisun valmistamisessa osallisina ja avullisina olleille, sekä edellisessä mainituille että nimiluettelon pituuden takia mainitsemattomille, parhaat kiitokset.

Yrjö Ilvessalo

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	7
Luonnonmukaisten alueiden hahmottelu	9
Kartakkeet	12
Maankäyttölajit (kartakkeet 1—4)	12
Metsätyypit (kartakkeet 5—12)	15
Suot (kartakkeet 13—16)	21
Metsien puulajivaltaisuus (kartakkeet 17—20)	24
Metsien syntymäaika ja ikä (kartakkeet 21—25)	32
Puuston keskikuutiomäärä (kartakkeet 26—27)	40
Puuston keskikasvu (kartakkeet 28—29)	45
Puuntuottokyky (kartake 30)	51
Summary	59
Referat	64
Kartakkeiden luettelo — List of the maps — Verzeichnis der Karten	69

Johdanto

Valtakunnan metsien inventointien tuloksia alueittain esitettäessä on käytetty aluejakona metsänhoitolautakuntien toiminta-alueita — I:ssä inventoinnissa läänejä — ja päävesistöalueita. Ensiksi mainitulla jaolla on tarkoitettu tulosten asettamista lähinnä metsänhoitolautakuntien käyttöön niiden tehtävissä ja jälkimmäisellä jaolla lähinnä metsäteollisuuden käyttöön vesitse tapahtuvan kuljetuksen yleisyyttä silmällä pitäen. Edelleen on laadittu tulosten yhdistelmiä valtakunnansuunnittelutoimiston tarpeisiin toimiston käyttöön ottamille talousalueille sekä metsäverotuksessa erotetuille verokuutiolukualueille ja vielä useille tilapäiskäyttöön tarvituille alueille.

Kaikki edellisessä mainitut jaot ovat tarkoittaneet tietyn rajoin määritettyjä ja erotettuja alueita. Ne eivät ole metsien luonteen mukaisesti niin yhtenäisiä alueita, että niiden perusteella voitaisiin kuvata metsämaan ja metsien puuston yhtäläisiä ja vaihtelevia piirteitä Suomessa. Tällaisten piirteiden yksityiskohtainen kuvaaminen ei ole käytännöllisesti katsoen mahdollista minkäänlaisen ennakolta rajoiltaan määrätyn aluejaon pohjalla, sillä maassamme sekä metsämaan että metsien puuston vaihtelu on yleisesti suuri.

Kuva maan metsistä, niiden yhtäläisistä ja vaihtelevista yleispiirteistä on kuitenkin toivottava ja moneen tarkoitukseen tarpeen, samoin kuin vesistöistä, ilmastosta, vuoriperästä, maalajeista, kasvistosta jne. Vuosina 1921—24 suoritetun I:n valtakunnan metsien inventoinnin perusteella pyrittiinkin luomaan tällaista kuvaa silloin käytettävissä olleen Linkolan hahmotteleman, rajoiltaan tietyistä aluejaoista poikkeavan, vain kartalla ja likimääräisin selityksin tekemän, luonnollisuuteen pyrkivän maataloudelliskasvimaantieteellisen aluejaon pohjalla.¹⁾ Inventoinnin arvioimislinjat jaettiin tällaisten alueiden puitteissa, jotka likimääräisin rajoin oli piirretty Suomen karttaan. Alueita nimitettiin viljavuusalueiksi ja niiden pohjalla laadituin kartakkein kuvattiin metsämaan ja metsien puuston yleispiirteistä yhtäläisyyttä ja vaihtelua Suomessa.²⁾

Mainitunlaiset viljavuusalueet soveltuivat eräiden metsällisten tunnusten alueittaiseen kuvaukseen melkoisen hyvin, toisiin vähemmän. Edellisiin

¹⁾ K. Linkola, Kasvillisuus ja kasvisto. Teoksessa »Suomen maatalous» I. Porvoo 1922.

²⁾ Yrjö Ilvessalo, Suomen metsät viljavuusalueittain kuvattuina. (Summary: The forests of Finland described by areas of fertility.) Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 15. Helsinki 1930. (Tästä julkaisusarjasta käytetään jäljempänä lyhennystä MTJ.)

kuului etenkin kasvimaantieteeseen liittyvien metsätyyppien esiintymisen kuvaaminen, jälkimmäiseen puuston yhtäläisyyksien ja vaihteluiden alueittainen kuvaaminen. Nämäkin alueet olivat ennakoita, vaikkakin yleispiirteisesti määrätyt, joten kaikki kuvaus oli pakotettu tapahtuvaksi niiden rajoissa.

Vv. 1936—38 toimeenpannun II:n valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia esiteltäessä siirryttiin tällaisten kuvausten valmistamisessa kokonaan uudelle pohjalle. Ensiksi poikki koko maan ulottuvat arvioimislinjat jaettiin niiden alkukohdista lähtien loppupäähän saakka jatkuvasti 10 km:n pituisiin osiin, jotka merkittiin mahdollisimman tarkoin 1 : 2 000 000 mittakaavan karttaan. Osia syntyi näin n. 2 500. Reikäkorttimenetelmää ja siihen kuuluvia lajittelu- ja laskentakoneita käyttäen selvitettiin kunkin maankäyttölajin ja metsätyypin, soiden ja suotyypiryhmien, metsiköittäin valitsevien puulajien, puuston ikäluokkien, metsiköittäisten keskikuutiomäärien ja keskikasvujen jne. sadannekset, kukin erikseen, jokaisen 10 km-osasen linjapituudesta. Osasiin merkittiin sopivaa luokitusta käyttäen sadanneksia osoittavat luvut.

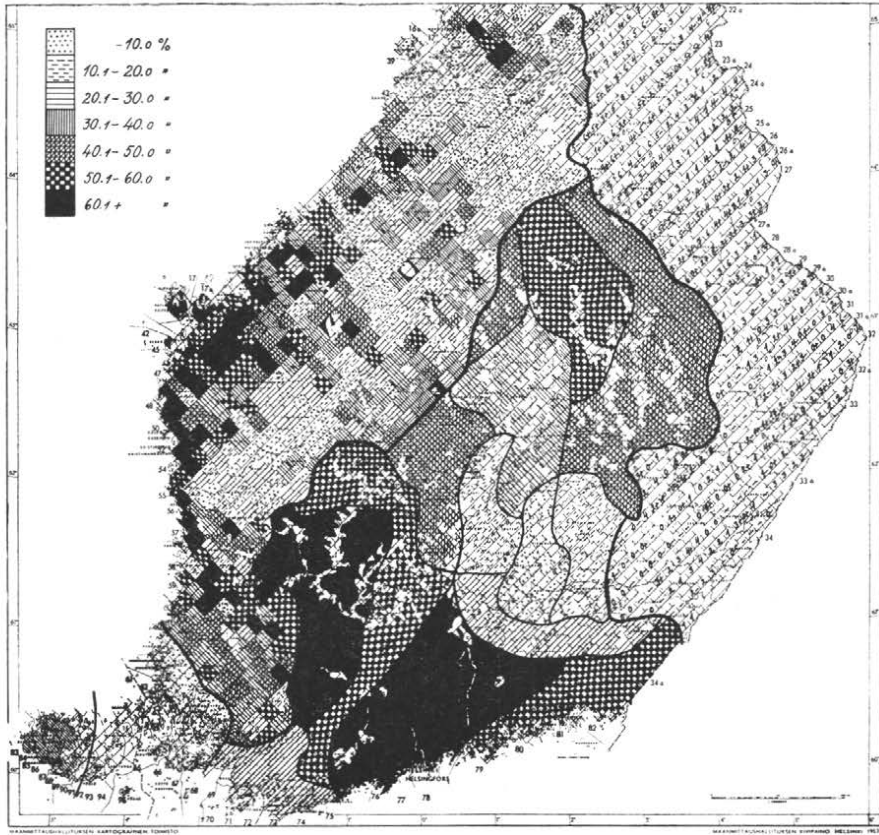
Jokainen maata ja puustoa kuvaava tunnus sai oman karttansa, johon osaset väritettiin pienimmästä sadannesluokasta suurimpaan tummenevin värein. Vaikka 10 km-osasen väri saattaa aivan luonnollisesti vaihtua paljonkin osasesta seuraavaan, havaitaan yleensä huomattavan suurta keskitymistä eri väriasteiden esiintymisessä. Satunnaisiksi katsottaviin värieroihin huomiota kiinnittämättä voidaan näin hahmotella karttaan tutkitavan tunnuksen esiintymisen suhteen suurin piirtein yhtenäisiä alueita vaaleimmasta tummimpaan, siis vähäisestä vahvaan esiintymiseen. Näin muodostuvia alueita voidaan pitää pakkorajattomina luonnonmukaisina alueina, jotka eri tunnusten kartoissa ovat omalatauisiaan ja toisten tunnusten kartoista aivan kokonaankin poikkeavia.

II:n inventoinnin perusteella näin tehdyistä pienaluekartoista julkaistiin vain muutamia tärkeimpiä sen takia, että sota-aika oli viivästännyt niiden valmistumista lähelle seuraavan inventoinnin suunnittelua.¹⁾ Uudesta inventoinnista odotettiin saatavan II:n inventoinnin tukemana entistä varmempaa pohjaa tällaiseen tehtävään. III:n inventoinnin perusteella ryhdyttiinkin valmistamaan karttoja sen jälkeen, kun inventoinnin tulokset koko maalle sekä metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain ja päävesistö-alueittain oli julkaistu. Menetelmää kehitettiin edelleen II:sta inventoinnista, jonka arvioimislinjoja ja karttoja käytettiin soveltuvilta kohdin apuna. Ensimmäiset uudet kartat valmistuivat painoon toimitettaviksi vuoden 1958 lopussa, mutta monet painatukselliset vaikeudet viivästyivät tämän julkaisun lopullista valmistumista.

¹⁾ Yrjö Ilvessalo, Nyky-Suomen metsät ja The forests of Present-day Finland. MTJ 35.5. ja 35.6. 1948 ja 1949.

Luonnonmukaisten alueiden hahmottelu

Niin kuin jo edellisessä mainittiin, jokainen maata ja metsien puustoa kuvaava tunnus sai oman karttansa, jossa luonnonmukaisia alueita hahmoteltiin muita tunnuksia kuvaavista kartoista riippumatta.



Kuva — Fig. 1. Kuusivaltaisten metsien esiintymistä osoittavan kartakkeen muodostuminen: itäosassa 10 km:n osasiin on merkitty esiintymisrunsautta osoittavat sadannekset, lännessä osat varjostettu sadannesluokan mukaisesti, keskiosassa alueet hahmoteltu. — Formation of the map showing the occurrence of forests dominated by spruce: in the east the percentages indicating the occurrence have been marked at the 10 km-sections, in the west the sections have been shaded according to the percentages, in the middle the areas have been outlined.

Kartoissa olivat vaaleansinivärisinä kaikki merkittävät vedet, joiden kohdat linjoilla jäivät ilman tutkittavan tunnuksen esiintymissadannesta ja väriä. Rantojen, saarien ja niemien kohdalla 10 km:n osaset käsittivät tätä määrää vähemmän maata, mikä mahdollisuuksien mukaan otettiin huomioon niiden pienempänä painona alueen keskimääräisen sadanneksen arvioimisessa.

Karttojen valmistamisen kolme päävaihetta nähdään kuvasta 1, jolla pyritään esittämään kuusivaltaisten metsien esiintymisen yhtäläisyyksiä ja eroavuuksia seuduittain maan eteläpuoliskossa.

Hahmotellussa pyrittiin välttämään lukuisien pienien ja rinnakkaisina vain vähän ja epävarmasti toisistaan eroavien alueiden muodostumista. Satunnaisesti suuriin sadanneksiin yleisesti pienten sadannesten seudussa, ts. väritettynä tummiin 10 km:n osasiin yleisesti vaaleiden joukossa, ja päinvastoin ei kiinnitetty sanottavaa huomiota, sillä satunnaisia poikkeuksia seudun yleispiirteestä esiintyy metsämaassa ja puustossa kaikkialla. Edellytyksenä alueen muodostumiseen oli sen kohdalla vierekkäisten, yleensä useiden arvioimislinjojen samanlaisuus kulloinkin kysymyksessä olevan maan tai puuston tunnuksen suhteen.

Muodostuneiden alueiden eroavuudet viereisistä alueista olivat yleensä selvät, mutta alueiden sisälle jäi monesti varsin huomattavaakin vaihtelua. Alueen sadannesluokan ja sen mukaisesti värin määrittämisen perusteena oli alueen sisään jääneiden 10 km:n osasien painollinen aritmeettinen keskiarvo kysymyksessä olevan tunnuksen suhteen taikka myös alueella yleisimmin esiintyvä sadannesluokka. Alueiden sisäisen vaihtelun suuruutta tar-

Taulukko 1. Esimerkkejä soiden esiintymismäärän vaihtelusta kartakkeeseen n:o 13 muodostuneissa alueissa.

Examples of the variation of the occurrence of swamps in the areas formed in the map No. 13.

Alue — Area	Soiden esiintymisen keskiarvo ja jakaantuminen esiintymislukkiin <i>Average and distribution in classes of the occurrence of swamps</i>									10 km-osasien lukumäärä alueessa <i>Number of the 10 km-sections in the area</i>
	Keskiarvo <i>Average</i>	Jakaantuminen luokkiin — <i>Distribution into classes</i>								
		Luokat, % — <i>The classes, per cent</i>								
		< 10	10.1—20	20.1—30	30.1—40	40.1—50	50.1—60	60.1—80	> 80	
	Alueen 10 km-osasten koko lukumäärästä % <i>Per cent of the total number of 10 km-sections of the area</i>									
1	6.0	71.3	28.7	—	—	—	—	—	—	108
2	6.3	70.2	28.0	1.8	—	—	—	—	—	272
3	16.4	4.6	66.7	22.7	3.0	—	—	—	—	66
4	20.6	13.7	31.2	31.2	18.8	3.9	1.2	—	—	290
5	44.1	2.8	1.9	7.5	13.2	48.1	21.7	3.8	1.0	106
6	46.8	—	1.2	5.8	22.1	36.0	23.3	7.0	4.6	86
7	51.8	0.7	2.6	8.1	11.1	15.9	20.2	36.3	5.1	312
8	65.3	0.4	—	0.7	2.5	7.0	16.6	59.5	13.3	441

kästeltiin hajonnan ja keskiarvon keskivirheen valossa. 10 km:n osaset ryhmittäytyivät tavallisesti huomattavassa määrässä keskiarvon vaiheille, mutta monesti niitä levisi myös melkoisen laajalle. Esimerkkinä vaihtelun alueittaisesta suuruudesta tai alueiden yhtenäisyydestä tarkastellaan tässä millään tavalla alueita valikoimatta vain yhtä tekijää, soiden esiintymistä, ja sitäkin supistamista silmällä pitäen vain muutamia esiintymisalueita käsittävänä esimerkkinä.

Taulukkoon 1 otetuissa esimerkeissä havaitaan huomattava keskittymisen yhteisesti keskiarvoluokkaan ja sen viereisiin luokkiin. Esimerkissä 4 keskiarvo on kahden luokan rajalla ja sadannes molemmissa luokissa saman suuruinen. Kahden suurimman keskiarvon alueista 7 ja 8 edellisessä on viljelysseutujen johdosta enemmän myös keskimäärän alle jääviä osasia kuin aivan vähän viljeltyjä maita käsittävässä kauttaaltaan runsasoisessa jälkimmäisessä alueessa. Tähän vaikuttaa se, että viljelysalueita ei ole luettu soihin, vaikka ne olisivat suomaalle raivattuja. Mainittakoon vielä, että keskiarvo keskivirheineen ja hajonta ovat esimerkiksi ja samoin valitsematta edelleen muutamissa niiden lisäksi otetuissa alueissa seuraavanlaisia:

keskiarvo keskivirheineen [$M \pm \epsilon (M)$] <i>Mean and standard error</i>	hajonta (σ) <i>Standard deviation</i>	10 km-osien lukumäärä <i>Number of 10 km- sections</i>
6.0 \pm 0.4	\pm 3.7	108
6.3 \pm 0.3	\pm 4.9	272
16.4 \pm 1.0	\pm 7.8	66
20.6 \pm 0.6	\pm 11.0	290
21.4 \pm 0.7	\pm 13.8	408
25.6 \pm 1.3	\pm 11.0	71
28.4 \pm 3.0	\pm 14.4	23
33.7 \pm 2.8	\pm 13.8	25
44.1 \pm 1.2	\pm 12.1	106
46.8 \pm 1.3	\pm 11.8	86
47.0 \pm 0.9	\pm 10.3	141
51.8 \pm 1.1	\pm 18.5	312
65.3 \pm 0.6	\pm 13.7	441

Niin kuin aiemmin sanottiin esiintyy muodostuneiden alueiden sisällä monista syistä johtuen paljon satunnaisuuksia, jonka vuoksi hajontaa osoittava luku on keskiarvoon verrattuna varsin huomattava. Osasten suuren lukumäärän vaikutuksesta keskiarvon keskivirhe on pieni. Se viittaa todelliseen keskimääräiseen eroavuuteen alueiden välillä, jotka esimerkissä eivät ole vierekkäisiä vaan eri puolilta maata.

Kartakkeet

Kartakkeiden lukumäärä rajoitettiin kustannusten kohtuullisuutta silmällä pitäen. Tarpeellisena on pidetty maankäyttölajeiksi sanottujen maan pääryhmien, metsätyyppien, soiden ja suotyypiryhmien, puulaji- ja ikäluokkavaltaisuuden sekä puuston keskikuutiomäärä- ja keskikasvu luokkien esiintymisen kuvaamista. Miltei kaikkien näiden suhteen aineistopohjaa olisi ollut pitemmälle ryhmiin ja luokkiin jakaantuvalla kuvauksella, mutta jokainen kartake vaati hyvin suuren laskenta-, piirustus- ja alueiden hahmottelutyön sekä sen mukaisesti ja edelleen painetuksi tullakseen melkoiset kustannukset.

Kartakkeissa vedet jäivät värittä, mutta sellaiset vedet kuitenkin peittyivät, joita kapeutensa tai muuten pienen kokonsa vuoksi ei voitu saada kartassa ollenkaan tai kyllin selvästi erikseen näkyviin. Maanmittaushallituksen kivipaino valmisti sekä työssä käytetyt pohjakartat että kartakkeet tämän mukaisesti. Kartakkeissa on selvyuden tehostamiseksi ympäröity muodostuneet alueet ohuella viivalla, vaikka alueet eivät ole varsinaisilla rajoilla toisistaan eroavia vaan ainoastaan tunnuksen esiintymisrunsautta seuduittain valaisevia kuvia.

Kartakkeiden tekstit ilmaisevat, mitä kukin kartake kuvaa. Tekstit ja itse kartakkeet ovat suurelta osalta lisäselitysten ja tulkintojen tarpeessa. Ne esitetään seuraavassa kartakkeiden numerojärjestyksessä. Samalla on pidetty tarpeellisena suppeissa taulukoissa luvuin tai lukusarjoin valaista kartakkeen kuvaaman tunnuksen keskimääräistä esiintymistä tai keskimääräistä osuutta tai keskiarvoa ja niiden mukaisesti usein myös merkitystä koko maassa sekä eräissä tapauksissa maan etelä- ja pohjoispuoliskoissa. Nämä luvut ovat yleensä löydettävissä valtakunnan metsien inventoinnin julkaisuista ja niiden esittäminen tässä on tarkoitettu pääosalta vain välttämään etsimisen vaivan lukijalta, joka niitä kartakkeita tarkastellessaan kaipaa.

Maankäyttölajit

(Kartakkeet 1—4)

Niin kuin aiemmin mainittiin käyvät Suomessa tavallisesti erotetut maan pääryhmät maankäyttölajien nimellä, vaikkei kaikissa tapauksissa ole kysymys nimenomaisesti maan käytöstä. Näiden pääryhmien merkitys ja esiintymisen suhde koko maassa selviää taulukon 2 luvuista.

Taulukko 2. Maankäyttölajit koko maassa.

Kinds of land utilization in the whole of the country.

Kasvullista <i>Productive</i> metsämaata — <i>forest land</i>	Huonokasvuista <i>Poorly</i> <i>productive</i>	Kaikkiaan <i>Total</i>	Joutomaata <i>Waste land</i>	Viljelys-, tontti-, tie- yms. alueita <i>Cultivated, building</i> <i>plot, road, etc. areas</i>	Kaikkiaan maata <i>Total of land</i> <i>area</i>
1 000 hehtaaria ja % koko maa-alasta <i>Thousands of hectares and per cent of the total land area</i>					
17 352 56.8	4 522 14.8	21 874 71.6	4 441 14.6	4 225 13.8	30 540 100

Metsämaan suhteellista esiintymistä maan eri osissa kuvaa kartake 1. Siellä missä metsämaata on keskimäärää vähemmän, on tähän syynä maan eteläpuoliskossa yleensä viljelyn alan ynnä tontti- ja tiealueiden laajuus sekä paikoitellen, etenkin Pohjanmaalla myös aukeiden soiden runsaus ynnä pienessä määrässä rannikolla ja saaristossa avokalliot. Pohjoispuoliskossa vaikuttavat metsämaan osuutta vähentävästi aukeat suot ja vain hyvin rajoitetuilla aloilla viljelysmaat, pohjoispuoliskon pohjoisimmissa osissa ja joissakin pienissä kohdissa etelämpänäkin pääosalta tunturit ja vaaranlaet.

Metsämaa on jaettu inventoinnissa vanhan tavan mukaisesti kasvulliseen ja huonokasvuiseen metsämaahan. Kasvullinen metsämaa käsittää metsämaan alasta koko maassa 79.3 % eli 17 352 000 ha ja huonokasvuinen metsämaa 20.7 % eli 4 522 000 ha. Vastaavat sadannesluvut ovat maan eteläpuoliskossa 85.3 ja 14.7 sekä pohjoispuoliskossa 72.5 ja 27.5. Kasvullinen metsämaa käsittää siis pääosan metsämaasta, metsien puuston kuutiomäärästä vielä suuremman osan, 93.9 %, sekä puuston vuotuisesta kasvusta 95.0 %. Kun huonokasvuinen metsämaa edelleen vähän merkitseväneä voinee olla käsitteenä hyljättävä, osaksi metsämaan ja osaksi joutomaan kesken jaettava ryhmä, ei sen esiintymistä kuvaavaa kartaketta ole tehty.

Kasvullisen metsämaan kartake 2 on eri seuduissa sitä suuremmassa määrässä koko metsämaan kartaketta vaaleampi, mitä enemmän metsämaa käsittää huonokasvuista maata. Eroa aiheuttavat lounais-eteläisellä rannikolla ja saaristossa sekä jonkin verran sisävesienkin rantamilla huonokasvuiset kalliokkomat. Muuten eroavuus johtuu kauas pohjoiseen saakka pääasiallisesti huonokasvuisista soista. Vain siellä täällä pohjoisessa eron syynä ovat lisäksi vaaranlakimaat ja yleisesti vasta maan pohjoisimmassa osassa myös tuntureita reunustavat huonokasvuiset tunturimaat.

Joutomaan osalla Suomen maapinta-alasta on 14.6 % eli 4 441 000 ha. Sen merkitys on suhteellisesti vähäinen, 5.0 % eli 795 000 ha maan

eteläpuoliskossa, mutta hyvin huomattava 25.2 % eli 3 646 000 ha pohjoispuoliskossa. Koko maassa sen pääosana ovat aukeat suot (69.9 %), seuraavana alaryhmänä pensaikkomaista koivua kasvavat tunturit ja avotunturit (26.8 %) sekä pieninä alaryhminä avokalliot ja -louhikot (3.0 %) ynnä avohietikot (0.3 %). Ryhmän koostumus on hyvin erilainen etelä- ja pohjoispuoliskoissa: edellisessä käsittävät aukeat suot 88.3 %, avokalliot ja -louhikot 10.7 % sekä avohietikot 1.0 %, pohjoispuoliskossa taas aukeat suot 65.9 %, tunturit 32.6, avokalliot ja -louhikot ynnä vaaranlaet 1.3 sekä avohietikot 0.2 %.

Joutomaata (kartake 3) on maan eteläpuoliskossa vähimmin pääosassa sisämaan järvioluetta ja osaksi siitä rannikolle päin. Melkoisilla alueilla avosuot jonkin verran lisäävät joutomaan sadannesta, samoin etenkin lounaassa merenrannikon ja saariston avokalliot. Avosoiden vaikutus on suurin Satakunnan-Pohjanmaan rajaseudulla, laajassa osassa keski-Pohjanmaata ja valtakunnan rajan lähetyvillä pohjois-Karjalassa. Pohjoispuoliskossa joutomaata on avosoiden runsaudesta johtuen erityisesti Pohjanlahden perukasta kapean rannikon takana laajalle sisämaahan leviävällä alueella sekä Kainuusta pohjoiseen päin ja Taka-Lappiin rajoittuvassa osassa. Pohjoisina, Saariselän tienoilta lähtien, mutta Inarijärven seutua lukuun ottamatta, joutomaa valtaa pääosan maapinta-alasta erityisesti pensaikkomaista koivua kasvavien ja puuttomien tunturien muodossa.

Viljelys-, tontti-, tie-, yms. alueiden ryhmä käsittää Suomen maapinta-alasta 13.8 %, kokonaan toisenlaisessa suhteessa kuin joutomaa maan etelä- ja pohjoispuoliskoissa. Edellisessä sen osalla on maasta 22.4 % eli 3 615 000 ha ja jälkimmäisessä 4.2 % eli 610 000 ha. Ryhmän pääosana (93.8 %) on maatalouteen luettu maa: kasvi- ja puutarhat, pellot avopientareineen, luonnonniityt, viljelyslaitumet, maatalojen tontti- ja tilustiealueet sekä mudan-, saven- yms. ottopaikat. Ryhmän muu osa (6.2 %) käsittää edelliseen alaryhmään kuulumattomat tontti-, tie- ja hiekan- ynnä soranottoalueet, rautatiealueet, voimanjohtolinjat, lento-, harjoitus- ja urheilukentät, puutavaran ym. varastopaikat ja muut näiden kaltaiset alueet. Jakaantuminen mainittuihin kahteen alaryhmään on likimain samanlainen maan etelä- ja pohjoispuoliskoissa.

Viljelys-, tontti-, tie- yms. alueiden esiintyminen (kartake 4) on runsainta yleisesti etelä-lounais-länsi-Suomessa. Heikompia alueita on kuitenkin vähemmän viljavissa seuduissa välikköinä ja rannikolla saaristoineen. Vahvahkoja haarakkeita ulottuu täältä, välillä kapeana ja katketenkin, eri tahoille keski-Suomeen, pohjois-Hämeeseen, pohjois-Savoon ja pohjois-Karjalaan saakka. Laajemmalti sellainen leviää karumman pohjois-Satakunnan—Pohjanmaan rajaseudun takana pitkälti Pohjanlahden rannikolle ja sieltä suureen osaan etelä-Pohjanmaata ja heikompana myös melkoiselle alueelle keski-Pohjanmaalle. Pohjois-Savon ja pohjois-Karjalan itäosista

sekä Oulujärven tienoosta pohjoiseen päin tämän ryhmän osuus maa-alasta vähenemistään vähenee. Huomattavia poikkeuksia ovat vain Oulun seutu sekä Kemi- ja Torniojokien suupuoli.

Metsätyypit

(Kartakkeet 5—12)

Kasvullisesta metsämaasta on pääosa kivennäismaita eli ns. kovia maita ja pienempi osa ojitettuina tai ojittamattomina kasvullisiksi metsämaiksi luettuja suomaita. Edelliset käsittävät ryhmän alasta koko maassa 81.2 % sekä erikseen maan eteläpuoliskossa 80.8 ja pohjoispuoliskossa 81.7 %. Metsien puuvaroista ja kasvusta on vielä huomattavasti suurempi sadannes kivennäismaiden osalla, joiden tuotollinen hyvyys eli boniteetti määritetään metsätyypin perusteella.

Metsätyyppien erottelussa on ilmennyt vuosikymmenien kuluessa jossain määrin horjuvuutta ja epätasaisuutta, mikä on johtunut lähinnä metsätyyppien erottelun jatkuvasta kehittymisestä ja erotteluohjeissa esiintyneestä vaihtelevuudesta sekä riittämättömästä perehtyneisyydestä metsätyyppeihin ja puutteellisesta kokemuksesta niiden erottelussa. Vaikeutta on voinut lisätä maalajin vaihtelevuus, kivisyys ja kohdittainen pintasoistuneisuus, kulon ja laiduntamisen sekä puuston iän, puulajien, tiheyden ja käsittelynkäin vaikutus aluskasvillisuuden koostumukseen. Kaikista tällaisista syistä esiintyvät vaikeudet ovat erityisen huomattavia metsien inventoinnin arvioimislinjoilla. Linjat ylittävät metsätyyppikuvion toisinaan sen luonteenomaisimmalta keskivaiheelta, jolloin tilaisuutta tarkasteluun on kuvion poikki kuljettaessa pitkälti, toisinaan taas kuvion kapeasta kohdasta tai laidalta, jolloin metsätyypin tarkastelu arvioimislinjalta käsin pakosta jää vaillinaiseksi.

Pääasiallisesti tällaisista syistä on aiheutunut valtakunnan metsien inventointien tuloksissa osittain huomattavaa eroavuutta kivennäismaiden jakaantumisessa metsätyyppeihin. I:stä inventoinnista II:een ilmeni — todennäköisesti ns. opaskasvimenetelmän yksipuolisen ymmärtämisen takia — yleisenä piirteenä metsätyyppien arvioiminen »paremmiksi» siten, että lehtomaisten maiden ja mustikkatyyppin sadannekset kohosivat ja näitä heikompien pienenivät. II:sta inventoinnista III:een tapahtui oikeana pidettävää palaamista varhempaa arvioimista kohti. Osaksi eroavuudet näiden inventointien tuloksissa olivat verraten pieniä ja suurempiin eroavuuksiin vaikuttivat paljon myös eräät jo II:ssa inventoinnissa alkuun erotetut ja eräät uudet pohjoissuomalaiset rinnakkaistyyppit. Huomattavaa eroa metsätyyppien sadannessuhteeseen aiheutti alueidenluovutuksessa menetettyjen

alueiden pois jääminen etenkin Pohjois-Suomessa, jossa rajan taakse jäi Petsamon alueella melkoisesti varpu-jäkälätyypin sekä Sallassa—Kuusamossa paksusammaltyypin maita.

On hyvin todennäköistä, että Aarno Kalelan vielä keskeneräinen vyöhykkeittäinen metsätyyppien tutkimus ja Keltikankaan erityisesti seinäsammaltyyppejä koskeva tutkimus sekä Kujalan valmisteilla oleva, hänen johtamana III:n valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä suoritettu uusi tutkimus tuovat helpotusta, yhtenäisyyttä ja varmuutta metsätyyppien erotteluun. ¹⁾

Metsätyyppien esiintymisen kuvaukselle esitetään taulukossa 3 taustaksi, kuinka suuri pinta-alallinen merkitys eri metsätyypeillä on. Taulukon luvut osoittavat eri metsätyyppien ja lisäksi nykyisessä tilassaan kasvullisten suomaiden osuuden kasvullisten metsämaiden koko alasta. Taulukossa käytetään sen supistamiseksi metsätyypeille niiden lyhennysmerkkejä. Niistä muut ilmenevät kartakkeista paitsi lehto- ja lehtomaiset maat, joista edelliset merkitään Lh ja jälkimmäiset Lhm.

Taulukko 3. Metsätyyppien keskimääräiset osuudet kasvullisen metsämaan alasta.

Average percentages of the forest site types of the total area of productive forest land.

Lh ¹⁾	Lhm ²⁾	MT	pMT	VMT	HMT	VT	EVT	EMT	CT + ECT	ErCIT + CIT	Suo- maata Swamp land	Yh- teensä Total
%												
Koko maa — <i>The whole of the country</i>												
0.6	8.2	20.9	3.1	3.7	1.8	15.9	11.2	8.8	2.8	4.2	18.8	100
Eteläpuolisko — <i>Southern half</i>												
0.9	13.5	35.3	.	.	.	27.8	.	—	3.2	0.1	19.2	100
Pohjoispuolisko — <i>Northern half</i>												
0.2	1.1	.	8.3	8.8	4.2	.	26.4	20.6	2.3	9.8	18.3	100

¹⁾ *The symbols of the types according to Cajander's system, but Lh = Grass-herb types and*

²⁾ *Lhm = Dwarfshrub-grass-herb types, mainly in the South Oxalis-Myrtillus type and in the North Geranium-Dryopteris-Myrtillus type. (Cf. the explanations in the corresponding maps.)*

Kartake 5 kuvaa lehto- ja lehtomaisten maiden esiintymistä yhteisesti sen takia, että sängen niukkojen lehtomaiden yksinään tarkastelulle pohja olisi riittämätön. Kartake ei voi kuvata täydellisesti viljavimpien maiden esiintymistä, sillä näitä on hyvin erilaisessa suhteessa,

¹⁾ Vrt. etenkin: Valter Keltikangas, Suomalaisista seinäsammaltypeistä ja niiden asemasta Cajanderin luokitusjärjestelmässä. (Summary: Finnish feather-moss types and their position in Cajander's forest site classification.) Acta forestalia fennica 69. (Tästä julkaisusarjasta käytetään jäljempänä lyhennystä AFF.) Helsinki 1959.

enimmin paljon maatalousmaata käsittävässä seuduissa, esim. lounais-Suomessa, raivattu viljelyksiksi. Tämä nähdään esim. verrattaessa lehto- ja lehtomaisten maiden kartaketta *G r a n ö n* valtakunnan metsien inventoinnin perusteella laatimaan kartakkeeseen, joka kuvaa yhteisesti näiden metsätyyppien ja niihin verrattavien suotyyppien sekä viljellyn maan esiintymisrunsautta Suomessa. ¹⁾

Lehto- ynnä lehtomaisia maita on enimmin *C a j a n d e r i n* esityksistä lehtokeskuksiksi ²⁾ tunnetuissa seuduissa, joihin usein liittyy niiden ympäristöä etenkin lehtomaisina maina vaihtelevan etäälle. ³⁾ Suuressa osassa Suomen eteläpuoliskoa on laajalti alueita, joissa lehto- ja lehtomaisia maita on viljelykseksi raivauksetkin huomioon ottaen, pienin tai pienehköin poikkeuksin, suhteellisesti vähän. Erityisen niukasti niitä on pohjois-Satakunnasta lähtien Suomenselän vedenjakajaseudulle ulottuen Pohjanmaalla, sen eteläistä ja pientä pohjoisperukan rannikkoseutua lukuun ottamatta. Hyvin niukasti niitä esiintyy myös järvioluetta luoteessa, pohjoisessa ja koillisessa kaartavilla Suomenselän ja Maanselän seuduilla sekä jälleen aivan vähän niistä pohjoiseen päin miltei koko pohjois-Suomessa.

Kartakkeessa 6 kuvataan kartakkeiden lukumäärän rajoittamiseksi varsinaisen *m u s t i k k a t y y p i n* ohella karunluonteisemman pohjoisen mustikkatyyppin sekä samoin kasvillisuutensa koostumuksen perusteella lähinnä mustikkatyyppin ryhmään luetun kainuulaisen puolukka-mustikkatyyppin esiintymistä. Paksusammal tyyppi on katsottu useista kasvipeitteen yhtäläisyyksistä huolimatta siinä määrin ryhmälle vieraaksi, ettei sitä ole yhdistetty kartakkeeseen, ja kaikkiaan vähämääräisenä se on jätetty metsätyyppien esiintymisen kuvauksesta kokonaan pois.

Varsinaisen mustikkatyyppin esiintyminen rajoittuu arvioimislinjoilla tehtyjen merkintöjen mukaan pohjoisessa likimäärin Kajaanin eteläpuolen—Oulun korkeudelle. Paikoitellen se ulottuu hyvin pienessä määrässä, yksinäisinä tapauksina jossain pitkällekin, tämän rajan yli. Joissakin kohdissa rajan eteläpuolella ja yhtenäisemmin, vaikka yleensä niukasti rajasta lähtien pohjoiseen päin esiintyy pohjoista mustikkatyyppiä, enimmin Kemi- ja Torniojokien suupuolella sekä osissa Kuusamo, Posiota, Taivalkoskea ja Pudasjärveä. Puolukka-mustikkatyyppi rajoittuu linjamerkintöjen mukaan pääasiallisesti Kainuuseen, mutta pistäytyy kaikissa suunnissa pienessä määrässä sen ulkopuolellekin.

¹⁾ J. G. *G r a n ö*, Maantieteelliset alueet. Suomen maantieteen käsikirja. Ss. 370—371. Helsinki 1951.

²⁾ Esim. A. K. *C a j a n d e r*: Esitelmä viljavan maa-alan jakaantumisesta Suomessa ja sen vaikutuksesta asutukseen (AFF 7. Ss. 173—175. 1916). — Metsänhoidon perusteet I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Ss. 486—488. Porvoo 1916. — Über die Verteilung des fruchtbaren Bodens in Finland (AFF 25. 1923.)

³⁾ Samaa osoittavat esim. *K a a r l o L i n k o l a n* s. 7 alahuom. mainittu kirjoitus sekä *O. J. L u k k a l a n*, Tutkimuksia viljavan maa-alan jakautumisesta etenkin Savossa ja Karjalassa. (Erityisesti kartta N:o 11: vaateliiden kasvien leveneminen.) AFF 9. Helsinki 1919.

Varsinaisella mustikkatyypillä on maan eteläpuoliskossa usealla taholla laajoja keskimäärältään vahvoja, vähintään 41—50 %:n esiintymisalueita. Vähimpään, alle 20 %:n, se jää Pohjanmaan sisämaan — Suomenselän ja Maanselän tienoilla. Muualla vahvojen esiintymisalueiden välimailloilla ja ulkopuolella se esiintyy keskimääräisenä tai jonkin verran vähemmän. Näihin kuuluvat vaihtelevasti kohdittain vahvaa ja niukakkoa esiintymistä käsittävinä laajoina alueina maan kaakkoinen osa, luoteessa Sisä-Suomeen ja pohjois-koillisessa pohjois-Karjalan perukkaan saakka ulottuvine haarakkeineen, sekä maan lounainen osa rannikon läheisesti Pohjanmaalle pistävine kapeikkoineen, jossa yleisesti voimakas viljelys on lehto- ja lehtomaisten maiden lisäksi vallannut laajassa mitassa myös mustikkatyypin maata. Parhaita metsämaita käsittävillä alueilla mustikkatyypin osuutta supistaa paljon lehtomaisten maiden runsaus. Huomattava on, ettei mustikkatyypin — enemmän kuin yleensä muutkaan metsätyypit — ole kaikkialla samanlaista, vaan monissa seuduissa melko yleisesti etenkin kivisyyden tai pintasoistuneisuuden johdosta vaihtelevaa.

P u o l u k k a t y y p i n kartakkeeseen (7) on sovitettu kartakkeiden lukumäärän rajoittamiseksi varsinaisen puolukkatyypin ja pohjoisen variksenmarja-puolukkatyypin esiintymisen kuvaus. Tämä käy päinsä sen takia, että näiden rinnakkaistyyppien esiintymisen rajat, edellisen pohjoiseen ja jälkimmäisen etelään päin, sattuvat suurin piirtein samoille seuduille. Molemmat ulottuvat yleensä vain paikoitellen ja vain pienessä määrässä, mutta joissakin satunnaisissa tapauksissa kauaskin rajan yli.

Varsinaisella puolukkatyypillä on idässä kaksi vahvaa esiintymisaluetta. Toinen käsittää Salpausselkää ja sen lähiseutuja eteläisen Saimaan tienoossa ja siitä kapeahkosti Mäntyharjun reitin puolelle sekä vähän heikompina näistä itään valtakunnan rajalle ja etelään Suomenlahteen ulottuvia seutuja. Toinen on pohjois-Karjalan itä- ja pohjoisosissa, jonkin verran pohjois-Savon puolelle saakka. Lännessä vahvinta esiintymistä havaitaan Hämeenlinnan lounaispuolelta etenkin Renkoa, Tammelaa, Somerniemeä ja Suomensjärveä käsittävässä kapeahkossa alueessa ja siitä leveämmälle laajenevalla lounais-Suomen rannikkopuolen alueella, jossa viljelys on voimakkaasti vallannut paremmat maat. Toisen vahvan esiintymisen käsittää laaja alue pohjois-Satakunnasta Pohjanmaalle, kapeata rannikkoa lukuun ottamatta, ja siihen rajoittuvalle Suomenselälle sekä edelleen jonkin verran järvi-alueelle. Vahvoilla esiintymisalueilla on siellä täällä muunlaisen metsämaan ja viljelyksen voimakkaampia kohtia sekä taas näiden vahvoilla alueilla puolukkatyypin vähäisiä voitokkaita seutuja.

V a r i k s e n m a r j a - p u o l u k k a t y y p p i on levinnyt linjamerkintöjen mukaan Taka-Lappia lukuun ottamatta miltei koko Pohjois-Suomeen. Raja viereiseen variksenmarja-mustikkatyypin päin on kuitenkin ollut arvioimislinjoilla monta kertaa siinä määrin epävarma, ettei esiin-

tymisen kuvaus voi olla kaikkialla varmaa. Vahvimpia ovat kartakkeen mukaan pohjois-Karjalan vahvaan puolukkatyyppin esiintymisalueeseen liittyvä kaakkoinen Kainuu ja sitä seuraavan puolukka-mustikkatyyppin runsaimman alueen pohjois-luoteispuolella leveästi Kuusamoon ja Torniojoen varrelle saakka ulottuva vyöhyke ynnä vielä huomattavassa määrässä Perä-Pohjolan keskinen osa. Mainittakoon, että kaikkien näiden alueiden eräistä osista mitattiin vuoden 1930 vaiheissa Perä-Pohjolan ja myöhemmin Kainuun metsien kasvua ja kehitystä koskevissa tutkimuksissa variksenmarja-puolukkatyyppiin luetut koealat.¹⁾

V a r i k s e n m a r j a - m u s t i k k a t y y p p i, jota äsken sanottiin edellisen metsätyyppin viereiseksi ja siitä useinkin epävarmasti erotetuksi metsätyyppiksi, on saanut Perä-Pohjolan ja Lapin yleisimpänä metsätyyppinä oman kartakkeensa 8, vaikka sen huomattavan laajan esiintymisalueen eteläraja jää verraten kauas pohjoiseen. Yhdessä variksenmarja-puolukkatyyppin kanssa se käsittää jotakuinkin kaikkialla Perä-Pohjolassa ja Lapissa kivennäis- eli ns. kovien kasvullisten metsämaiden pääosan. Niissä osissa tätä laajaa aluetta, joissa variksenmarja-puolukkatyyppiä on vähän ja osaksi sielläkin missä sitä on verraten yleisesti, variksenmarja-mustikkatyyppi on tavallisin metsätyyppi.

Yhteisesti variksenmarja-mustikkatyyppin ja variksenmarja-puolukkatyyppin voittaa esiintymisrunsaudessa vain Inarissa ja pienessä Sodankylän pohjoisosassa sekä Enontekiön seudussa v a r p u - j ä k ä l ä t y y p p i yhdessä vähemmän merkitsevien puhtaiden j ä k ä l ä - ja k a n e r v a t y y p p i e n kanssa. Näiden varsinaisten kuivien kankaiden esiintymistä, jossa pohjoisessa on yleisesti pääosana varpu-jäkälätyyppi ja etelämpänä vahvasti kanervatyyppi, kuvaa kartake 9. Edellisessä mainittujen seutujen jälkeen niiden keskinkertaista runsaampia, mutta kuitenkin verraten niukoja esiintymisalueita ovat Enontekiön eteläpuolinen lähiseutu, Savukoskelta Pelkosenniemen ja Sodankylän välimaiden kautta Rovaniemen tienoille ulottuva alue, laajahkolti Oulujärven—Oulujoen ympäristö, Maanselän seutu pohjois-Karjalassa sekä Hämeen- ja Pohjankankailta Pohjanmaan puolelle leviävä pienehkö alue. Kaikissa näissä alueissa kuivien kankaiden esiintymisessä on paikoittaista vaihtelua. Sitä on muuallakin sellaisista seuduista, joissa tällaisia kangasmaita on tuskin ensinkään, sellaisiin pieniin tai pienehköihin kohtiin, joissa niitä on jopa runsaastikin.

Kartake 10 osoittaa, mikä on yleisimmin vallitseva kivennäis- eli kovien maiden m e t s ä t y y p p i maan eri osissa. Erheellisen käsityksen välttämiseksi metsätyyppin vallitsevuudesta on merkitty jokaiseen muodostuneeseen alueeseen lähinnä yleisin metsätyyppi ja sen esiintymisrunsaus luokkina 35.1—45 %, 25.1—35 % ja 15.1—25 % alueen kas-

¹⁾ Y r j ö I l v e s s a l o, Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. (Summary: Growth of natural normal stands in central North-Finland.) MTJ 24.2. 1937.

vullisen metsämaan alasta. Useimmissa alueissa lähinnä yleisin metsätyyppi esiintyy runsausluokkana 15.1—25 %. Varsinkaan luokan 35.1—40 % ollessa lähinnä yleisin ei yleisimmän metsätyyppin sadannes ole paljoakaan tätä suurempi, kun otetaan huomioon että myös runsausluokan < 15 % metsätyyppijä saattaa olla useita ja että lisäksi kasvullisilla suomailta voi olla merkittävä sadannes. Enimmäkseen vallitsevan metsätyyppin ohella esiintyy yleisenä laadultaan lähinnä heikompi tai lähinnä parempi metsätyyppi.

Maan eteläpuoliskossa mustikkatyyppillä on laajimmalti vallitsevan metsätyyppin asema, joka jatkuu pääosaan Kainuuta karumpana puolukka-mustikkatyyppinä. Myös puolukkatyyppi on suuressa määrässä yleisin metsätyyppi. Se valtaa mustikkatyyppiltä ensi sijan hyvin laajalti — pääasiallisesti vain rannikkoseutua lukuun ottamatta — Pohjanmaalla ja Suomenselän tienoilla sekä viljelykseen vahvasti raivatulla lounaisella rannikkoalueella. Edelleen se on vallitsevampi Suur-Saimaan seutuvilla ja siitä jatkuen Salpausselän vaiheita länteen päin, lopuksi kartakkeessa näkyttömäksi kaventuen, ja idässä myös Suomenlahden rannalle ulottuen, sekä karuhkojen Karjalanselän ja Maanselän paikkeilla. Lehtomaisilla mailla yhdessä niukka-alaisten lehtomaiden kanssa on ensi sija Uudenmaan pääosassa, Tampereen luoteis-, länsi- ja eteläpuolelta itään Lahden seutuville ja sieltä pääasiallisesti Päijänteen itäpuolta pohjoiseen pistävällä alueella sekä edelleen Iisalmelta laajahkoltai Kuopion ympäristöön levenevällä alueella ja vähään rajoittuen Joensuun eteläpuolella.

Pohjoispuoliskossa on laajimmalti yleisin variksenmarja-mustikkatyyppi, pohjoisimmissa metsäseuduissa pääosalta varpu-jäkälätyyppi yhteisesti niukempien kanerva- ja jäkälätyyppien kanssa. Torniojokivarresta lähtien Pohjanlahden perukan vaiheilla itään päin suuntautuvalla alueella, puolukka-mustikkatyyppivaltaista Kainuun pääosaa lukuun ottamatta, näyttää olevan ensi sija variksenmarja-puolukkatyyppillä. Kahdessa pienessä Pohjanlahdesta sisämaahan pistävässä seudussa, Tornion lähetyvillä ja Oulun pohjoispuolella, pohjoinen mustikkatyyppi on ollut arvioimislinjoilla yleisin metsätyyppi. Oulujoen varresta levenevällä alueella on puolukkatyyppillä, paikoitellen variksenmarja-puolukkatyyppin tapaisena ja hyvin yleisesti kanervatyyppiä rinnallaan käsittävänä, ensi sija. Paksusammaltyyppi ei näytä esiintyvän missään niin laajalti yhtenäisen runsaana, että se voisi olla kartakkeessa näkyvästi seudun yleisin metsätyyppi.

Metsätyyppien esiintymistä täydentämään on laadittu vielä kartakkeet 11 ja 12, joissa kasvullisten metsämaiden kivennäis- eli ns. kovien maiden metsätyytit on yhdistetty tuoreiden kankaisten ja kuivana puoleisten ynnä kuivien kankaisten ryhmiksi.

Kartakkeesta 11 nähdään, että tuoreilla kankailla, lehto- ynnä lehtomaisilla ja mustikkatyyppin mailla yhteisesti, on pääosassa maan eteläpuo-

liskoa ja puolukka-mustikkatyypit näihin luettaessa myös pääosassa Kainuuta vahva valta-asema. Kuivanpuoleisilla ynnä kuivilla kankailla, jotka käsittävät puolukka-, variksenmarja-puolukka- ja variksenmarja-mustikkatyypit ynnä kanerva-, varpu-jäkälä- ja jäkälätyypit, on yleisesti vahva valtasija Pohjois-Suomessa, äsken mainittua Kainuun pääosaa lukuun ottamatta. Samoin ne ovat voitolla, pääasiallisesti vain puolukka- ja pieneltä osalta kanervatyypin yhteisummana, Pohjanmaan sisäosan — Suomen-selän laajalla alueella ja Maanselän seudussa. Samanmääräiset tuoreiden kankaiden kanssa ne ovat Suur-Saimaan tienoilla sekä siitä etelään päin Suomenlahteen ja kapeahkosti jonkin verran länteenkin päin ulottuvalla alueella.

On muistettava, että kasvullisista metsämaista on vaihtelevassa määrässä osa kasvullisia suomaita, jonka vuoksi kartakkeet 11 ja 12 päällekkäin asetettaessa alueiden ja niiden osien yhteisumma monesti voi puuttua paljonkin 100 %:sta.

Suot

(Kartakkeet 13—16)

Suot muodostavat siinä määrin kivennäis- eli ns. kovista maista eroavan omalaatuisen ryhmänsä, että niiden esiintymisen tarkastelu tehdään viimeksi mainituista erillisesti ja käsitellen ne edelleen soiden alaryhminä maankäyttölajeihin jakamatta.

Soihin luetaan tässä kaikki sellainen metsä- ja joutomaa, jossa pinnassa on yhtenäinen, vaikkapa vain ohutkin suoturvepeite. Laikuittainen pinta-soistuneisuus ei siis aiheuta maakuvion viemistä soiden ryhmään, vaan tällaiset kuviot, jotka käsittävät n. 1.4 milj. ha kasvullisia metsämaita, luetaan kivennäismaiden metsätyyppeihin ja erotetaan tyypissään laikuittain soistuneeksi alaluokaksi. Aiemmin puheena olleista maankäyttölajeista neljättä, viljelys-, tontti-, tie- yms. alueita, ei viedä alkuaan suopohjalle perustetulta osaltaan soiden ryhmään, koska ne on ojitettu ja muokattu siten ettei niissä enää ole pinnassa yhtenäistä suoturvetta. Poikkeuksellisesti saattaa esim. laajahkon tontin, viljelyslaitumen, varastopaikan yms. alalla olla jokin kohta suota, mutta nämä alat ovat kaiken kaikkiaan vähäiset.

Näin määrittäen soiden osalla on Suomen koko maapinta-alasta 31.9 % eli 9 742 000 ha. Metsä- ynnä joutomaiden yhteisestä pinta-alasta, siis viljelys- yms. alueiden ryhmä koko pinta-alasta pois jättäen, suot käsittävät 40.8 %. Jos ojitetut suot erotetaan suopinta-alasta, jäi vv. 1951—53 soiden alaksi 8 825 000 ha eli 28.9 % Suomen koko maapinta-alasta. Jat-

kunut soiden ojitus sekä metsä- että maataloudellisia tarkoituksia varten on vv. 1951—53 jälkeen pienentänyt mainittuja suosadanneksia. Verraten laajassakin mitassa tehtynä sen muuttava vaikutus soiden esiintymistä osoittaviin kartakkeisiin on kuitenkin lyhyenä aikana pieni.

Soiden esiintymistä kuvaava kartake (13) eroaa paikoitellen huomattavastikin varhempien inventointien perusteella tehdyistä vastaavanlaisista kartakkeista. Uusi kartake on luotettavampi sen johdosta, että aineistopohja on nyt suurempi. Pienessä määrässä aiheutuu eroja myös siitä, että suon ja kivennäis- eli kovan maan raja esim. soiden reunoilla saatetaan määrittää hyvin ohutturpeisilla mailla kuivana ja sateisena kesänä eri kerroilla jonkin verran eroavasti.

Soiden osuus koko maa-alasta on hyvin suuri, jopa yli 60 %, Pohjanlahden pohjoisosasta kapean rannikon jälkeen laajalti sisämaahan leviävällä alueella. Paikoitellen etelämpänäkin Pohjanmaalla ja Suomenselällä sekä melkoisessa osassa Perä-Pohjolaa esiintyy jonkin verran samaa ja enemmän lähinnä seuraavaa, 51—60 %:n runsausluokkaa. Suuressa määrässä soisia ovat edelleen lavealti pohjoisen Satakunnan ja eteläisen Pohjanmaan yhtymäseudut, pitemmälle Pohjanmaalle pistävine haarakkeineen, Suomen-selän itäinenkin reunama kapeasti järviolueen puolelle ulottuvine liepeineen, pääosa Kainuuta sekä enimmälti Maanselän ja Karjalanselän tienoot ynnä vielä alue Inarijärven pohjoispuolella.

Vähimmin soita esiintyy yleisesti Sisä-Suomen järviolueella ja lounais-eteläisellä rannikkoalueella Ahvenanmaa siihen luettuna. Samoin niitä on suhteellisesti vähän Pohjanmaan kapealla rannikkokaistalla ja muutamilla vahvasti viljellyillä jokivarsilla siitä sisämaahan päin sekä suurelta osalta tunturiseutujen valtaamassa Taka-Lapissa. Näilläkin alueilla on kuitenkin siellä täällä sellaisia seutuja, osaksi huomattavan laajoja, joissa suosadannes kohoaa lähelle koko maan keskiarvoa tai paikoittain siitä yli.

Kuva soiden esiintymisestä muodostuu eräissä osissa maata melkoisen erilaiseksi laskettaessa soiden osuus koko maa-alasta, niin kuin edellisessä on tehty, ja laskettaessa se yhteisesti metsä- ja joutomaiden alasta, siis viljelys-, tontti-, tie- yms. alueet pois jättäen. Suurinta eroavuutta havaitaan niissä osissa Pohjanmaata, etenkin jokivarsia ympäristöineen, joissa soita on laajalti raivattu viljelysmaiksi. Näissäkin seuduissa viljelysten ulkopuolinen maa on runsassoista. Yleisesti soiden esiintymistä kuvaavan kartakkeen alueet muuttuvat näin laskien Pohjanmaalla Kemin tienoista lähtien pohjois-Satakuntaan saakka sekä idässä jonkin verran järviolueen pohjoiseen osaan ulottuvasti yhden runsausluokan verran soisemmiksi ja samalla laajenevat reunoillaan kapealti vähemmän soisille naapurialueille. Siten muuttuvat etenkin viljellyt Oulu-, Siika-, Pyhä-, Kala-, Lesti-, Perhonne. jokilaaksot jopa Kokemäenjoelle saakka kartakkeen osoittamaa kuvaa soisemmiksi.

Tällaiset muutokset rajoittuvat pääosalta Pohjanmaalle. Se johtuu siitä, että muualla joko runsassoiset seudut ovat vähän viljeltyjä tai viljelty seudut suhteellisesti vähäsoisia. Mainittakoon vielä sellaisina alueina, joissa soiden osuus näin laskien muuttuu vajaan tai paikoittain täydenkin runsausluokan suuremmaksi lounais-Suomessa Pyhäjärven eteläosan ympäröstä kapeahkosti Pöytyän, Kosken, Someron kautta Tammelaan, Renkoon ja Kalvolaan ulottuva seutu sekä Kotkan itäpuolinen osa maata Suomenlahdesta Saimaan rantaan saakka ynnä edelleen Mikkelin pohjoispuolelta leveänä alkava ja kapeahkona Kuopion eteläpuolelle päättyvä alue.

Kun soiden kartake muualla, pääosassa maata on jotakuinkin samanlainen laskettaessa soiden esiintyminen koko maa-alasta ja viljelys- yms. maat pois jättäen, ei uutta kartaketta entisen lisäksi ole pidetty tarpeellisena, vaan on pidetty riittävänä edellisessä hahmoteltua sanallista muutosten esittämistä.

Taulukko 4. Soiden jakaantuminen suotyyppiryhmiin.

Division of swamps into groups of swamp types.

Korvet <i>Spruce and hardwood s.</i>	Rämeet <i>Pine s.</i>	Nevat <i>Open white moss s.</i>	Letot <i>Open brown moss s.</i>	Ojitetut s. <i>Drained s.</i>	Yhteensä <i>Total</i>
1 000 ha ja % koko suoalasta <i>Thousands of hectares and per cent of the total area of swamps</i>					
2 036 20.9	4 062 41.7	2 445 25.1	283 2.9	916 9.4	9 742 100

Suot jaetaan lukuisiin suotyyppisiin, jotka tavallisesti yhdistetään viideksi suotyyppiryhmäksi: korvet, rämeet, nevat, letot sekä ojitetut suot. Näiden ryhmien suuruutta osoittaa taulukko 4. Kartakkeet on tehty vain kolmelle ensiksi mainitulle ryhmälle. Lettoja on niin vähän, että niiden kartake olisi hyvin epävarma, ja sitä paitsi näyttää siltä että letot vastedes tulisivat yhdistettäväksi nevojen ryhmään. ¹⁾ Myös ojitettujen soiden ryhmä on niin pieni ja lisäksi niin erilaisia kuivamisasteita — turvekankaat, muuttumat ja ojikot — käsittävä, ettei kartakkeen laatimista sille ole pidetty tarkoituksen mukaisena.

Korpien esiintymistä sadanneksina koko suoalasta kuvaa kartake 14. Korpien osuus suoalasta on erityisesti maan eteläpuoliskossa yleensä suuri siellä missä soita on suhteellisesti vähän: Sisä-Suomen järviolueessa sekä lounais-eteläisessä rannikkoalueessa. Hyvin vähäinen korpien osuus suoalasta on etenkin pääosassa Suomenselän seutua ja siihen läheisesti

¹⁾ Olavi Huikari, Suotyypin määrittäminen maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. (Summary: On the determination of mire types especially considering their drainage value for agriculture and forestry.) *Silva fennica* 75. 1952.

liittyyvää osaa Pohjanmaasta sekä laajalla erityisen soisella, yleisesti karuhkolla alueella Pohjanlahden pohjoisen rannikon itäpuolella. Se on pieni miltei kaikkialla pohjois-Suomessa, mutta soiden yleisesti suuren alan takia kuitenkin pinta-alallisesti merkittävä.

Korpien kartake muistuttaa suurelta osalta tuoreiden kankaiden kartaketta (11). Jo I:n valtakunnan metsien inventoinnin perusteella saatettiin yksityiskohtaisesti 10 km:n pituisten linjan osien vertailuja tehden todeta, että korpien ja tuoreiden kankaiden esiintymissuhteiden kesken vallitsee huomattavan suuri riippuvuus. Koko maata yhtenä kokonaisuutena käsitellen saatiin tätä riippuvuussuhdetta osoittavaksi korrelaatio-kertoimeksi $r = 0.800 \pm 0.043$ ja korrelaatiotasodannekseksi 29.0 ± 2.25 .¹⁾ Riippuvuussuhteeseen aiheuttavat poikkeusta vahvasti viljellyt seudut, joissa erityisesti paljon korpimaita on raivattu viljelysmaiksi. Jatkonut raivaus ja soiden metsäoijitus ovat voineet 30 vuoden aikana vähentää sanotua suhdetta.

Rämeiden kartaketta (14) soiden kartakkeeseen verrattaessa havaitaan yleispiirteinä, että rämeiden osuus suoalasta on suuri siellä, missä soiden osuus koko maa-alasta on suuri. Samankaltaisuus lisääntyy, jos nevojen kartake (15) yhdistetään rämeiden kartakkeeseen. Poikkeuksena on erityisesti Taka-Lappi, jossa soita on maaston yleisestä korkeudesta johtuen suhteellisesti vähän ja pääosa niistä on nevoja, paikoitellen rinnalla runsaasti, Inarin itäosassa vallitsevasti rämeitä.

Huomattavaa yhtäläisyyttä on rämeiden — varsinkin nevoilla lisätynä — ja kuivanpuoleisten ynnä kuivien kankaiden (kartake 12) esiintymisrunsaudessa, mikä myös havaittiin selvästi jo edellisessä mainitussa I:een valtakunnan metsien inventointiin perustuvassa tarkastelussa. Mainittakoon vielä, että Taka-Lapin pohjoisimmassa osassa, jossa kasvullisia metsämaita yleisesti ja myös kuivanpuoleisia ynnä kuivia kankaita erikseen on vain paikoitellen pieninä aloina, suhteellisen vähäisessä määrässä esiintyvät suot ovat pääosalta nevoja ja luonteeltaan niihin läheisesti liittyviä rämeitä.

Metsien puulajivaltaisuus

[(Kartakkeet 17—20)

Puulajivaltaisuus kuvataan metsien pinta-alan mukaisilla puulajisuhteilla sen perusteella, kuinka suurella sadannesosalla kasvullisen metsämaan pinta-alasta puulaji on metsikön vallitsevan puuston pääpuulajina. Pääpuulajiksi käsitetään se puulaji, jonka sadannes metsikön vallitsevan puuston

¹⁾ Yrjö Ilvessalo, Metsä- ja suotyyppien esiintymisen keskinäisestä suhteesta. (Summary: On the mutual relation between the occurrence of forest site types and swamp types.) AFF 40. 1934.

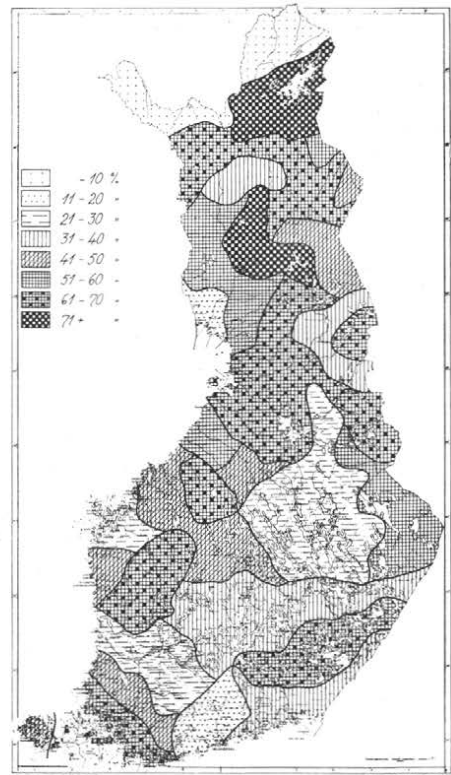
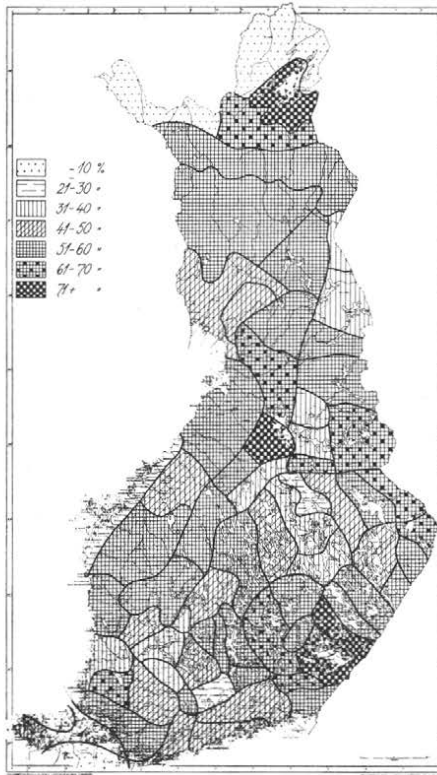
kuutiomäärästä on suurin. Metsien puulajivaltaisuutta keskimäärin koko maassa osoittaa taulukko 5. Siihen on merkitty myös erikseen maan etelä- ja pohjoispuoliskon luvut sen johdosta, että jo näin kahteen osaan maa jaettaessa havaitaan hyvin huomattavaa eroavuutta. Molemmissa on tosin mäntyvaltaisten metsien osuus kasvullisista metsämaista suurin, mutta eteläpuoliskossa kuusi- ja koivuvaltaisilla metsillä on niiden rinnalla paljon suurempi osuus kuin pohjoispuoliskossa. Esiintymistä kuvaavat kartakkeet on valmistettu vain mänty-, kuusi- ja koivuvaltaisille metsille. Muita puulajeja on metsikön vallitsevana puustona niin vähän, ettei niille saata- vlla epävarmoilla kartakkeilla olisi merkitystä.

Taulukko 5. Metsien keskimääräinen puulajivaltaisuus.

Average predominance of the tree species.

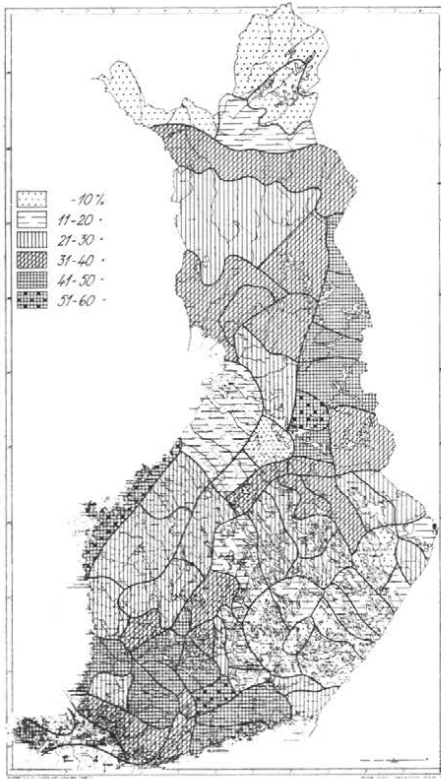
Mänty- Pine	Kuusi- Spruce valtaisia	Koivu- Birch metsiä — as dominant species	Leppä- Alder	Haapa- Aspen	Paljaana Clear areas	Yhteensä Total
1 000 ha ja % kasvullisen metsämaan alasta <i>Thousands of hectares and per cent of the total area of productive forest land</i>						
Koko maa — <i>The whole of the country</i>						
8 624 49.7	6 125 35.3	2 273 13.1	191 1.1	18 0.1	121 0.7	17 352 100
Eteläpuolisko — <i>Southern half</i>						
42.7	39.1	15.5	1.8	0.2	0.7	100
Pohjoispuolisko — <i>Northern half</i>						
59.1	30.1	9.9	0.1	0.1	0.7	100

M ä n t y v a l t a i s t e n metsien osuus kasvullisen metsämaan pinta- alasta (kartake 17) on suuri yleisesti sellaisilla alueilla, missä kuivanpuolei- sia ynnä kuivia kankaita sekä rämemaita on runsaasti. Niiden osuuteen vaikuttaa enentävästi se, että myös tuoreista kankaista on hyvin yleisesti huomattava osa mäntyvaltaisten metsien hallussa. Tällaiset tuoreet kan- kaat ovat pääosalta mustikkatyyppejä ja sen pohjoisia muotoja. Mustikka- tyypistä on Savon etelä- ja itäosassa suhteellisesti enimmäin, keskimäärinkin n. 40 %, ja laajoilla alueilla muualla n. 30 % mäntyvaltaisia metsiä. Onpa sellaisia lehtomaisistakin maista monissa seuduissa 10—20, jopa etelä- Savossa yli 20 %. Toisaalta taas mäntyvaltaisten metsien runsauteen vai- kuttaa vähentävästi se, että puolukkatyypin kankaista on melkoisen ylei- sesti 20—30 %, vieläpä laajoilla alueilla esim. pohjoisessa Savossa, etelä- Hämeen — Uudenmaan seudussa ja Pohjanlahden keskisen osan rannikko- puolessa yli 30 % kuusivaltaisten sekä pieni osa vielä koivuvaltaistenkin metsien hallussa. Samoin on asianlaita laajoilla alueilla maan pohjoispuolis- kossa selvästi männylle kuuluvilla mailla.

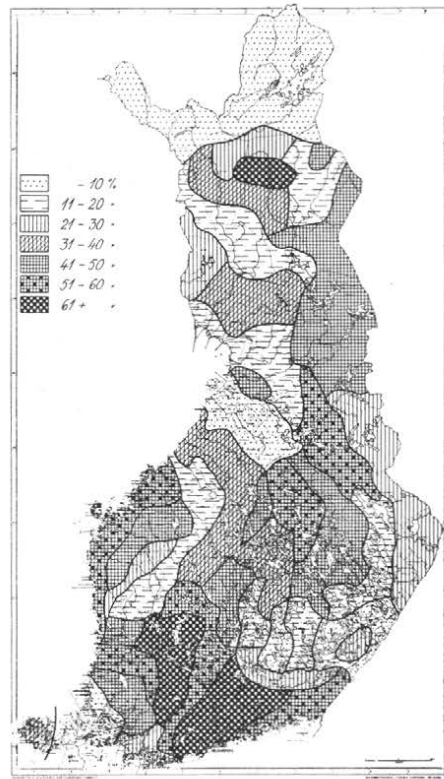
2. Vv. 1921—24 — *In the years 1921—24*3. Vv. 1951—53 — *In the years 1951—53*

Kuvat — *Figs. 2, 3. Mäntyvaltaisten metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta. — The proportion of the forests dominated by pine in the total area of productive forest land.*

Kuvat 2 ja 3 esittävät pienoiskoossa aiemmin mainitulla tavalla viljavuusalueittain tehtyä, vuosiin 1921—24 kohdistuvaa ja uutta, vuosiin 1951—53 kohdistuvaa mäntyvaltaisten metsien kartaketta. Verrattaessa niitä keskenään havaitaan myöhempi kuva maan eteläpuoliskon pääosalta varhempaa vaaleammaksi. Vertailua haittaa aiemmin selostettu viljavuusalueiden ennakkorajoitus, mutta vaikka kohdittaisia poikkeuksia on, voidaan sanoa mäntyvaltaisten metsien osuuden yleisesti pienentyneen. Tätä osoittaa sekin, että mäntyvaltaisten metsien sadannes maan eteläpuoliskon kasvullisen metsämaan pinta-alasta oli vv. 1921—24 51.0 mutta vv. 1951—53 42.7. Pohjoispuoliskon yleiskuva on muuttunut päinvastaisesti, entistä mäntyvaltaisemmaksi. Kuusi- ja koivuvaltaiset metsät ovat vähentyneet mäntymailla, mutta eivät ensinkään riittävästi. Muutoksen selvyttä haittaa täälläkin paljon se, että varhempi kartake perustui ennakolta hahmoteltuihin alueisiin, joista vielä osa oli ennen alueidenluovutusta nykyistä suurempi, ja myös harvempaan arvioimislinjastoon, mikä aiheutti kartak-



4. Vv. 1921—24 — In the years 1921—24



5. Vv. 1951—53 — In the years 1951—53

Kuvat — Figs. 4, 5. Kuusivaltaisten metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta. — The proportion of the forests dominated by spruce in the total area of productive forest land.

keeseen epävarmuutta. Koko pohjoispuoliskon keskiarvona muutos oli vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53 vain 54.5 %:sta 59.1 %:een.

Kuusivaltaisten metsien kartakkeessa (18) on paljon mäntyvaltaisten kartakkeelle vastakkaisia piirteitä, vaikka koivuvaltaiset metsät vaikuttavat tässä jossain määrin ja muutamissa seuduissa paljonkin sekoitavasti. Samankaltaisuutta on taas paljon kuusivaltaisten metsien ja tuoreiden kankaiden esiintymistä kuvaavissa kartakkeissa. Sitä heikentää mänty- ja koivuvaltaisten metsien huomattava osa tuoreista kankaista ja kuusivaltaisten metsien leviäminen kuivanpuoleisille kankaille. Vahvasti kuusivaltaisia ovat erityisesti Uudenmaan pääosa ja siihen liittyen toisaalla leveästi etelä-Karjalan rannikkoalue sekä toisaalla laajalti etelä-läntinen Häme etelä-Satakuntaan ja kapealti Varsinais-Suomenkin puolelle ulottuen. Edelleen sellaisia ovat Pohjanlahden keskinen rannikkoseutu, huomattava osa pohjois-Savoja sekä vielä pohjois-Karjalan ja Kainuun rajamailta Puolangalle päättyvä leveähkö alue.

Uudenmaan, Hämeen ja pohjois-Savon osalta tällaiset alueet ovat mustikkatyyppin rinnalla huomattavassa määrässä lehtomaisia maita, Kainuussa taas puolukka-mustikkatyyppiä. Lehtomaisia maita on suhteellisesti paljon myös itä-Hämeessä ja pohjois-Savossa sekä pohjois-Karjalan eteläosassa (vrt. kartaketta 6), mutta niissä koivuvaltaiset metsät valtaavat paljon tällaisia maita. Monissa seuduissa maan eteläpuoliskossa kuusivaltaisten metsien alaa lisää puolukkatyyppiä vallannut kuusi sekä pitkälti pohjois-Suomen itäosassa paksusammalkuusikoiden ohella variksenmarjapuolukka- ja variksenmarja-mustikkatyyppien maille aikanaan tunkeutunut kuusi. Mainittakoon vielä, että vahvasti kuusivaltainen alue näyttää erotuvan myös runsassoisessa ja osaksi vaaramaiden paksusammaltyyppiä käsittävässä, Sodankylän tienoilta Kittilään päin ulottuvan Pomokairan seudussa.

Valtakunnan metsien inventoinneissa on selvästi ilmennyt huomattavaa maan eteläpuoliskon metsien kuusivaltaistumista. Kuvissa 4 ja 5 esitetyt pienoiskartakkeet osaltaan valaisevat tällaista muutosta 30-vuotiskautena 1921—24 — 1951—53. Vertailua haittaa jälleen se, että varhemmassa kuvassa ovat pohjana ennakolta määritetyt, itärajan varrella lisäksi alueidenluovutuksen johdosta rikkoutuneet viljavuusalueet ja myöhemmässä taas suurpiirteisesti itsestään määrättyneet alueet. Muistettava on myös tässä, että varhempi kartake on pohjana olleen harvemman arvioimislinjaston takia epävarmempi kuin uusi kartake.

Maan eteläpuoliskon osalta nähdään yleisenä piirteenä uuden kartakkeen entiseen verrattuna tummempi varjostuminen, siis lisääntynyt kuusivaltaisuus. Etenkin mäntyvaltaisten, usein kuusialikasvosta käsittäneiden metsiköiden hakkuu on tapahtunut siten, että kuusi on päässyt ajan mittaan valtapuulajiksi. Kuusen viljely on ollut lisätekijänä.

Kuusivaltaistuminen on ollut keskimäärinkin niin voimakasta, että kuusivaltaisten metsien sadannes koko eteläpuoliskon kasvullisen metsämaan alasta oli vv. 1921—24 27.1 % mutta vv. 1951—53 39.1 %. Pienessä määrässä siihen vaikutti osaltaan Karjalassa menetettyjen alueiden eteläpuoliskon keskiarvoa vähäisempi kuusivaltaisuus.

Metsien kuusivaltaistumista on huomattavissa miltei kaikkialla maan eteläpuoliskossa. Se on ollut voimakkainta laajoilla, nykyisin erityisen vahvasti kuusivaltaisilla alueilla. Yleensä myöhään kaskiviljelyksen piiriin kuuluneilla ¹⁾ Saimaan seudun ja sieltä edelleen pohjois-Karjalan sekä lännessä Päijänteeseen saakka ulottuvalla alueella mänty ja sen rinnalla koivu ovat lujasti pitäneet puoliaan kuusivaltaistumista vastaan.

Vertailun suhteen korostettakoon vielä varhemman kartakkeen vähäisempää varmuutta, josta myös osittain johtuu eräissä seuduissa esiintyviä

¹⁾ Olli Heikinheimon mukaan: Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Kartakkeet 2 ja 4. AFF 4. Helsinki 1915.

poikkeuksia ja ehkä liian jyrkältä tuntuva muutosta. Maan pohjoispuoliskossa kartakkeissa havaittavat erilaisuudet ovat osaksi tällaisesta epävarmuudesta aiheutuvia. Siellä oli keskiarvon muutos pieni: kasvullisen metsämaan alasta oli kuusivaltaisia metsiä vv. 1921—24 31.2 % ja vv. 1951—53 30.1 %.

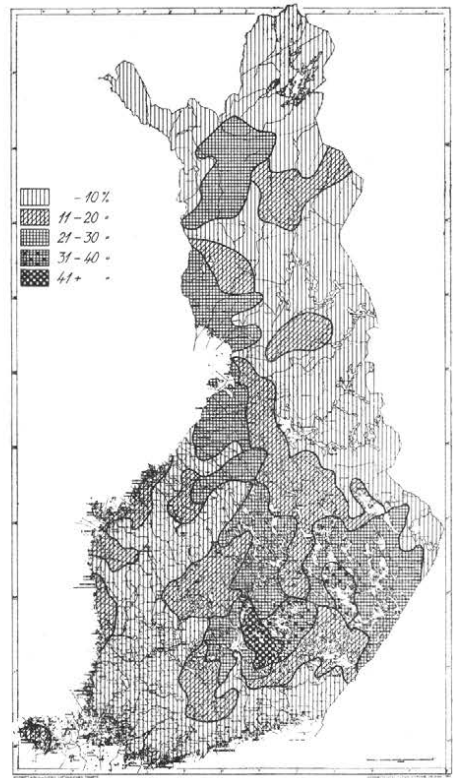
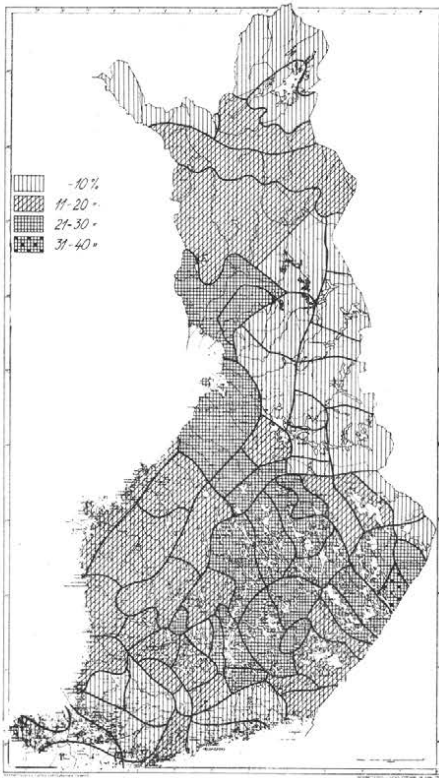
Koivuvaltaisten metsien (kartake 19) vahvinta esiintymis-alueetta on muutamissa Päijänteen itäpuolisissa pitäjissä ja vain vähän heikentyen niihin rajoittuvassa osassa etelä-Savo ja Savonlinnan—Leppävirran tienoilla. Maan eteläpuoliskon keskimäärää enemmän niitä on edelleen suuressa osassa Savo-Karjalaa, eräissä Päijänteen länsipuolisissa pitäjissä ja jatkuvasti Päijänteen reitin varsilla pitkälle pohjoiseen. Kaikilla näillä alueilla kaskiviljelys jatkui myöhään. ¹⁾ Monessa seudussa Savossa ja Karjalassa sekä osittain pitkälle Hämeeseen päin tällaisilla alueilla on vielä nykyisin myös leppävaltaisia metsiköitä. Laadultaan yleisesti heikkoa koivua käsittäviä koivuvaltaisia metsiä on huomattavasti osassa Pohjanmaan tasangon pohjoisosaa. Maan pohjoispuoliskossa sellaisia — pääosalta laadultaan yhä heikompia — on sikäläistä koivuvaltaisten metsien keskimäärää paljon enemmän leveydeltään vaihtelevalla alueella Pohjanlahden perukasta sisämaahan päin sekä Kittilässä ja sieltä paikoitellen naapuripitäjien puolelle ulottuvasti.

Etelä-lounainen rannikkoalue, suuri osa läntistä Suomea sekä pääosa pohjois-Suomea käsittävät edellisessä mainittuja maan osia paljon niukemmin koivuvaltaisia metsiä. Niissäkin on, niin kuin myös yleisesti koivuvaltaisemmissa seuduissa, huomattavassa määrässä koivua sekapuuna havumetsissä. Mainittakoon vielä, ettei kartake anna oikeata kuvaa Taka-Lapin puulajipeitteestä, sillä niukka-alaisilla kasvullisilla metsämailla siellä on kylläkin vähän koivuvaltaisuutta mutta tunturialueiden peite on miltei yksinomaan koivua, yleisesti heikkorunkoista, pienikokoista, miltei pensikkomaista.

Koivuvaltaisten metsien ja tuoreiden kankaiden, varsinkin lehtomaisten ynnä lehtomaiden esiintymisessä on osaksi huomattavaa samanlaisuutta. Se on kuitenkin hävinnyt siellä missä kaskenpoltto jo varhain loppui ja on taas enimmäkseen säilynyt siellä missä kaskenpolttoa on jatkunut myöhään eikä kuusi ole vielä ehtinyt suuressa määrässä vallata alaa lehtipuilta.

Pienoiskartakkeet kuvissa 6 ja 7 antavat yleispiirteistä käsitystä metsien koivuvaltaisuudessa tapahtuneesta muutoksesta I:stä valtakunnan metsien inventoinnista III:een inventointiin kuluneena 30-vuotiskautena. Varjostuksessa havaitaan koivuvaltaisuuden vähenemistä merkitsevää vähenemistä eräissä seuduissa maan eteläpuoliskon länsiosassa ja joissakin seuduissa myös itäosassa. Se on kuitenkin verraten vähäistä, usein esiintymisloukan alareunalta lähinnä pienemmän luokan yläreunaan, ja muuta-

¹⁾ Olli Heikinheimon mukaan. Kts. alahuom. s. 28.



6. Vv. 1921—24 — In the years 1921—24

7. Vv. 1951—53 — In the years 1951—53

Kuvat — Figs. 6, 7. Koivuvaltaisten metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta. — The proportion of the forests dominated by birch in the total area of productive forest land.

missä seuduissa koivuvaltaisuus näyttäisi lisääntyneenkin. Koko maan keskiarvona koivuvaltaisuus on vähentynyt vain 14.8 %:sta 13.1 %:een, eteläpuoliskossa 16.6 %:sta 15.5 %:een ja pohjoispuoliskossa 12.8 %:sta 9.9 %:een.

Huomattava on, että koivua on miltei kaikkialla sekapuuna havumetsissä enemmän kuin havupuita koivuvaltaisissa metsissä. Tästä johtuu, että koivu käsittää yleisesti puuston kuutiomäärästä suuremman osan kuin koivuvaltaiset metsät kasvullisen metsämaan alasta. Suhde on: maan eteläpuoliskon keskiarvona koivuvaltaisia metsiä kasvullisen metsämaan alasta 15.5 % ja koivua puuston kokonaiskuutiomäärästä 18.8 % sekä vastaavasti pohjoispuoliskossa 9.9 ja 17.3 % ja koko maassa 13.1 % ja 18.3 %.

Kartake 20 on tarkoitettu suurpiirteiseksi yleiskuvaksi kasvullisten maiden metsien puulajivaltaisuudesta. Se on väritetty eri osiltaan yleisimminkin vallitsevan puulajin mukaisesti. Kuitenkin on pidetty tar-

peellisenä merkitä näin muodostuviin verraten suuriin alueisiin myös lähinnä yleisimmin vallitseva puulaji kahtena runsausluokkana 25.1 — 40 % ja 10.1 — 25 %. Edellisessä tapauksessa yleisimmin vallitseva puulaji ei ole niin voittoisesti vallitseva kuin jälkimmäisessä. Vain kahdessa pohjois-Suomen alueessa kaksi puulajia on runsausluokkien puitteissa tasaveroisesti lähinnä yleisimmin vallitsevina.

Kartake muistuttaa karkein piirtein mänty-, kuusi- ja koivuvaltaisten metsien esiintymistä kuvaavia kartakkeita siten, että nämä puulajivaltaisuudet ovat yleisimmin vallitsevia siellä, missä niiden esiintymisrunsaus on suuri. Poikkeuksia havaitaan jopa hyvinkin vahvoissa alueissa siten, että niiden keskimääräistä heikompia osia on siirtynyt toisen puulajin valta-alueeseen.

Mänty on yleisimmin vallitseva puulaji lounaisella rannikkoalueella Ahvenanmaa mukaan luettuna, pohjois-Karjalasta itä- ja suureksi osaksi myös etelä-Savoon sekä vielä Salpausselän tienoota kapealti Päijänteen eteläpäähän ulottuvalla alueella, edelleen leveästi pohjois-Satakuntaa ja Pohjanmaata — lännessä rannikkoseutua pääosalta lukuun ottamatta — ja idässä osaksi pitkälle, pohjoisempana vain pieneksi osaksi järvioluetta käsittävällä laajalla alueella sekä vielä edelleen pääosassa pohjois-Suomea. Lähinnä yleisimmin vallitseva näillä mäntyvaltaisten metsien laajoilla valta-alueilla on kuusivaltainen metsä runsausluokkana 10.1—25 %, huomattavassa osassa Perä-Pohjolan eteläosaa kuitenkin luokkana 25.1—40 %. Pohjois-Karjalan eteläosasta itä-Savon pohjoisosaan ja kapeasti vähän länemmäksiin tällainen toinen sija on koivuvaltaisilla metsillä sekä samoin pohjoisessa tasaveroisesti kuusivaltainen kanssa Kittilässä ja sen länsi- ja pohjoispuolella.

Kuusi on yleisimmin vallitseva puulaji kahdella suurella alueella. Eteläinen näistä käsittää pääosan Saimaan eteläpuolelta Suomenlahteen ulottuvaa etelä-Karjalaa, Uudenmaan, valtaosan Hämettä — paitsi itäisintä — sekä edelleen itäisen osan Varsinais-Suomea ja suuren osan Satakuntaa — useita pohjoisia ja muutamia eteläisiä pitäjiä lukuun ottamatta. Toinen suuri kuusen valta-alue on pohjois-Savossa, josta se leviää pitkälle pohjois-Karjalan sekä pieneksi osaksi etelä-Savon puolelle ja osaan Päijänteen reitin pohjoisia seutuja. Myös Pohjanlahden rannikon lähettyvillä on pitkälti kuusen valta-alueita, samoin Taivalkosken pohjoisosasta Kuusamoon ja Sallaan sekä edelleen pienempinä alueina Kemi- ja Torniojokien suupuolessa ja Pomokairan seudussa osissa Sodankylää ja Kittilän itäpäättä.

Kahdessa ensiksi mainitussa suuressa eteläpuoliskon alueessa lähinnä yleisimpinä esiintyvät mäntyvaltaiset metsät runsausluokkana 10.1—25 %, Pohjanlahden rannikkoalueen etelä- ja yläpäässä luokkana 25.1—40 % mutta keskiosassa hyvin niukasti. Pohjois-Suomen itäinen kuusivaltainen alue, joka paljon supistui alueidenluovutuksen johdosta, käsittää vahvasti

mäntyvaltaista sekoitusta. Pomokairan pieni alue on puhtaammin kuusi-valtainen, Kemi- ja Torniojokien suupuolen seutu taas sekä mänty- että koivuvaltaisen sekoituksen takia heikommin kuusi-valtainen.

Koivu on yleisimmin vallitseva puulaji ainoastaan Päijänteen itäpuolen runsaskoivuisella alueella ja pienellä alueella Mikkelin pohjoispuolella. Molemmat ovat samalla tuntuvasti mäntyvaltaisuutta käsittäviä. Koivu on muualla lähinnä yleisimmin vallitseva puulaji vain hyvin mäntyvaltaisella pohjois-Karjalan eteläosasta länteen päin itä-Savon pohjoisosaan ja hieman etelä-Savoinkin ulottuvalla alueella. Vähäisemmässä määrässä, tasaveroisesti kuusen tai männyn rinnalla lähinnä vallitseva koivu on Kittilän seudun sekä Kemi- ja Torniojokien suupuolen alueilla. Metsien koivuvaltaisuus on siis yleensä sellaisillakin laajoilla alueilla, joilla sitä melkoisesti esiintyy, havupuuvaltaisuuteen verrattuna paljon vähäisempää. Se on monesti siinä määrin paikoittaista, että keskimäärin verraten runsaastikin koivuvaltaisia metsiä käsittävät seudut jakaantuvat laajempien havupuuvaltaisten alueiden kesken ja peittyvät 10 %:n alle jäävinä näiden varjoon.

Koivun tarkastelu yksinomaan tämän kartakkeen perusteella saattaa helposti johtaa ajatukseen koivun pienestä merkityksestä. Sen takia on syytä muistaa koivuvaltaisten metsien kartake ja lisäksi se, mitä aiemmin sanottiin koivun yleisyydestä sekapuuna.

Metsien syntymäaika ja ikä

(Kartakkeet 21—25)

Metsien ikää kuvataan tavallisesti ikäluokittain. Näiden keskinäisessä suhteessa tapahtuu muutosta sekä ajan mittaan metsien vanhenemisena että uudistushakkuiden johdosta. Vuoden 1953 jälkeen on yleisesti ja erityisesti pohjois-Suomen laajoissa vanhoissa valtion metsissä suoritettu tarpeellisia uudistushakkuita entistä laajemmassa mitassa. Ne aiheuttavat muutosta metsien puulajivaltaisuudessa mutta enemmän iässä ja puuston kuutiomäärässä. Uudistushakkuut jakaantuvat kuitenkin niin laajalle alalle ja niin moniin kohtiin, etteivät ne vielä ole voineet vaikuttaa ratkaisevasti siihen kuvaan, joka metsien ikäluokkasuhteista inventoinnissa saatiin. Sama voidaan sanoa ajan mittaan tapahtuvasta vanhenemisestä. Kuitenkin voidaan pitää etenkin Lönnrothin korostamasti ikäluokkaa parempana iän osoittajana syntymäaikaa, joita molempia käytettiin rinnakkain esim. II:ssa valtakunnan metsien inventoinnissa. Muistettava on joka tapauksessa, että kartakkeet kohdistuvat vuosiin 1951—53 ja että niissä muodostuneisiin alueisiin paikoitellen on jo voinut tapahtua jossain määrin muutosta.

Metsien syntymäajan ja iän kuvaamisen taustaksi esitetään taulukossa 6, kuinka kasvullisten maiden metsät vv. 1951—53 jakaantuivat näitä

jonkin verran likimääräisesti osoittaviin luokkiin. Sama luokka saattaa merkitä huomattavasti erilaista puuston kehitysvaihetta eri metsätyyppien mailla ja eri puulajeilla. Taulukon esittäminen niiden mukaisessa laajuudessa ei ole tarpeen sen takia, että kartakkeet on tehty lukumäärän rajoittamiseksi vain kasvullisten metsämaiden yhteiskuvaa osoittaviksi. Metsien yleisesti erilaisen kehitysnopeuden takia maan etelä- ja pohjoispuoliskossa näille on esitetty erilliset sadannesarjat.

Taulukko 6. Metsien syntymäaika- ja ikäluokat vv. 1951—53.

Classes of origin and age of the forests in the years 1951—53.

Maan osa <i>Part of the country</i>	Syntynyt noin vv. — <i>Originated about in the years</i>							Yhteensä <i>Total</i>
	jälkeen <i>after</i> 1910 ¹⁾	1891— 1910	1871— 90	1851— 70	1831— 50	1791— 1830	ennen <i>before</i> 1791	
	Ikäluokka, vv. — <i>Age class, years</i>							
	—40 ¹⁾	41—60	61—80	81— 100	101— 120	121— 160	161+	
Kasvullisen metsämaan alasta, % <i>Per cent of the area of productive forest land</i>								
Eteläpuolisko — <i>Southern half</i>	20.7	31.0	27.4	13.7	4.8	2.0	0.4	100.0
Pohjoispuolisko — <i>Northern half</i>	11.2	7.5	9.2	13.9	13.9	21.5	22.8	100.0
Koko maa — <i>Whole of the country</i>	16.7	21.0	19.6	13.8	8.7	10.3	9.9	100.0

¹⁾ Pienet paljaat alat ovat tässä mukana. — *Incl. the small clear areas.*

Noin vuoden 1910 jälkeen syntyneitä, siis yläpäässään n. 40 ikävuoteen rajoittuvia nuoria ja nuorehkoja metsiä oli vv. 1951—53 suhteellisesti vähän, niin vähän etteivät uudistushakkuut vielä tähän mennessäkään ole voineet silloin saatua kuvaa olennaisesti muuttaa. Muistettava on, että kartakkeen 21 antama kuva on jossain määrin väheksyvä sen johdosta, että syntymäaika ja ikäluokka on merkitty vallitsevan puuston mukaan, jonka alla jommoisellakin alalla on ollut uuden puustopolven kelvollisen alun muodostavaa alikasvosta tai miltei kasvipeitteeseen kätkeytyvää taimettumista. Toiseen suuntaan voi jonkin verran vaikuttaa vallitsevaa puustoa vanhempien ylispuiden jättäminen tässä huomioon ottamatta.

Vallitsevan puuston mukaisesti määrittäen vuoden 1910 jälkeen syntyneet, alle 40-vuotiaat metsät käsittivät vv. 1951—53 ainoastaan Joensuun—Lappeenrannan seutujen välisen Karjalan ja siihen rajoittuvan Savon alueella sekä toisaalla ahtaahkosti Oulun tienoossa ja siitä eteläänpäin 31—40 % kasvullisen metsämaan alasta. Näistäkin tummimmin varjostuneista alueista edellisellä sadannes on normaalin ikäluokkajaon luvuksi

riittämätön. Sadannesluokka 21—30, joka mainitussa mielessä on aivan liian niukka, esiintyy eteläpuoliskossa laajoilla alueilla yleisenä mutta yhdessä korkeimmankaan runsausluokan kanssa ei juuri yleisempänä kuin erittäin suurta nuorten ja nuorehkojen metsien puutteellisuutta merkitsevä luokka 11—20 %.

Maan pohjoispuoliskossa, likimääräisesti Oulun—Kajaanin—Kainuun ja Karjalan rajan linjan takana, tällaiset metsät supistuivat, paikoitellen esiintyviä mutta kokonaisuuteen täysin sulautuvia poikkeuksia lukuun ottamatta, alle 10 %:een, jopa monissa seuduissa alle 5 %:een. Siihen on viime vuosina voinut tulla merkittävää lisää etenkin valtion metsissä suorite- tuista laaja-alaisista uudistushakkuista. Huomattava on vielä, että pääosa alle 40-vuotiaista metsistä ylitti 20 vuotta. Sitä nuorempi, varsinainen taimikkoluokka oli erittäin niukka.

Kartake 22 osoittaa, että maan eteläpuoliskossa pääosa, yli 60 %, met- sistä on syntynyt n. vuosien 1871—1910 aikana ja oli vv. 1951—53 ikäryhmää 41—80 v. Lounais-eteläisellä rannikkoalueella ja yleisesti pohjois-Karjalassa, pohjois-Savoon ulottuen, sadannes on 51—60:n välillä. 41—50 se on laajalla alueella pohjois-Satakunnasta Pohjanmaan Suomenselkään liittyvässä osassa ja jonkin verran järviolueelle saakka. Kapealla raja-alueella pohjois-Karjalassa ja sen sekä pohjois-Savon Kainuu- seen rajoittuvassa osassa sadannes vähenee 21—30:een, etenkin paljon van- hoja ikäluokkia käsittävien valtion metsien vaikutuksesta. Pohjoiseen päin ikäryhmän metsät vähenemistään vähenevät eteläpuoliskon keskimäärästä. Pohjanlahden perukasta vaihtelevan laajuisesti sisämaahan leviävällä alueella ikäryhmää on vielä 31—40 %, Kainuun eteläosassa 21—30 %, sitten sieltä luoteeseen läpi Perä-Pohjolan ulottuvassa vyöhykkeessä ylei- sesti 11—20 % sekä Kuusamon—Sallan—Pelkosenniemen—Rovaniemen pohjoisosan — Muonion seuduissa ja niistä pohjoiseen päin keskimäärin vain alle 10 %. Näissä eteläisempiä karummissa seuduissa on yleisesti valtion metsiä, joissa vanhoja ikäluokkia on säilynyt melkoisesti.

Seuraavan ikäryhmän, noin vv. 1831—1870 syntyneiden eli vv. 1951—53 n. 81—120-vuotiaiden metsien kartake 23 on pääosassa maan eteläpuoliskoa hyvin vaalea. Ryhmää on yleisesti alle 20 %, osassa Savon eteläosaa ja Karjalaa, todennäköisesti myöhään jatkuneen kaskea- misen ja ehkä parruhakkuiden sekä Helsingin—Porvoon—Hyvinkään seu- dussa mahdollisesti ainakin osittain I:n maailmansodan aikaisista linnoitus- hakkuista juontuen alle 10 % kasvullisen metsämaan alasta. 21—30 %:n aluetta on vaihtelevan leveästi Varsinais-Suomesta, Satakunnasta ja pohjois- Hämeestä lähtien laajalti Pohjanmaalle ja järviolueellekin ulottuen sekä samoin vaihtelevan leveästi osassa pohjois-Karjalaa ja pohjois-Savoa. Viimeksi mainituista itään ja pohjoiseen päin on vyöhyke 31—40 %:n ja sen pohjoispuolella, koko Kainuun käsittäen, 41—50 %:n aluetta. Sieltä

taas leveänä vyöhykkeenä luoteeseen, Oulun tienoilta Kolariin saakka, ikäryhmän osalla on 31—40 % kasvullisen metsämaan alasta. Näiden alueiden takana on ensiksi suuri 21—30 %:n alue, mutta sitten ryhmä kutistuu vanhempien metsien suuren määrän takia itärajan varressa 11—20 %:een ja lopuksi Sodankylän ja Kittilän pohjoisosista eteenpäin alle 10 %:n. Maan eteläpuoliskossa tämä ikäryhmä on hyvin voittoisesti 81—100-vuotista, pohjoisessa taas tasaisesti luokkia 81—100 ja 101—120 v. taikka ylivoimaisesti jälkimmäistä.

Kartake 24 osoittaa, että vanhimpana erotettu ikäryhmä, n. ennen vuotta 1830 syntyneet eli vv. 1951—53 yli 120-vuotiaat metsät, käsittää pohjois-Suomen itä-koillis-pohjoisosassa metsien pääosan sekä sieltä Pudasjärvelle, Ranualle, Tervolaan, Ylitornioon ulottuvalla alueella keskimäärin 41—50 %. Kainuuseen sekä pohjois-Karjalan rajaseudulle saakka jatkuu edelleen, läntistä reunamaa lukuun ottamatta, 31—40 %:n ja 21—30 %:n vahvuutta, kapealti itärajan varrella pohjois-Karjalassa vielä 11—20 %:n aluetta. Mainituista seuduista etelään päin voidaan erottaa kapea, vain Suomenselän seutua leveämmin ja pitemmälle lounaaseen ulottuva vyöhyke, jossa 120 vuotta vanhempia metsiköitä on monin paikoin vaihdellen keskimäärin 2.6—10 %:n verran. Sen jälkeen sellaisia tavataan vain siellä täällä, keskimäärin hieman enemmän etenkin pohjois-Hämeen—pohjois-Satakunnan seudussa pieninä aloina. Ikäryhmässä on yli 160-vuotiaita, osaksi yli 200-vuotiaitakin pääasiallisesti Kuusamon—Rovaniemen—Kolarin tienoilta pohjoiseen päin.

Kartake 25 kuvaa vielä suurpiirteisenä yhdistelmänä maan eri osissa yleisimpänä esiintyviä syntymäaika- eli ikäluokkia. Siinä on varjostettu kukin ikäluokka omalla tavallaan ja merkitty muodostuneeseen alueeseen lähinnä yleisin luokka sekä vielä seuraaviakin luokkia, jotka ovat käsittäneet kukin yli 10 % kasvullisen metsämaan alasta.

N. vuoden 1910 jälkeen syntyneet, vv. 1951—53 alle n. 40-vuotiaat metsät esiintyvät yleisimpänä ryhmänä vain pienellä alueella Joensuun seudussa ja samoin pienessä rannikkoon reunustuvassa alueessa Oulun—Raahen tienoilla. Edellisessä alueessa on runsaasti, jälkimmäisessä vähemmän rinnalla vallitsevana lähinnä vanhempi ikäluokka 41—60 v.

N. vuosina 1891—1910 syntyneet, vv. 1951—53 n. 41—60-vuotiaat metsät ovat yleisin ikäluokka erityisesti pääosassa maan eteläpuoliskon itäosaa, jossa kaskenpoltto jatkui myöhään, (vrt. s. 28), ja leveähköltille eteläisellä rannikkoalueella. Ensiksi mainitussa alueessa ovat lähinnä yleisimpinä, 10—25 % käsittävinä, vv. 1871—90 syntyneet ikäluokan 61—80 v. metsät, toiseksi mainitussa suuressa alueessa myös, mutta niiden rinnalla saman runsausluokan mukaisesti vuoden 1910 jälkeen syntyneet, alle 40-vuotiaat metsät. Puheena oleva ikäluokka on yleisin usealla suuruudeltaan vaihtelevalla alueella muuallakin maan eteläpuoliskossa. Sellainen on Oulun—

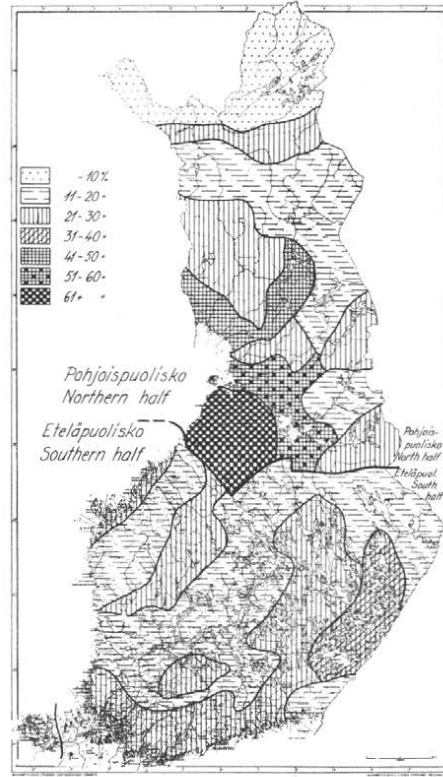
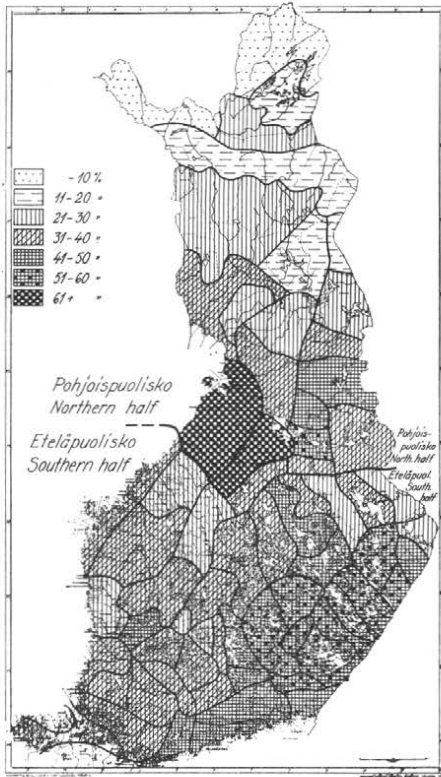
Raahen tienoon nuorimman ikäryhmän alueesta laajahkolti itään ja etelään päin ulottuva alue, jossa lähinnä yleisimpänä on 61—80 v. ja runsaahkona myös alle 40 v. luokka. Vielä sellaisia alueita on edellisiin verrattuna pienialaisina eräissä Varsinais-Suomea, Satakuntaa ja Hämettä käsittävissä seuduissa.

N. vuosina 1871—90 syntyneet, vv. 1951—53 n. 61—80-vuotiaat, metsät ovat yleisin ikäluokka maan eteläpuoliskon länsiosassa, edellisessä jo mainittuja lähinnä nuoremman ikäluokan valta-alueita lukuun ottamatta. Pääosassa on lähinnä yleisimpänä edellinen luokka, vv. 1891—1910 syntyneet eli 41—60 vuotiaat metsät, mutta huomattavassa määrässä myös seuraava luokka, vv. 1851—70 syntyneet eli 81—100-vuotiaat metsät. Nyt puheena oleva ikäluokka esiintyy saman tapaisin sekoituksin yleisimpänä myös muutamassa pienehkössä alueessa pohjois-Savossa ja pohjois-Karjalassa sekä vahvasti lähinnä nuorempaa ikäluokkaa käsittävin sekoituksin myös Lahden tienoilta Haminan seudulle ulottuvassa kapeahkossa alueessa.

N. vuosina 1851—70 syntyneet, vv. 1951—53 n. 81—100-vuotiaat, metsät ovat maan eteläpuoliskossa — vaihtelevasti viereisten luokkien sekoituksin — yleisimpänä ikäluokkana vain eräissä vähäisissä alueissa pohjois-Karjalassa, Kainuuseen rajoittuvassa osassa pohjois-Savo, keski-Suomen luoteiskulman — Pohjanmaan rajaseudulla, sekä vähän etelämpänä keski-Suomessa, kaikissa suuressa määrässä runsaahkojen valtion metsien vaikutuksesta. Laajemmilla alueilla ikäryhmä on vallitsevana — paljon lähinnä nuorempien luokkien sekoituksin — Oulujoelta koilliseen Taivalkoskelle ja luoteeseen Torniojoen suupuoleiseen osaan suuntautuvalla vyöhykkeellä sekä — huomattavasti myös vanhempaa metsää käsittäen — Kainuun eteläosassa ja Suomussalmen—Kuusamon rajaseudussa.

Pieni kaistale valtakunnan rajaan liittyvää pohjois-Karjalaa sekä pohjoisempaa pääosa Kainuuta ja Kolarin—Ylitornion—Rovaniemen—Tervolan—Kemijärven—Ranuan—Pudasjärven seutuja käsittää yleisimpänä ikäryhmänä noin vv. 1831—50 syntyneitä, vv. 1951—53 n. 101—120-vuotiaita metsiä. Ensiksi mainitussa pienessä alueessa ovat lähinnä yleisimpiä 121—160-vuotiaat metsät, Kainuussa niiden rinnalla 81—100-vuotiaat ja viimeksi mainitussa, suurimmassa alueessa lähes tasaveroisesti useat nuoremmat ikäluokat ja myös yli 160-vuotiaat metsät. Kaikissa näissä alueissa on suhteellisesti paljon valtion metsiä huomattavassa määrässä säilyneine vanhoine ikäluokkineen. Viimeksi mainitun alueen runsas nuorempien ikäluokkien määrä voinee johtua siitä, että siellä pohjois-Suomen oloissa suhteellisesti hyvä puun menekki on tehnyt uudistushakkuut yleisemmin mahdollisiksi varhemmin kuin kauempana rannikosta.

Maan pohjoisin osa, idässä Kuusamosta ja Posiosta, keskellä Kemijärven ja Rovaniemen takamaista ja lännessä Kolarin pohjoispäästä lähtien, käsittää yleisesti ennen noin vuotta 1791 ja ainakin ennen v. 1830 syntyneitä,



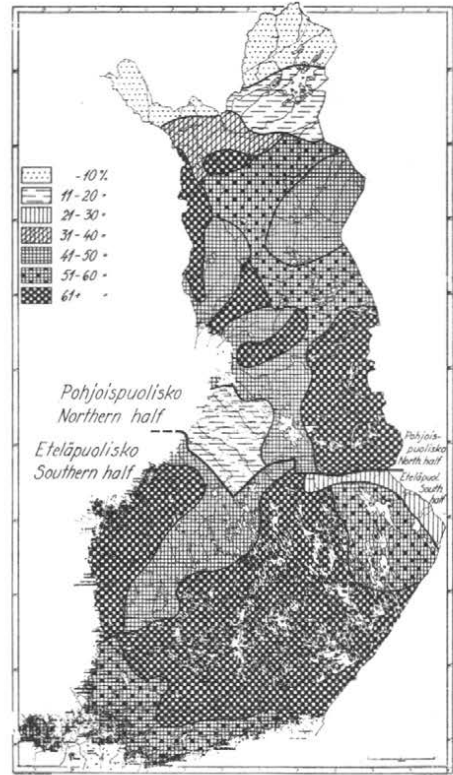
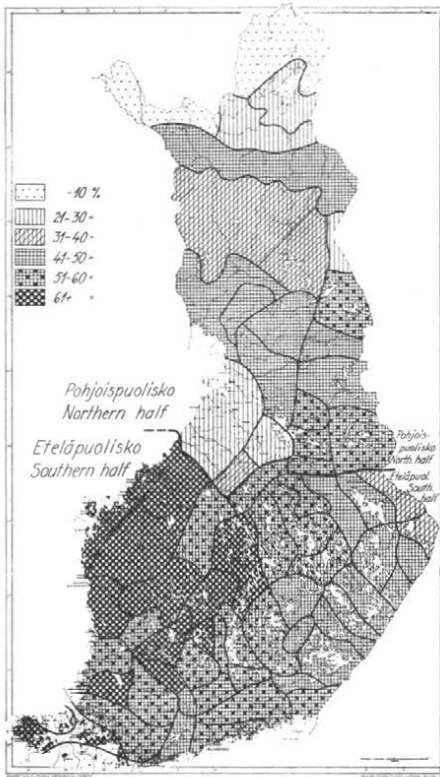
8. Vv. 1921—24 — In the years 1921—24

9. Vv. 1951—53 — In the years 1951—53

Kuvat — Figs. 8, 9. Maan eteläpuoliskossa alle n. 40-vuotiaiden ja pohjoispuoliskossa alle n. 80-vuotiaiden metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta. — The proportion of the forests less than about 40 years old, in the southern half of the country, and of those less than about 80 years old, in the northern half, of the total area of productive forest land.

vuosina 1951—53 yli 160- tai pienemmältä osalta yli 120-vuotiaita metsiä. Länsiosassa on enemmän näitä nuorempienkin ikäluokkien sekoitusta ja osassa Kittilää on koivumetsien vaikutuksesta pääasiallisesti alle 100-vuotista puustoa. Koko puheena olevalla laajalla pohjoisella alueella tiedetään olevan maamme keskimäärin hitaimmin varttuvaa, yleisesti karunluontoisten maiden metsiä, jotka pääosalta ovat olleet ja enimmäkseen edelleen ovat pitkän puun kuljetuksen haittaamia valtion metsiä.

Kuvien 8—13 pienoiskarttakeiden perusteella voidaan saada käsitystä metsien ikäsuhteissa 30-vuotiskautena 1921—24—1951—53 tapahtuneesta muutoksesta. Edellisessä kuvassa alueet ovat jälleen viljavuusalueita ja jälkimmäisessä kuvassa nyt luonnonmukaisiksi tarkoitettuja alueita. Vertailu on tehtävä erikseen maan etelä- ja pohjoispuoliskon osalta ja se saatetaan tehdä erottaen edellisessä vain



10. Vv. 1921—24 — In the years 1921—24

11. Vv. 1951—53 — In the years 1951—53

Kuvat — Figs. 10, 11. Maan eteläpuoliskossa n. 41—80-vuotiaiden ja pohjoispuoliskossa n. 81—160-vuotiaiden metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta. — The proportion of the forests about 41—80 years old, in the southern half of the country, and of those about 81—160 years old, in the northern half, of the total area of productive forest land.

ikäryhmät alle n. 40 v., n. 41—80 v. ja yli 80 v. sekä jälkimmäisessä ikäryhmät alle n. 80 v., n. 81—160 v. ja yli 160 v. Tähän on syynä se, että ryhmitys oli tällainen viljavuusalueittaisessa tarkastelussa. Näin erilainen ryhmitys on hyvin haitallinen erityisesti pohjoispuoliskon lounaisosan kohdalla, jossa etelä- ja pohjoispuoliskon välinen raja tässä suhteessa ei ole luonnollinen.

Ensiksi verrataan kuvaparia 8 ja 9, joka osoittaa eteläpuoliskon osalta alle n. 40-vuotiaiden ja pohjoispuoliskon osalta alle n. 80-vuotiaiden metsien esiintymisrunsautta.

Eteläpuolisko on miltei kauttaaltaan varjostunut uudessa kartakkeessa vaaleammin kuin varhemmassa. Nuorten ja nuorehkojen metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta on siis pienentynyt jo vv. 1921—24 normaalin ikäluokkasuhteen mukaan liian pienestä määrästään. Tätä osoittaa sekin,

että niiden osuus oli koko eteläpuoliskon keskiarvona, pieni paljaiden alojen määrä mukaan luettuna, vv. 1921—24 31.4 % ja vv. 1951—53 20.7 %. Väheneminen on eräissä osissa eteläpuoliskoaa huomattavan suuri, toisissa pienempi ja jotkin seudut ovat pysyneet samassa sadannesluokassa. Suurinta vähenemistä on tapahtunut yleisesti itä-Suomessa, jossa esim. Mikkelin läänin metsistä oli vv. 1921—24 alle n. 40-vuotiaita tasan puolet.

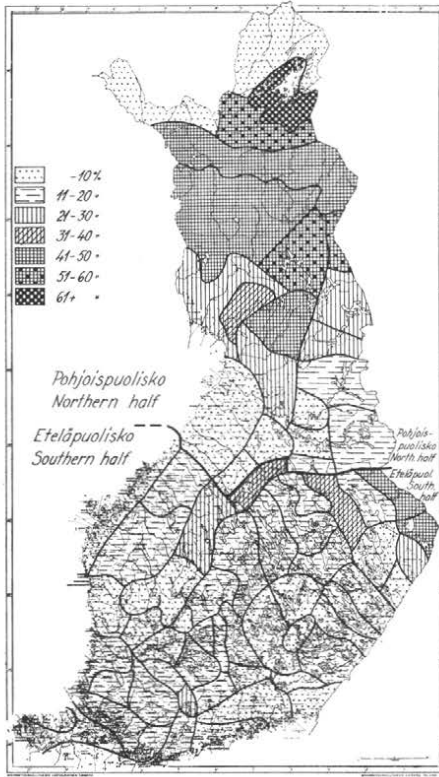
Pohjoispuoliskossa ei ole tapahtunut näin selvää muutosta alle 80-vuotiaiden metsien osalla. Kartakkeet ovat varjostuneet enimmäkseen saman sadannesluokan mukaisesti, mutta havaitaan myös siirtymistä sekä korkeampaan että alempaan sadannesluokkaan. 20-vuotisin luokin vertaillen on ollut huomattavissa jonkin verran yleisempää nuorten metsien lisääntymistä. Alle 80-vuotiaiden metsien sadannes oli koko pohjoispuoliskon keskiarvona vv. 1921—24 23.9 % ja vv. 1951—53 27.9 %.

Kuvaparia 10 ja 11 keskenään verrattaessa huomataan eteläpuoliskon osalta, että uusi kartake on hyvin yleisesti varjostunut varhempaa tummemmaksi. N. 41—80-vuotiaiden metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta on siis suurentunut. Niiden sadannes olikin vv. 1921—24 54.1 % ja vv. 1951—53 58.4 %. Tämän suuntaista muutosta on tapahtunut jotakuinkin kaikkialla Sisä-Suomen järviolueessa. Esim. Mikkelin läänin keskiarvona varhempi sadannes oli 42.6 ja uusi yli 60:n luokkaa. Pohjanmaalla ja lounais-eteläisellä rannikkoalueella muutos oli vähäisempää tai sadannesluokka oli ennallaan, joten tämä ikäryhmä oli saanut nuoremmasta likimäärin saman verran lisäystä kuin siitä oli siirtynyt yli 80-vuotiaiden puolelle taikka jo pienessä määrässä uudistettu.

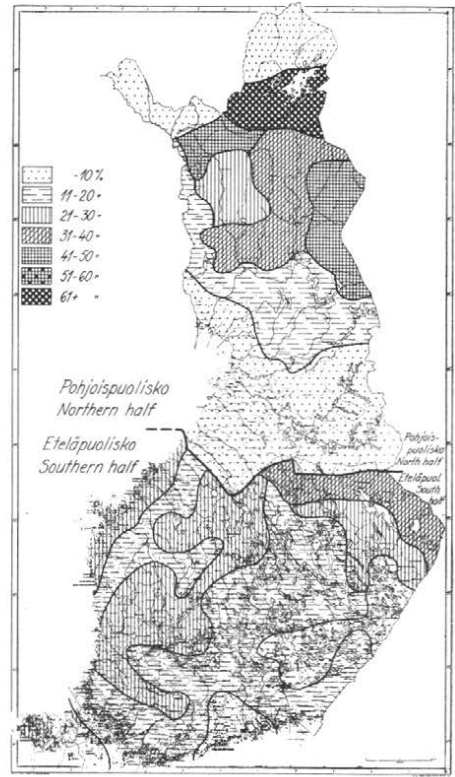
Pohjoispuoliskon osalla on havaittavissa sekä varjostuksen tummenemista että vaalenemista, siis ikäryhmän n. 81—160 v. lisäystä ja vähenemistä, paljon yleisemmin edellistä. Niinpä ikäryhmän sadannes olikin pohjoispuoliskon keskiarvona vv. 1921—24 40.0 % ja vv. 1951—53 49.3 %. Eräillä seuduilla sadannesluokka oli sama kuin varhemmin, joten siirtyminen 80 v. nuoremmista metsistä tähän ryhmään peitti siirtymisen 81—160-vuotiaista yli 160-vuotiaisiin ja uudistamisen johdosta nuorimpaan ikäluokkaan.

Kuvaparissa 12 ja 13 jälkimmäinen on varjostunut maan eteläpuoliskon osalta varhempaa tummemmaksi. Yli 80-vuotiaat metsät ovat siis lisääntyneet. Tämä on vain vähäisin poikkeuksin yleinen piirre. Vv. 1921—24 ikäryhmän sadannes olikin eteläpuoliskon keskiarvona 14.5 ja vv. 1951—53 20.9. Siirtyminen ikäryhmästä n. 41—80 v. yli 80-vuotisiin on ollut paljon suurempi kuin viimeksi mainittujen sellainen käsittely, joka olisi ollut taimikkoon johtavaa uudistushakkuuta. Hakkuu oli pitkään suurelta osalta ja saattaa osittain olla vieläkin harsinnan luonteista.

Pohjoispuoliskon osalta varhempi kartake oli eteläpäätä lukuun ottamatta niin suurpiirteinen, ettei kuvaparin perusteella voida tehdä paljoa-



12. Vv. 1921—24 — In the years 1921—24



13. Vv. 1951—53 — In the years 1951—53

Kuvat — Figs. 12, 13. Maan eteläpuoliskossa yli n. 80-vuotiaiden ja pohjoispuoliskossa yli n. 160-vuotiaiden metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta. — The proportion of the forests over about 80 years old, in the southern half of the country, and of those over about 160 years old, in the northern half, of the total area of productive forest land.

kaan vertailua. Helposti havaitaan kuitenkin, että eteläosa on varjostunut varhempaa vaaleammaksi, joten yli 160-vuotiaiden metsien sadannes on pienentynyt. Se oli koko pohjoispuoliskon keskiarvona vv. 1921—24 36.1 ja vv. 1951—53 22.8. Vanhojen metsien uudistamista ja vanhan puuston poistamista eri-ikäisistä metsiköistä on tapahtunut melkoisesti, vaikka otetaan vertailussa huomioon myös alueidenluovutuksessa menetetyistä vanhoista metsistä aiheutunut vähennys.

Puuston keskikuutiomäärä

(Kartakkeet 26—27)

Metsiä kuvaavista tekijöistä on taloudellisessa mielessä tärkeimpiä puuston keskikuutiomäärä, joka osoittaa kuinka suuri kasvavan puuston runkopuun kuutiomäärä metsäalueella on keskimäärin metsämaan hehtaaria koh-

den laskettuna. Se ilmaistaan kiintokuutiometreinä joko kuorineen tai kuoretta. Keskikuutiomäärän suuruus on riippuvainen metsämaan laadusta, metsä- tai suotyyppistä, sekä puuston puulajeista, iästä, tiheydestä ja käsittelystä. Kartakkeiden lukumäärän rajoittamiseksi ei tehdä tällaisia eritelyjä, vaan esitetään ainoastaan yleiskuva, joka osoittaa minkälainen keskikuutiomäärä kaikkien näiden ja mahdollisesti vielä joidenkin muiden tekijäin yhteisen vaikutuksen tuloksena oli vv. 1951—53. Tässäkin suhteessa tuskin on vielä tapahtunut niin suurta muutosta, että muodostuneet alueet olisivat jo olennaisesti muuttuneet.

Tarkastelun taustaksi esitetään taulukossa 7 keskikuutiomäärää suurpiirteisesti valaisevia keskiarvolukuja. Esitys puulajin ja ikäluokan mukaan erottaen vaatisi niin laajoja taulukoita, että ne ottaisivat tässä esityksessä muuhun verrattuna kohtuuttoman tilan. Mainittakoon kuitenkin muutamia täydennyksiä, jotka voivat olla tarpeen erilaisten keskikuutiomäärien esiintymistä kuvaavien kartakkeiden yksityiskohtaisessa tarkastelussa.

Lehto- ja lehtomaisten maiden keskikuutiomäärä ei kohoa mustikka-tyypin keskikuutiomäärää suuremmaksi pääasiallisesti sen takia, että edellisistä on laajoilla alueilla huomattavasti suurempi osa vähäkuutioista puus- toa käsitettäviä hakamaametsiä, nuoria ikäluokkia ja lehtipuuvaltaisia met- siä. Lehtipuuvaltaisissa metsissä keskikuutiomäärä on yleisesti saman- laisella metsämaalla ja samalla iällä pienempi kuin havupuuvaltaisissa. Keskikuutiomäärä kohoa nuorimmista ikäluokista keski-ikäisiin ja van- hoihin mutta on taas vanhimmissa varhempien harsintahakkuiden tai jo alkaneiden uudistushakkuiden johdosta pienempi ja nuorimmissa toisinaan ylispuiden lisäämänä normaalia suurempi. Maan etelä- ja pohjoispuoliskon metsätyyppien erilaisuuden vuoksi mitään metsätyyppien yhteislukuja koko maalle ei esitetä.

Taulukko 7. Keskikuutiomäärä kuorineen.

Mean volume incl. bark.

Koko Total	Kasvulli- nen Produc- tive	Huono- kasvuinen Poorly productive	Kasvullinen metsämaa — <i>Productive forest land</i>								
			Metsätyyppi — <i>Forest site type</i>						Suot — <i>Swamps</i>		
			Lh+ Lhm	MT pMT VMT	HMT	VT EVT	EMT	CT ErCIT CIT	Korvet <i>Spruce</i>	Rä- meet <i>Pine</i>	Ojitetut suot <i>Drained</i>
<i>metsämaa — forest land</i>											
<i>Maan eteläpuolisko — Southern half of the country</i>											
84	94	26	109	110	—	89	—	57	73	50	65
<i>Maan pohjoispuolisko — Northern half of the country</i>											
50	63	17	84	93	62	69	54	46	56	38	34
<i>Koko maa — Whole of the country</i>											
68.2	80.7	20.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

See the footnotes in the Table 3.

Kasvullisen metsämaan keskikuutiomäärä (kartake 27) kohoa 110 m³:n yli vain yhdessä alueessa, joka käsittää suuren osan itä- ja etelä-Hämettä sekä itäisen osan Varsinais-Suomea ja kapeahkosti Uudenmaan keskiosaa. Vertailu varhempiin kartakkeisiin osoittaa, että tällä alueella yleisin metsätyyppi, yleisin puulaji ja yleisin ikäluokka vaihtelevat ja vaihtelevaa on ilmeisesti ollut myös metsien käsittely. Näiden tekijäin osa on siis ollut erilainen yhteisen tuloksen muodostumisessa.

Tämän alueen pohjois- ja itäpuolella on lähinnä suurimman keskikuutiomäärän, 101—110 m³/ha, laaja alue. Se ulottuu Porin ja Rauman väliltä lännessä levenevästi Hämeeseen ja edelleen kapeahkosti etelä-Savon kautta Kymenlaakson seutuun sekä pohjoisessa karunluonteisen pohjois-Satakunnan etelärajalalle, pohjois-Hämeen pohjoiselle rajaseudulle sekä kiilana Päijänteen vesistön varsia Viitasaarelle saakka. Tämäkin alue on edellisen tapaisesti eri tekijäin suhteen vaihteleva ja keskikuutiomäärä alueen eri osissa eri tavoilla niiden yhteistulos.

Seuraavaksi pienemmällä keskikuutiomäärällä, 91—100 m³/ha, jota voidaan pitää maan eteläpuoliskon keskiarvoluokkana, on useita alueita. Niistä suurin käsittää pääosan Savoaa, idässä etelä- ja pohjois-Karjalan rajaseutuja sekä luoteessa pitkälle Päijänteen reittiä myöten. Suurehko alue on myös itäisessä osassa pohjois-Karjalaa. Pienempiä alueita esiintyy Uudenmaan ja eteläisen Varsinais-Suomen rajamailla sekä osassa Varsinais-Suomea ja vielä pohjois-Hämeen—etelä-Pohjanmaan rajaseudulla.

Lähimmäksi eteläpuoliskon keskiarvon alapuolelle jäävällä kuutiomääräluokalla, 81—90 m³/ha, on neljä erillistä aluetta. Niitä ovat etelässä Ahvenanmaan mantere lähisaarineen, jotka painavat keskiarvoa alaspäin, ja Helsingin tienoosta kapealti Uudenmaan rannikopuolta etelä-Karjalaan leviävä alue. Pohjoisempana tällaisia alueita on ensinnäkin Vaasan—Kristiinankaupungin välimalta pitkähkölle etelä-Pohjanmaan tasankoaa ulottuva seutukunta, jossa esiintyy suuria paikoittaisia vaihteluita, jopa 60:stä yli 100 m³:iin. Toinen pohjoisempi alue ulottuu aluksi kapeana valtakunnan kaakkoisrajalta Joensuun seutuun ja siitä laajaksi leviten, itäistä pohjois-Savoaa ja läntistä pohjois-Karjalaa käsittäen Kainuuseen, joka läntistä laitaa lukuun ottamatta myös kokonaan jää alueeseen. Tämän alueen sisällä on suurta vaihtelua sekä metsämaan laadun että puuston puolesta, jonka vuoksi keskikuutiomäärä saattaa olla kohdittain 70—80, 80—90, 90—100 ja harvinaisesti yli 100 m³/ha.

71—80 m³:n alueita on vain kaksi erilaista seutua, joista toinen käsittää lyhyehkölti lounaista rannikkoa Naantalın—Uudenkaupungin välimalilla ja saariston Ahvenanmaan alueeseen saakka sekä toinen Uudenkaarlepyyn—Kokkolan tienoon rannikkoseudulta n. 40—50 km sisämaahan leviävän alueen.

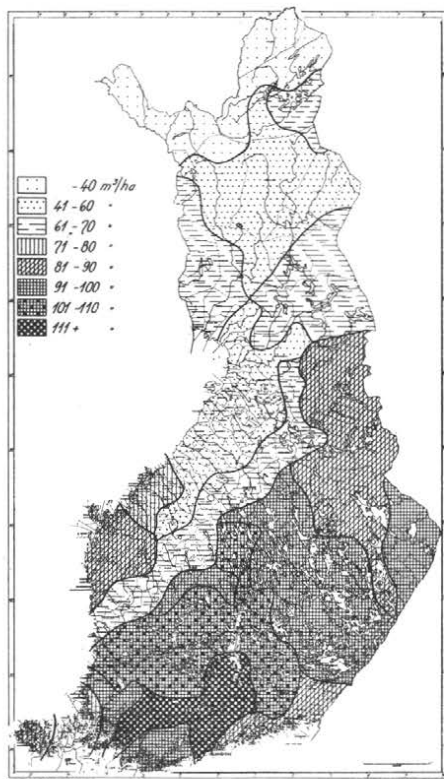
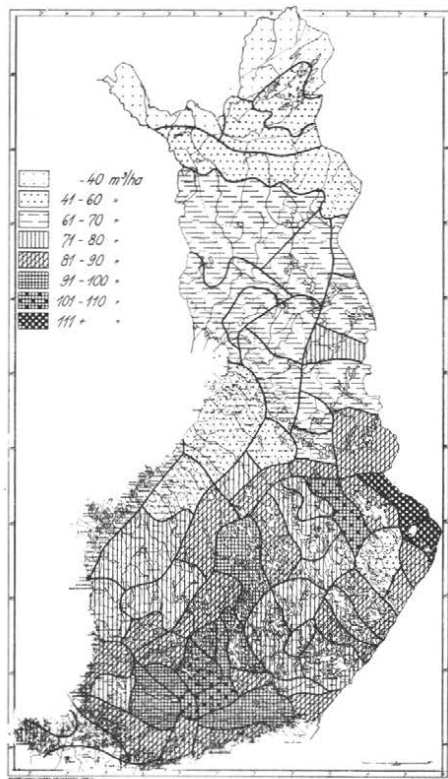
61—70 m³:n pitkä ja kapea, metsämailtaan karunluontoinen alue ulottuu pohjois-Satakunnan ja etelä-Pohjanmaan rajamailta Suomenselkää ja sen laitamia myöten Oulujärveen ja vielä edelleen Pudasjärven eteläosaan. Saman luokan alueita on pohjoisempana kolme: yksi Kemin—Muonion väliltä itään päin Rovaniemelle saakka leviävä, toinen Sallan—Kuusamon tienoilta Ranualle ja Pudasjärven pohjoisosaan ulottuva sekä kolmantena Inarijärven eteläosaa ympäröivä ja sieltä kaakkoon päin pitenevä alue. Läntinen alue on metsämaiden laadun puolesta keskimäärin parempaa kuin itäinen ja pohjoinen, jotka taas käsittävät suhteellisesti enemmän — Inarin seutu pääasiallisesti — vanhoja ikäluokkia. Nämä vastakohtat vaikuttavat keskikuutiomäärän samanlaisuutta.

Keskikuutiomäärän puolesta heikkoja, 41—60 m³:n alueita on kaksi laajaa aluetta. Eteläisempi niistä käsittää leveästi keski- ja pohjois-Pohjanmaan runsassoisia seutuja ja kivennäismaiden osalta enimmäkseen kuivanpuoleisia ja kuivia kangasmaita. Puuston kuutiomäärää alentavasti ovat paljon vaikuttaneet pitkään yleiset harsintahakkuut. Pohjoisempi, Rovaniemen itäosasta Perä-Pohjolaan leviävä ja edelleen Taka-Lappiin ulottuva alue käsittää samoin runsaasti soita ja kuivanpuoleisia ynnä kuivia kangasmaita. Keskikuutiomäärää vähentävästi vaikuttaa melkoisilla aloilla myös runsaahko heikko koivu. Pohjoisina kasvullisia metsämaita on miltei yksinomaan Inarin ja Enontekiön alueilla. Ne ovat laajalti varpu-jäkälätyypin kankaita pääosalta vanhoine hidaskasvuisine puustoineen. Alueella keskikuutiomäärä on alle 40 m³, toisin paikoin 40 m³ suurempi mutta monin paikoin huomattavasti sitä pienempi.

Kuvat 14 ja 15 esittävät pienois kartakkeina keskikuutiomäärää viljavuusalueittain v. 1921—1924 ja luonnonmukaisissa alueissa v. 1951—53. Jälkimmäinen kartake on suurelta osalta tummemmin varjostunut kuin edellinen. Keskikuutiomäärä on siis laajoilla alueilla suurentunut tarkasteltavana 30-vuotiskautena.

Keskikuutiomäärän kohoamista on tapahtunut ensinnäkin laajahkolti sisämaahan ulottuvalla Pohjanlahden rannikkoalueella Kokkolan tienoilta Kristiinankaupungin seudulle saakka. Muualla Pohjanmaalla keskikuutioluokka on pysynyt yleisesti entisellä matalalla tasolla taikka itään Suomenselkään päin vielä pienentynyt seuraavaan luokkaan, ilmeisesti etenkin harsinnan tapaisten hakkuiden jatkumisesta johtuen. Näin näyttää käyneen myös pohjois-Satakunnassa, jossa todennäköisesti vanhoja metsiä on uudistettu.

Pääosassa maan eteläpuoliskoa keskikuutiomäärä on selvästi suurentunut. Pienenemistä on huomattavissa pääasiallisesti vain paljon vanhoja ikäluokkia käsittäneissä ja edelleen käsittävässä Maanselän ja Karjalanselän seuduissa kapeilla alueilla. Ilmeisesti sielläkin ovat tavallista laajemmat vanhojen järeäpuustoisten metsien uudistushakkuut sitä aiheuttaneet.



14. Vv. 1921—24 — In the years 1921—24

15. Vv. 1951—53 — In the years 1951—53

Kuvat — Figs. 14, 15. Puuston keskikuutiomäärä kuorineen kasvullisella metsämaalla. — Average volume of the growing stock, incl. bark, on productive forest land.

Pohjoisempänä havaitaan keskikuutiomäärän suurenemista Kainuun pohjoisosassa Kuusamon rajoille saakka. Osa keskistä Perä-Pohjolaa on siirtynyt luokkaa alemmaksi, mutta muualla luokka on pysynyt samana. Inarin alueella se suureni metsien yleisesti vanhasta iästä huolimatta. Hakkuu ja luontainen poistuma eivät tavoittaneet siellä suhteellisesti pienenkään kasvun määrää.

Edellisessä havaittu muutoksen suunta saa yleispiirteisesti vahvistusta seuraavista luvuista: kasvullisten maiden metsien keskikuutiomäärä kohosi koko maan eteläpuoliskon keskiarvona vv:sta 1921—24 vv:iin 1951—53 85 m³:stä 94 m³:iin mutta pohjoispuoliskossa vain 61 m³:sta 63 m³:iin.

Maankäyttölajien selostuksessa (s. 13) mainittiin, että Suomessa on ollut vanhastaan tapana jakaa metsämaa kahteen alaryhmään: kasvullinen ja huonokasvuinen metsämaa. Jälkimmäisen metsätaloudellinen merkitys edellisen rinnalla on niin vähäinen, että kysymyksessä on ollut — erityisesti

O s a r a n herättämänä — luopua sen eri ryhmäksi erottamisesta. Metsämaa muodostuisi siis yhdeksi käsitteeksi, yhdeksi maankäyttölajiksi. Eräissä valtakunnan metsien inventointiin liittyvissä tutkimuksissa onkin jo tehty näin.

Kun tähän astisissa inventoinneissa on tehty jako kasvulliseen ja huonokasvuiseen metsämaahan, esitetään kartakkeessa 26 k o k o m e t s ä m a a n, siis kasvullisen ja huonokasvuisen yhteinen keskikuutiomäärä. Tämä kartake eroaa kasvullisen metsämaan keskikuutiomäärää kuvaavasta kartakkeesta yleispiirteiltään siten, että se on varjostukseltaan viimeksi mainittua vaaleampi, siis keskikuutiomäärä pienempi.

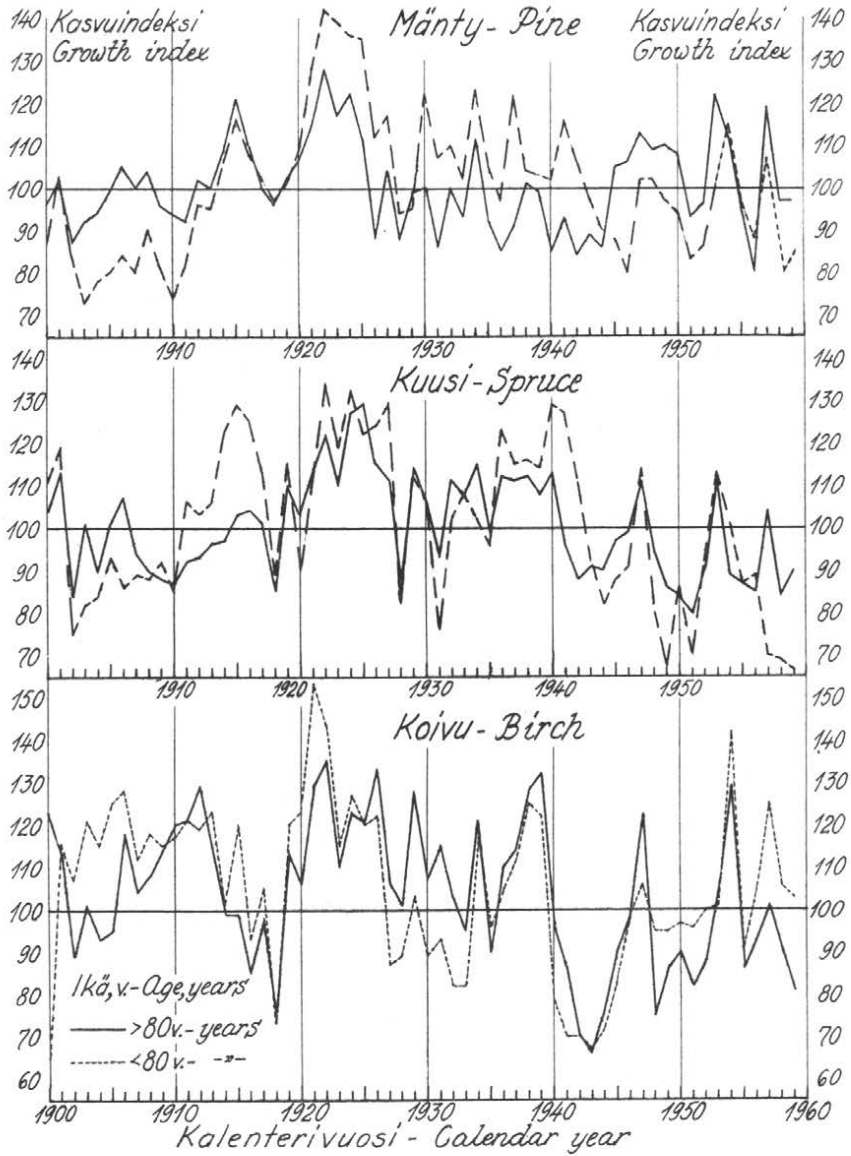
Eroa esiintyy luonnollisesti vähimmin siellä, missä huonokasvuisia metsämaita on vähimmin. Tällaisia seutuja on laajalti Saimaan ja Päijänteen vesistöalueissa, etelässä Uudenmaan rannikkoalueen pohjoisosaan ulottuen. Molempien mainittujen vesistöalueiden, etenkin Saimaan pohjoisten reittien varsilla on huomattavilla aloilla sen verran enemmän huonokasvuisia soita, että keskikuutiomäärä laskee koko metsämaalla lähinnä alemman luokan puolelle kasvullisen metsämaan keskiarvosta. Miltei kaikkialla muualla maassa havaitaan muodostuvan samaten keskiarvoltaan luokkaa alempia alueita. Alueisiin jakaumisessa säilyy osaksi edellisen kartakkeen piirteitä, mutta huomattavassa määrässä alueet saavat myös uusia muotoja. Syynä ovat edellisessä mainitut huonokasvuiset suot, lounais-eteläisellä rannikolla ja saaristossa sekä paikoin suurten järvien rantamilla kalliokkoiset maat, pohjoispuoliskossa soiden lisäksi vaaranlakimaat ja lopuksi laajantlaiset tunturien lievemaat.

Huonokasvuisen metsämaan mukaan tulo näkyy erityisesti heikkoa keskikuutioluokkaa 41—60 m³/ha merkitsevän alueen suurena yleistymisenä runsassoisella Pohjanmaalla ja Suomenselän seudulla sekä soiden ohella vaaranlaki- ja tunturimaiden vaikutuksesta laajalti maan pohjoisosassa. Samoin on pantava merkille melkoisen heikoimman, keskiarvoltaan alle 40 m³:n luokan alueen muodostuminen erittäin soiselle Oulun etelä- ja pohjoispuolella leviävälle alueelle. Myös pohjoisina tällainen alue laajenee pääosaan suhteellisesti paljon koivua käsittävää Kittilää.

Puuston keskikasvu

(Kartakkeet 28—29)

Maan puuvarojen riittävyys on suunnitelmallisesti järjestettyä metsätaloutta harjoitettaessa suuresti riippuvainen siitä, missä määrin puuston kuutiokasvu peittää hakkuiden ja luonnonvaurioiden aiheuttaman puun poistuman metsistä. Kasvu kuuluu etenkin tästä syystä niihin tekijöihin, joille annetaan keskeinen sija metsien kuvaamisessa. Kasvun tarkastelua



Kuva — Fig. 16. Puiden rinnankork. paksuuskasvun vuosittaisia vaihteluita osoittavien kasvuindeksien graafiset sarjat. Männyn ja kuusen sarjat ovat maan eteläpuoliskon (yhtenäinen viiva) ja pohjoispuoliskon (katkoviiva) sekä koivun (kaksi ikäryhmää) eteläpuoliskon keskiarvoja. — Graphic growth index series showing the variation of radial increment at breast height. The series of pine and spruce are means for the southern half (continuous lines) and for the northern half (broken lines) and those of birch (two age groups) for southern half of Finland.

ja sen perusteella tehtäviä päätelmiä vaikeuttaa se, että puiden kasvu vaihtelee, ja vielä eri puulajien eri tavalla, vuodesta toiseen ja vuosijaksosta toiseen ilmastollisten ym. kasvutekijäin vaihtelun takia jopa kymmeniä sadanneksia. Sen osoittamiseksi toistetaan eräästä varhemmasta julkaisusta kuva 16.

Tässä esitettävät luvut puuston kasvusta perustuvat niihin tuloksiin, jotka siitä saatiin vv. 1951—53 inventoinnissa viiden edellisen vuoden kasvun perusteella. Männyn kasvu oli silloin mainittujen tekijäin vaikutus tasoittaen saatua keskitasoa n. 7 % suurempi maan eteläpuoliskossa ja n. 4 % pienempi pohjoispuoliskossa. Vuosien 1953—59 keskiarvo oli eteläpuoliskossa vielä n. 3 % keskitason yläpuolella mutta pohjoispuoliskossa edelleen aiemman määrän keskitason alapuolella. Kuusen kasvu oli tasoitettuna inventoinnin kasvututkimusvuosina eteläpuoliskossa n. 9 % ja pohjoispuoliskossa n. 17 % keskitason alapuolella eikä siinä vielä seuraavien vuosien 1953—59 keskiarvona ole ollut havaittavissa sanottavaa muutosta. Koivun kasvu oli maan eteläpuoliskossa, johon sen merkitys pääosalta perustuu, molempina vuosijaksoina n. 3 % keskitason alapuolella.

Kasvun määrää koskeva tarkastelu kohdistetaan kartakkeissa ns. keskikasvuun, jolla tarkoitetaan puuston kuoretonta vuotuista kuutiokasvua keskimäärin metsämaan hehtaaria kohden laskettuna. Kartakkeiden lukumäärän rajoittamiseksi esitetään vain kaikkien puulajien yhteinen kasvu. Kartakkeet kuvaavat keskikasvuluokkien esiintymisessä muodostuvia alueita, joiden keskiarvot ovat erilaisia ja joissa kaikissa keskiarvon ympärillä on vaihtelua samoin kuin aiemmissa kartakkeissa.

Tarkastelun taustaksi esitetään taulukossa 8 keskikasvua yleispiirteisesti valaisevia keskiarvolukuja samaan tapaan ja samalla tavalla rajoitetaan kuin keskikuutiomäärän suhteen. Keskikasvua kuvaavien kartakkeiden yksityiskohtaisessa tarkastelussa voivat olla tarpeen aiemman maininnan täydennykseksi seuraavat yleiset toteamukset: kasvu on säännöllisesti käsitellyissä metsissä samalla iällä yleisesti sitä suurempi mitä parempi metsämaa on laadultaan; se on alkuiällä pieni mutta iän lisääntyessä nopeasti kohoava ja myöhemmin taas laskeva.

Poikkeusta mainittuun yleiseen piirteeseen aiheutuu pääasiallisesti: 1. puulajista, sillä eri puulajien kasvu saattaa olla tietyllä metsätyypillä huomattavan erilainen; 2. iästä, äsken mainitusta syystä; 3. kuutiomäärästä, sillä kasvu on huomattavasti riippuvainen kasvavan puuston määrästä pinta-alayksikköä kohden; 4. tiheydestä, joka liian suurena tai liian pienenä voi aiheuttaa kasvun supistumista pinta-alayksikköä kohden laskettuna; 5. erilaisten periaatteiden mukaisesta puuston käsittelystä sekä vielä 6. aiemmin mainitun ilmastollisista ym. kasvutekijöistä johtuvan kasvun vaihtelun eri syistä aiheutuvasta erilaisuudesta.

Taulukko 8. Keskikasvu kuoretta.

Average growth excl. bark.

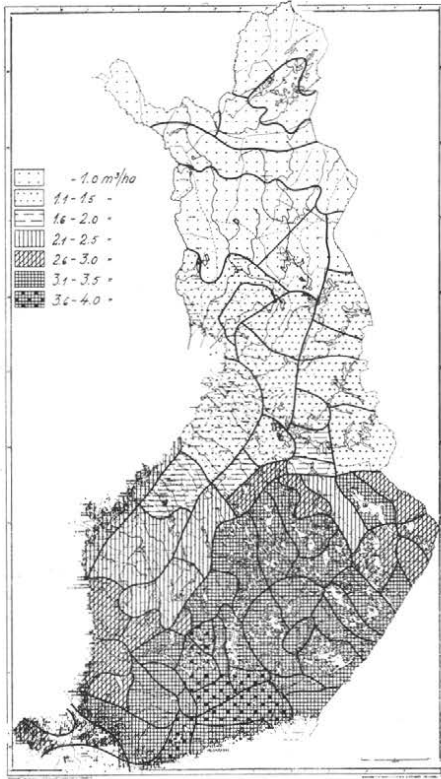
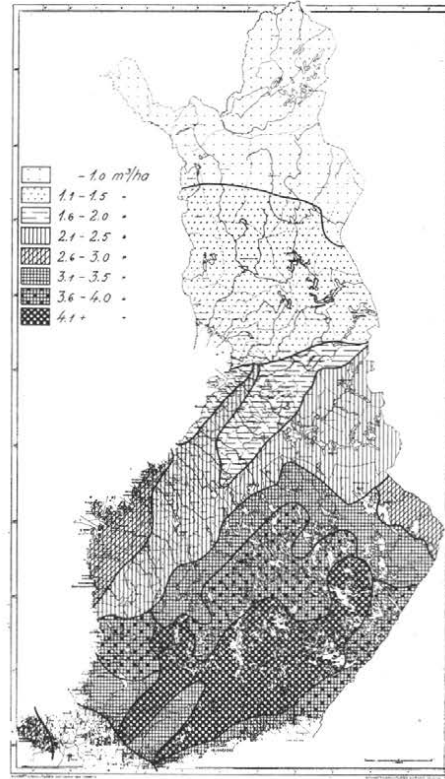
Koko Total	Kasvulli- nen Produc- tive	Huono- kasvuinen Poorly productive	Kasvullinen metsämaa — <i>Productive forest land</i>								
			Metsätyyppi — <i>Forest site type</i>						Suot — <i>Swamps</i>		
			Lh+ Lhm	MT pMT VMT	HMT	VT EVT	EMT	CT ErCIT CIT	Korvet Spruce	Rä- meet Pine	Ojitetut Drained
metsämaa — <i>forest land</i>											
Maan eteläpuolisko — <i>Southern half of the country</i>											
3.0	3.4	0.8	4.5	4.0	—	2.9	—	1.9	2.6	1.7	2.8
Maan pohjoispuolisko — <i>Northern half of the country</i>											
1.1	1.3	0.5	2.2	2.1	0.8	1.5	1.0	0.9	1.2	1.0	1.4
Koko maa — <i>Whole of the country</i>											
2.1	2.5	0.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—

See the footnotes in the Table 3.

Kasvullisen metsämaan keskikasvuluku (kartake 29) on suurin, keskiarvona 4.1—5.0 m³/ha, laajalti maan eteläosaa käsittävällä alueella. Siihen kuuluu itä- ja etelä-Savo, itä-Häme ja pääosa etelä-Hämettä sekä suuri osa pohjois-Hämettä ja sieltä kapeahkosti lounaaseen Turun eteläpuoliselle rannikolle saakka Varsinais-Suomea sekä Uusimaa lukuun ottamatta sen rannikkoa ja aivan kapeata länsilaitaa. Viimeksi mainitut liittyvät Hämeenlinnan lähetyviltä Rengon, Tammelan, Somerniemen, Suomusjärven, Kiskon ja niiden lähipitäjien kautta Hankonien — Kemiön väliselle rannikolle ulottuvaan, suurelta osalta Salpausselän maita käsittävään, kahta luokkaa alempaan, 3.1—3.5 m³:n alueeseen. Toinen pienehkö tällainen alue suuntautuu Rauman—Turun väliseltä rannikolta itään ja kolmas kiertää järviolueen pohjoislaiteita pohjois-Hämeestä Päijänteen ja Saimaan vesistöjen latvavesien seutuja Joensuun ympäristöön.

Jonkin verran suuremman pinta-alan kuin 3.1—3.5 m³:n alue käsittää kasvun määrältään sen ja korkeimman luokan väliin jäävä kolmiosainen 3.6—4 m³:n alue. Sellainen leviää pienehkönä lännessä Porin—Rauman seudulta itään Satakunnan ja Hämeen rajamaille. Toinen, alaltaan laajin on 4.1—5 m³:n alueen pohjoispuolella ja käsittää pohjois-Hämeen itäkoillisosaa, leveästi Päijänteen reitin pohjoisosaa sekä Savo Saimaan reitin länsiosan — Kuopion—Mikkelin seutujen välimailta, kapealti pohjois-Karjalan rajalle ulottuen. Kolmas tällainen alue on valtakunnan kaakkoisrajan varrella Suomenlahden rannikolta Kiteen tienoille saakka.

Edellisiä alemman keskikasvualueen 2.6—3 m³:n alueita on yksi Pohjanmaan eteläosan rannikolla, itäisimmässä kaaressa Seinäjoen seutuun saakka. Toinen on pohjois-Karjalan rajamailta Ilomantsissa ja Pielisjärvellä.

17. Vv. 1921—24 — *In the years 1921—24*18. Vv. 1951—53 — *In the years 1951—53*

Kuvat — *Figs. 17, 18. Puuston vuotuinen keskimääräinen kasvuvuorokasvu kuoretta kasvillisella metsämaalla. — Average annual volume growth, excl. bark, on productive forest land.*

Kolmantena on vielä Ahvenanmaan mantere muutamane lähisaarineen, missä suhteellisesti runsaista vanhoista ikäluokista aiheutuu vähyyttä yleisesti hyvien metsämaiden kasvulukuun.

Seuraava alempi luokka 2.1—2.5 m³ valtaa vielä huomattavan osansa maan eteläpuoliskosta, pohjois-Satakunnasta laajalti Pohjanmaalle sekä Suomenselän tienoita pitkin lopuksi hyvin kapeasti Savo ja vähän leveämältä Karjalaa niiden pohjoisrajalla kiertäen. Alue leviää sitten pohjoisempana käsittämään miltei koko Kainuun ja pistää Pohjanmaalla lännessä kiilana Oulun itäpuolelle saakka. Tämän kiilan ja Kainuun välille jää 1.6—2 m³:n alue, jollainen kapeana rannikkona on myös Oulun tienoilta Kalajoelle. Näistä alueista pohjoiseen päin on hyvin laaja 1.1—1.5 m³:n alue, joka Muonion, Kittilän, Sodankylän, Savukosken ja Sallan halkoen muuttuu yhä pohjoisempana enintään 1 m³:n alueeksi.

Sen johdosta että puuston kasvu on, niin kuin aiemmin mainittiin, riippuvainen useista tekijöistä, ei keskimääräisluokkien esiintymistä kuvaava

kartake ole alueiden muodostumisessa läheskään samanlainen jonkin toisen kartakkeen kanssa. Se poikkeaa hyvin paljon keskikuutiomäärän kartakkeesta, joten keskikuutiomäärä, monen muun tekijän — metsämaan laadun, puuston puulajien, iän, tiheyden ja käsittelyn — samalla vaihdellessa, ei suinkaan yksin määrää keskikasvua. Yhteisiä piirteitä havaitaan joiltakin osilta ja jonkin verran kaikkia näitä tekijöitä kuvaavien kartakkeiden ja keskikasvun kartakkeen vertailussa. Nuo eri tekijät, joiden kartakkeiden kesken myös vuorostaan on verraten heikkoa samanlaisuutta, vaikuttavat niin monella tavalla keskenään yhtyen, että niissä ja keskikasvun kartakkeissa alueiden muodostuminen on erilaista.

Kuvissa 17 ja 18 esitetyjä pienoiskartakkeita keskenään vertaamalla voidaan saada käsitystä keskikasvun muutoksesta vv:sta 1921—24 vv:iin 1951—53 kuluneena 30-vuotiskautena. Edellinen kartake kuvaa keskikasvua viljavuusalueittain ja jälkimmäinen nyt muodostuneissa luonnonmukaisissa alueissa. Kartakkeita valmistettaessa on tehty kasvun laskentamenetelmien vähäisestä erilaisuudesta ja ilmastollisten ym. kasvutekijäin vaihtelun eroavuudesta johtuvat muutokset. Kartakkeet on siten saatu kaiken todennäköisyyden mukaan vertauskelpoisiksi.

Verrattaessa kartakkeita keskenään havaitaan uusi kartake miltei kaikkialla entistä tummemmin varjostuneeksi. Puuston keskikasvu on siis yleisesti siirtynyt entistä suuremman kasvun luokkaan. Joissakin seuduissa siirtyminen on käsittänyt kaksikin luokkaa. On kuitenkin otettava huomioon, että viljavuusalueittaisen kartakkeen ennakkorajoin määritetyt alueet ovat saattaneet olla useissakin kohdissa kasvun puolesta huomattavan epäyhtenäisiä.

Suurinta keskikasvun lisäystä esiintyy laajalti pohjois-Hämeessä, sieltä länteen Satakunnassa — pohjoisinta osaa lukuun ottamatta — ja lounaaseen suuressa osassa Varsinais-Suomea sekä itä-Hämeessä ja etelä- ja itä-Savossa Karjalan länsirajoille saakka. Entisessä luokassa keskikasvu on pysynyt varhemmasta kaventuneessa osassa etelä-Pohjanmaata ja osassa Oulun—Taivalkosken takaista pohjois-Suomea, jonka jälkeen 1.1—1.5 m³:n alue on laajentunut pitkälle pohjoiseen varhemmalle alle 1 m³:n alueelle. Sellaiset seudut, joissa kasvuluku näyttäisi siirtyneen lähinnä alempaan luokkaan, ovat vähäisiä ja siirtyminen epävarmaa.

Tällaista keskikasvun yleistä kohoamista vahvistaa suurpiirteisin luvuin se, että kasvullisten maiden puuston keskikasvu oli maan eteläpuoliskossa vv. 1921—24 3.1 m³/ha ja vv. 1951—53 3.4 m³/ha, pohjoispuoliskossa vastaavasti 1.0 ja 1.3 m³/ha. Kohoamisen syytä on tarkasteltu inventoinnin julkaisuissa. Vaikuttavimpia syytä ovat olleet keskikuutiomäärän suureneneminen ja metsien käsittelyn paraneminen, siihen sisällytettynä metsänparannustyö soiden ojituksineen.

K o k o m e t s ä m a a n keskikasvua kuvaava kartake (28) eroaa alueiden muodostumisessa ja niiden keskikasvun puolesta paljon kasvullisen metsämaan kartakkeesta, samoin kuin aiemmin havaittiin asianlaidan olevan koko metsämaan ja kasvullisen metsämaan keskikuutiomääriä kuvaavien kartakkeiden suhteen. Vaikuttavina syinä ovat nytkin huonokasvuisten suo-, kalliokko-, vaaranlaki- ja tunturimaiden erilaiset määrät. Huomattavia osia alueista, joitakin kokonaisuudessaan, on siirtynyt luokkaa alempaan alueeseen.

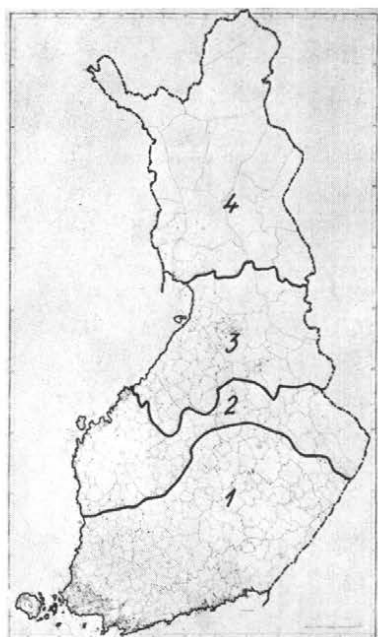
Pohjoisesta työntää heikoin, enintään 1 m^3 :n alue rajaansa etelään päin, pääasiallisesti huonokasvuisten soiden runsaudesta johtuen. Samoin 1.1 — 1.5 m^3 :n alue ulottuu keskiosassaan etelämmäksi, Kainuu ja pääosa Pohjanmaata muuttuvat samasta syystä 2.1 — 2.5 m^3 :n alueesta 1.6 — 2 m^3 :n alueeksi, vieläpä osa keski-Pohjanmaan erittäin soista, rämeistä seutua luokkaan 1.1 — 1.5 m^3 . Muutos on yleisesti pienintä vähäsoisella järviolueella ja lounais-eteläisellä rannikkoalueella, jossa kuitenkin lounainen saaristo siihen liittyvine aivan kapeine rannikkoineen siirtyy kalliokkomaiden runsauden takia 2.1 — 2.5 m^3 :n luokasta 1.6 — 2 m^3 :n luokkaan.

Puuntuottokyky

(Kartake 30)

Puuntuottokyky, ideaaliboniteetti eli kasvupaikkaindeksi kuutiomittana hehtaaria kohden, on saanut viime aikana puun tuotannon lisäämisen mahdollisuuksia arvioitaessa kasvavaa huomiota osakseen. Sen perusteella pyritään luomaan metsien puuntuoton mahdollisuuksista kuvaa, jota tiettyin edellytyksin ja suunnitelmallisesti toimien voidaan lähestyä. Sen tavoittaminen on sitä etäämmällä tulevaisuudessa mitä lukuisampia, mitä suurempia ja mitä vaikeammin ratkaistavia edellytykset ovat ja mitä hitaammin niitä voidaan täyttää ja täytetään. Kun näissä edellytyksissä lisäksi on ajan mittaan muuttumisen mahdollisuuksia, on sanotun lähestymisen nopeus ja toteuttamiseen tarvittava aika niin suuressa määrin kuviteltua, ettei sen arvioimisella ole merkitystä. Mutta siitä huolimatta hahmotellulla kuvalla on merkityksensä tavoitteena, joka kannustaa toimintaan ja tekee sen määrätietoiseksi.

Suomessa tarjoaa luonnonmukainen kasvupaikkojen luokitus, metsätuotot, vakavaa peruspohjaa metsien puuntuotokyvyn arvioimiselle. Rajoitettaessa tämä arvioiminen siihen mitä jo tiedetään eri puulajien puuntuotosta erilaisilla kasvupaikoilla ja eri ikävaiheissa ja asetettaessa päämääräksi tämän mukainen kasvupaikkojen, metsämaan käytön järjestely ja puuston kasvatus voidaan luoda tulevaisuuden kuvaa puuntuotokyvystä. Tässä esityksessä lähdetään näin rajoitetulta pohjalta. Arvioon



Kuva — Fig. 19. Puuntuottokyvyn laskennassa erotetut alueet. — *The areas separated for the calculation of the wood producing capacity.*

ei sisälly se puuntuottokyvyn lisäys, joka voisi olla mahdollinen edelleen kehitettävien puuston kasvatustapojen, jatkuvan soiden ojituksen, metsänviljelyn, metsäpuiden jalostuksen ja metsämaan lannoituksen avulla.

Puuntuottokyvyllä tarkoitetaan tässä sitä puumäärää kuorettomina kiintokuutiometreinä runkopuuta, jonka metsä perustamisesta hakkuuikään tarvittavana ns. kiertoaikana voi tuottaa keskimäärin vuotta ja hehtaaria kohden. Tämä määrä vaihtelee metsämaan laadun, puulajin, puuston käsittelyn ja kiertoaajan pituuden mukaan.

Suomessa pyrittiin selvittämään puuntuottokykyä ensi vaiheena täystiheidien luonnonmetsiköiden, ns. luonnonnormaalien metsiköiden perusteella. Tehtävän suoritusta näin yksinkertaisti paljon se, että suuresti tulokseen vaikuttava käsittelytapa jäi vaikuttavista tekijöistä pois. Nämä tutkimukset ovat olleet tämän alan myöhemmälle tutkimustyölle pohjaa ja vertailuperustetta luovia, jonka takia tässä on syytä niihin viitata.

Tutkimuksista on mainittava varhimpana Blomqvistin suuri tutkimus tasaikäisten, sulkeutuneiden mänty-, kuusi- ja koivumetsiköiden kehityksestä vuodelta 1872.¹⁾ Uudella pohjalla liikkuiivat Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsiköille laaditut kasvu- ja tuottotaulukot ja niiden perusteen muodostanut tutkimus metsätyyppien merkityksestä metsänarvioimisessa vuodelta 1920 (Ilvessalo) sekä Lönnrothin perustavanlaatuinen tutkimus tasaikäisten luonnonnormaalien mäntymetsiköiden sisäisestä rakenteesta ja kehityksestä, vuodelta 1930.²⁾ Näihin liittyivät läheisesti Pohjois-Suomessa tehdyt tutkimukset luonnonnormaalien metsiköiden kasvusta ja kehityksestä.³⁾

¹⁾ A. G. Blomqvist, Tabeller framställande utvecklingen af jernäriga och slutna skogsbestånd af tall, gran och björk. Helsingfors 1872. T. Heikkilä laati taulukot supistettuun uuteen muotoon: Tuotantotaulukot pääpuulajeillemme männylle, kuuselle ja koivulle. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julk. Erikoistutkimuksia 2. Helsinki 1914.

²⁾ Yrjö Ilvessalo, Kasvu- ja tuottotaulukot Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Ref. Ertragstafeln für Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland.) AFF 15. 1920. Yrjö Ilvessalo, Tutkimuksia metsätyyppien taksatorisesta merkityksestä. (Ref. Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen.) AFF 15. 1920. Erik Lönnroth, Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. AFF 30. 1925.

³⁾ Yrjö Ilvessalo, Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. (Summary: Growth of natural normal stands in central North-Finland.) MTJ 24.2. 1937.

Puhtaita metsiköitä koskivat edelleen *Miettisen* tutkimus luonnon-tilaisten harmaalepiköiden kehityksestä ja *Kalelan* tutkimus viljelykuusikoiden kehityksestä, josta puuston käsittelytapa vaikuttavana tekijänä edelleen jäi miltei kokonaan ulkopuolelle.¹⁾

Lähinnä tähän ryhmään voidaan lukea myös *Sarvaan* tutkimus puolukkatyyppin kuusikoista, jonka pohjana olleet koealat käsittivät vain lievästi harvennettuja ja osaksi harventamattomia metsiköitä, sekä *Sirénin* tutkimus Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä.²⁾ Kun vielä mainitaan *Lappi-Seppälän* tutkimus kahden puulajin, männyn ja koivun sekametsiköiden luontaisesta kehityksestä sekä *Kalelan* tutkimus kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä³⁾, voidaan — eräitä vähäisiä tutkielmia mainitsematta — ensimmäinen, monessa suhteessa omaperäistä suomalaista tutkimusta käsittänyt vaihe metsiemme puuston kehityksen, tavalla tai toisella myös puuntuotto-kyvyn tutkimuksessa tässä katsauksessa päättää.

Samanaikainen ja myös myöhempi, paljon tuloksia antanut tutkimus soiden ojituksen vaikutuksesta puuston kehityksen edistäjänä jätetään tähän tarkasteluun varsinaisesti kuulumattomana sivuun. Soiden tutkimus on tunnetusti kivennäismaita koskevaa tutkimusta vaikeampi vaikuttavien tekijäin — suotyyppin, ojien syvyyden, vedenlaskun, ojatihyiden ym. — suuremman määrän takia.

Ennen useimpien jo mainittujen tutkimusten valmistumista oli alkanut toinen vaihe siten, että metsäntutkimuslaitos vuodesta 1924 lähtien ryhtyi perustamaan muualla maailmassa jo koeteltuun, maamme oloihin sovellettuun tapaan pitkäaikaisesti mitattavia kestokoealasarjoja, joiden tarkoituksena on toistuvien harvennuksin käsiteltävien metsiköiden kehityksen tutkiminen.⁴⁾ Puuntuottokyky, sekä määrällisenä että laadullisena, on siinä keskeisiä kysymyksiä. Uuteen vaiheeseen ryhdyttiin suurin toivein, mutta pettymyksiä ilmestyi toisensa jälkeen. Vaikka kestokoealat keskitettiin lähinnä metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueisiin, niitä menetettiin erilaisista syistä jo perustamisen ollessa edistymässä, kunnes alueidenluovutus Karjalassa vei koealojen parhaimmiston. Osoittautui, ettei vielä hyvin

¹⁾ Leevi Miettinen, Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. (Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände.) MTJ 18.1. 1932. Erkki K. Kalela (Cajander), Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelykuusikoiden kehityksestä. (Ref. Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland.) MTJ 19. 1933.

²⁾ Risto Sarvas, Tutkimuksia puolukkatyyppin kuusikoista. (Summary: Investigations into the spruce stands of Vaccinium type.) MTJ 39.1. 1951. Gustaf Sirén, The development of spruce forest on raw humus sites in Northern Finland and its ecology. (Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta.) AFF 62.4. 1955.

³⁾ M. Lappi-Seppälä, Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke. MTJ 15. 1930. Erkki K. Kalela, Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. (Ref. Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinnland.) AFF 44. 1936.

⁴⁾ Yrjö Ilvessalo, The establishment and measurement of permanent sample plots in Finland. (Selostus: Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa.) MTJ 17.2. 1932.

vajaaksi jäänyt kestokoealojen verkko olisi ollut jatkuvin täydennyksin käään varma ja kohtuullisessa ajassa riittävin perustein tuloksiin johtava menetelmä tarkoituksensa toteuttamiseksi. Muutamiiin tutkimuksiin ne ovat kuitenkin jo pohjaa antaneet.

Kolmantena vaiheena metsäntutkimuslaitos ryhtyi jälleen omaperäisiin, jo kauan suunnitelluin keinoin pyrkimään tuloksiin. Asetettiin päämääräksi etsiä metsistämme sellaisia mänty-, kuusi- ja koivumetsiköitä, joita todennäköisesti oli käsitelty jo pitkäkhön ajan toistuvasti suurin piirtein samantapaisin harvennuksin. Tehtävä jaettiin 1940-luvun lopulla ja 1950-luvun alkupuolella tutkimuslaitoksen arvioimisosastossa toimineille nuorille tutkijoille siten, että Nyyssönen suoritti työn mäntymetsiköiden osalta, Mäkisen sitä nuorten metsiköiden suhteen täydentäen, Vuokila kuusimetsiköiden osalta ja Koivisto koivumetsiköiden osalta, jossa alkuvaiheena oli Kuuselan suppea koivikko-tutkielma. ¹⁾ Tutkimusten suoritus oli pääosalta mahdollinen valtakunnan metsien inventointiin varatuin ja Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiön myöntämin varoin. Näistä erillinen mutta samaan harvennuksin käsiteltyjen metsiköiden ryhmään liittyvä oli Kallion tutkimus yhden metsätyypin kuusiköiden kehityksestä. ²⁾

Samantapaiseen päämäärään pyrittiin suurpiirteisemmässä muodossa valtakunnan metsien inventoinnissa, jossa tulokset varsinaisesti laskettiin kulloistenkin nykymetsien keskiarvona. II:n inventoinnin jälkeen, ennen sotaa, Blomgrenilla oli tehtävänä erottaa inventoinnin suuresta koeala-aineistosta hyvin ja tyydyttävästi käsitellyt, vähintään tietyn tiheysasteen metsiköt. Näin karsitun aineiston perusteella oli tarkoitus saada karkein piirtein käsitys »hoidettujen» metsiköiden kehityksestä. Työn valmistaminen keskeytyi sodan takia. Sen uudisti III:n inventoinnin aineistosta kivennäismaiden osalta Koivisto, joka myös kokosi supistetuksi taulukoiksi kolmannen vaiheen ja täystiheiden luonnonmetsiköiden päätulokset niistä metsätyypeistä, joista riittäviä tutkimuksia oli suoritettu. ³⁾

¹⁾ Aarne Nyyssönen, Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. (Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings.) AFF 60.4. 1954. Veikko Mäkinen, Harvennuksen aiheuttamasta muutoksesta nuoren männikön rakenteeseen. (Summary: On the structural changes caused by thinning in young Scots pine stands.) MTJ 51.7. 1959. Yrjö Vuokila, Etelä-Suomen hoidettujen kuusiköiden kehityksestä. (Summary: On the development of managed spruce stands in southern Finland.) MTJ 48.1. 1956. Kullervo Kuusela, Hakuilla käsiteltyjen koiviköiden rakenteesta ja kasvusta. (Summary: On the structure and growth of birch stands treated with cuttings.) Silva fennica 90.3. 1956. Pentti Koivisto, Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoiviköiden kehityksestä. (Käsikirjoitus. 1957).

²⁾ Kustaa Kallio, Käenkaali-mustikkatyyppin kuusiköiden kehityksestä Suomen lounaisosassa. (Summary: On the development of spruce forests of the Oxalis-Myrtillus site type in the South-West of Finland.) AFF 66.3. 1957.

³⁾ Pentti Koivisto, Kasvu- ja tuottotaulukoita. (Summary: Growth and yield tables.) MTJ 51.8. 1959.

Vaikka tähänastinen tutkimus antaa jo paljon tietoa puuston kehityksestä ja perustetta puuntuottokykyä koskeville laskelmille, on tutkimuksessa vielä niin paljon aukkoja, että tällaisia laskelmia voidaan pitää suurelta osalta arvion tapaisina.

Suomen metsät ovat ja tulevat edelleen ainakin hyvin pitkään olemaan pääosalta sekametsiköitä. Esim. II:n valtakunnan metsien inventoinnin mukaan vuosina 1936—38 oli Suomen kasvullisten maiden metsistä 63.5 % sellaisia, joissa pääpuulajin ohella oli vähintään 20 % sekapuulajia. ¹⁾ Tarvitaan paljon tutkimusta sekametsiköiden puuntuotosta. Metsänviljelyllä luonnonmetsiin verrattuna aikaan saatava nopeampi puuston kehitys ja suurempi kasvu kaipaavat edelleen lisää tutkimusta. Lannoituksen avulla ja metsäpuiden jalostuksella saavutettavat lisäykset ovat suunnitelmallisen tutkimuksen alkuvaiheessa. Tarvitaan paljon vaativaa tutkimusta selvittämään puuntuottoa voimakkuudeltaan erilaisin harvennuksin käsitellyissä metsiköissä. Edelleen ovat Pohjanmaa ja Pohjois-Suomi suuressa määrässä omien erikoistutkimusten tarpeessa, erityisesti Pohjois-Suomi myös erikäisten metsiköiden osalta. Niin kuin jo aiemmin mainittiin on soiden ojituksella aikaan saatava puuntuoton lisäys samoin jo saavutetusta runsaasta tiedosta huolimatta edelleen monipuolisen tutkimuksen tarpeessa.

Edellisessä esitetty pääpiirteittäinen katsaus on pidetty tarpeellisena ensiksi sen takia, että oltaisiin selvillä siitä, minkälaisiin perusteisiin voidaan nojata metsiemme puuntuottokykyä koskevissa arvioissa ja toiseksi siitä, että perusteet ovat vielä suuressa määrässä puutteelliset. Suorittaen laskelmia olemassa olevilla ja tätä tarkoitusta varten metsien inventoinnista suuressa määrässä lisäksi hankituilla perusteilla sekä huomioon ottaen kivinäismaiden pintasoistuneisuuden ja kivisyyden aiheuttama vähentävä vaikutus, on päädytty taulukossa 9 esitettyihin puuntuottokyvyn arviolukuihin. Ne on esitetty, kullakin kasvupaikalla edullisinta puulajia tavoitellen, lukusarjoina neljälle alueelle, joita voidaan pitää tässä tehtävää laskelmaa varten riittävinä ja joiden likimääräiset rajat on merkitty kuvaan 19.

Kartakkeessa 30 puuntuottokyvyn korkein luokka 5.1—6 m³ käsittää Satakunnan lukuun ottamatta sen huomattavan laajaa pohjoisosaa, jota-kuinkin koko Hämeen paitsi pientä pohjoisosaa ja Rengon—Tammelan—Somerniemen seutua, Uudenmaan paitsi Hankoniemen läheistä rannikko-seutua, etelä-Savon paitsi Mikkelin pohjoispuolista keskimääräistä soisempaa seutua ja Suur-Saimaaseen liittyvää puolta, itä-Savon paitsi Suur-Saimaan tienoossa pohjoiseen päin pistävää aluetta, etelä-Karjalasta vain vähäisen koillisosan, pohjois-Savon eteläosan ja pohjois-Karjalan eteläisiä

¹⁾ Y r j ö I l v e s s a l o, Metsikkölajien esiintyminen Suomen metsissä. (Summary: Occurrence of the different kinds of wood stands in the Finnish forests.) MTJ 39.2. 1951.

Taulukko 9. Puuntuottokyvyn arvioluvut.

Estimated values of wood producing capacity.

Alue Area (Kuva 19 Fig. 19)	Kasvullinen metsämaa — <i>Productive forest land</i>									Keskiarvo <i>Mean value</i>	Huono- kasvuiset metsä- maat ²⁾ <i>Poorly prod. forest lands ²⁾</i>
	Metsätyyppi ¹⁾ — <i>Forest site type ¹⁾</i>						Suot — <i>Swamps</i>				
	Lh+ Lhm	MT pMT ³⁾	HMT	VT EVT	EMT	CT ErcIT CIT	Korvet <i>Spruce and hard- wood</i>	Rä- meet <i>Pine</i>	Oji- tetut <i>Drain- ed</i>		
k-m ³ kuoretta/ v./ha — <i>Solid cu. m. excl. bark per hectare and year</i>											
1	6.3	5.6	—	4.1	—	2.6	4.0	2.5	4.7	5.1	1.1
2	5.6	4.9	1.1	3.6	—	2.1	3.0	2.0	3.6	4.0	0.9
3	4.5	3.7	0.9	3.0	2.1	1.7	2.1	1.6	2.5	2.8	0.7
4	3.3	2.8	0.8	2.0	1.4	1.2	1.3	1.0	1.6	1.7	0.5

¹⁾ Kts. s. 16 — *See p. 16.*²⁾ Heikoimmat viety joutomaihin — *The poorest transferred to waste lands.*³⁾ Alueessa 3. VMT 3.0 — *In the area 3. VMT 3.0.*

pitäjiä. Muu osa maan eteläpuoliskoa, vielä pois luettuna Pohjanmaa järvi-alueen rajaseudulle saakka — paitsi rannikkoa Kokkolasta pohjois-Satakuntaan —, pohjois-Savon—pohjois-Karjalan pohjoinen väliseutu ja valtakunnan rajan varsi pohjois-Karjalassa, ovat lähinnä korkeimman luokan, 4.1—5 m³, alueita.

Mainitut pois luetut osat, Pohjanmaalla kuitenkin likimäärin vain keski-Pohjanmaalle saakka, ovat taas edellistä lähinnä korkeimman luokan, 3.1—4 m³, alueita. Näistä pohjoiseen päin jatkuva keski-Pohjanmaa Raahen vaiheille saakka, Kainuu ja edelleen Taivalkoskelle ja Pudasjärven länsiosaan sekä pieni seutu Oulun vaiheilta itään kuuluvat luokkaan 2.6—3 m³. Viimeksi mainitun pienen seudun ympärillä on kaikilla puolilla luokan 2.1—2.5 m³ pohjois-Pohjanmaata, jota muodostuu vähäinen alue myös Kemi- ja Torniojokien suupuoleen. Jo mainituista pohjois-Suomen eteläosan alueista leviää kauas pohjoiseen, Muonion, Kittilän, Sodankylän ja Savukosken pohjoisiin osiin saakka laaja 1.6—2 m³:n alue, jonka takainen vielä pääosalta metsäinen Lappi on 1.1—1.5 m³:n aluetta.

Puuntuottokykyä kuvaava kartake ei ole likimainkaan jonkin toisen kartakkeen kaltainen. Tähän vaikuttavat jälleen monet syyt. Eroavuutta keskikasvun kartakkeesta aiheutuu nykyisestä puulajien ja ikäluokkien epäedullisesta suhteesta ja keskikuutiomäärästä sekä metsien käsittelyn erilaisesta tasosta. Eroa metsämaan laatua, metsätyyppien sekä niiden yhdistelmien — tuoreiden ja toisaalta kuivanpuoleisten ja kuivien kankaiden — esiintymistä kuvaavista kartakkeista johtuu samoin nykyisestä puulajien ja ikäluokkien epänormaalista suhteesta sekä metsien käsittelyn erilaisesta tasosta. Verrattaessa puuntuottokykyä erilaisiin metsämaan ja puuston

tunnuksiin samoilla 10 km:n linjanosilla voidaan usein havaita keskinäistä riippuvuutta, mutta edellisessä mainitut ja vielä muutkin tekijät aiheuttavat siihen alueittain tarkastellen niin paljon sekavuutta, ettei korrelaation laskennalla olisi mainittavaa merkitystä.

Samoin kuin mikään muu kartake myös puuntuottokyvyn kartake ei kuvaa muodostuneiden alueiden kokonaismääriä. Tällainen laskelma olisi alueiden vaikean maapinta-alan laskennan takia hyvin epävarma kaikkien kartakkeiden suhteen. Metsien puuntuottokyvyn kokonaismäärästä on kuitenkin tehty arvio, joka täydentäisi tätä kartaketta niin kuin muidenkin kartakkeiden tunnusten osalta on tehty suppeiden taulukoiden muodossa. Tulokset esitetään taulukossa 10 neljän hyvin suurpiirteisesti erotetun alueen (kuva 19) ja koko maan lukuina. Ne on laskettu taulukon 9 lukujen ja alueiden metsämaan pinta-alojen perusteella. Tässäkin on huomattava, ettei niihin sisälly sitä lisäystä, joka voisi olla mahdollinen edelleen kehitettävien puuston kasvatustapojen, jatkuvan soiden ojituksen, metsänviljelyn, metsäpuiden jalostuksen ja metsämaan lannoituksen avulla. Taulukon lukujen osoittamanakin lisäys voi olla mahdollinen pitkänä aikana sitä mukaa kuin puulajisuhteiden järjestely kasvupaikan mukaisesti ja ikäluokkasuhteiden muutos normaalia kohti edistyvät.

Taulukko 10. Metsien puuntuottokyky ja nykykasvu.

Wood producing capacity and the present growth of the forests.

	Alue kuvassa 19 — Area in the fig. 19				
	1	2	3	4	Σ 1—4
	Milj. k-m ³ kuoretta vuodessa, runkopuu				
	Mill. cu.m. excl. bark per year, stem wood				
1. Tuottokyky ¹⁾ — Producing capacity ¹⁾	36.7	10.9	9.3	9.1	66.0
2. Nykykasvu ²⁾ — Present growth ²⁾	25.9	7.5	6.7	5.9	46.0
1 > 2, %	41.7	45.3	38.8	54.2	43.5

¹⁾ Ilman siv. 55 mainituilla toimenpiteillä mahdollista lisäystä. — Without the possible increase with the measures mentioned on p. 63.

²⁾ Vv. 1951—53 inventoinnin mukainen luku. — The figure according to the inventory carried out in the years 1951—53.

Taulukosta havaitaan, että sellainen puuntuottokyky, jota tässä kartakkeen 30 osoittamin luvuin tarkoitetaan, on koko maan metsille laskettuna 66.0 milj. k-m³ kuoretta eli 20.0 milj. m³ ja 43.5 % suurempi kuin vv. 1951—53 inventoinnin mukainen kasvu. Lisäys on suhteellisesti suurin pohjoisimmassa alueessa 4, jonka metsät käsittävät hyvin suurelta osalta jo vähäkasvuisia vanhoja ikäluokkia. Alueessa 3 lisäystä osoittava sadannes on pienempi lähinnä siitä syystä, että Pohjanmaan osalla on runsaah-

kosti sikäläisillä metsämailla nuoriksi ja keski-ikäisiksi katsottavia ikäluokkia. Tämä vaikuttaa kohottavasti siellä muuten pieneen nykykasvuun ja vähentää lisäystä osoittavaa sadannesta Kainuussa yleisten vanhojen ikäluokkien pienen kasvun vastapainona. Alueessa 2 nykykasvu on itäosan pohjoisilla rajaseuduilla runsaiden vanhojen ikäluokkien ja Pohjanmaalla metsien vähäpuustoisuuden takia suhteellisesti pieni. Tästä johtuu että lisäystä osoittava sadannes on suurehko. Alueessa 1 on paljon kasvuisia keski-ikäluokkia ja nykykasvu siitä johtuen korkeahko. Tästä on seurauksena, ettei lisäystä osoittava sadannes kohoaa maan keskiarvon tasalle. Edellisessä on mainittu vain muutamia niistä syistä, jotka aiheuttavat alueiden välistä eroa.

Puuntuottokyky ja nykykasvu on esitetty taulukossa 9 kuorettomina määrinä, mikä näihin aikoihin saakka on ollut puun ja kuoren kasvun erillaisuuden ja eriarvoisuuden takia yleinen tapa. Viime vuosina Ruotsissa on alettu ilmaista kasvun määrä kuorellisena. Mainittakoon tämän johdosta, että taulukon 9 osoittamaa koko maan metsien kuoretonta puuntuottokykyä 66.0 milj. m³ vastaa kuorellisena likimäärin 78 milj. m³ ja nykykasvua 46.0 milj. m³ likimäärin 54.8 milj. m³.

THE FORESTS OF FINLAND IN THE LIGHT OF MAPS

Summary in English

In addition to the information concerning the country as a whole, the results of the National Forest Inventories in Finland have been presented according to Forestry Board districts and to main water system areas. These districts and areas are separated by fixed boundaries. Consequently, they are not naturally homogeneous units by whose means a description could be given of the varying features of forest soil and growing stock in Finland.

On the basis of the First National Forest Inventory carried out during the years 1921—24, an attempt was made to present such a natural description of the forests of the country by agricultural-phytogeographical areas (cf. footnote, p. 7) which were distinguished by approximate definitions. However, even these areas were demarcated in advance, though only as regards the broad features.

On publication of the results of the Second National Forest Inventory carried out in 1936—38, an entirely new method was adopted in the preparation of the descriptions now under review. As indicated by Fig. 1, the survey lines were broken down to 10-kilometre sections, which were located as accurately as possible on the map to a scale of 1 : 2 000 000. By employment of the punched-card system, there were calculated the proportions per cent of different land utilization classes, forest site types, age classes, and other forest characteristics for each 10-kilometre section of survey line. The section was painted in on the map, the principle employed being that the shade of colour became darker the higher the percentage was.

By ignoring the casual deviations, on the map in the form of differences in colour shade, it was possible to outline areas which were approximately homogeneous as regards the characteristics concerned, ranging in colour from the lightest shade to the darkest. The areas thus indicated and drawn independently on the map as regards each characteristic can be regarded as natural, and as areas in no way preconceived.

The description to be made on the basis of the Second Inventory was interrupted by the war. After the completion of the Third Inventory in 1951—53, a similar description was prepared using methods which had been further developed. The outlining of areas is illustrated by Fig. 1. An attempt was made to avoid small areas which would have deviated from the adjacent ones to only minor and rather doubtful extent.

Generally speaking, the differences between the adjacent areas were rather conspicuous, but considerable variation between the 10-kilometre sections had to be allowed within the areas. The percentage class represented by the area was determined either as weighted arithmetical mean of the 10-kilometre sections included by the area, or as its most general percentage class as regards the characteristic studied. The magnitude of variation within areas is illustrated in Table 1, p. 10, by random-selected examples.

In the Table, there can be noticed a marked concentration of values in the mean percentage class and the adjacent ones. Of areas 5 and 6, representing the greatest means, the former includes swamp-cleared land upon which considerable agriculture is practised, and, therefore, values below the mean are more numerous than within the latter area, which is characterized by its abundance of swamps and by only minor activities of swamp cultivation. On p. 11, examples are presented from different parts of the country regarding the means of the areas, their standard errors and standard deviations.

In the maps presented, the lakes have been left unpainted. In order to make for greater clarity, the areas have been encircled by thin lines, even though the differences between them do not warrant the indication of strict boundaries. The texts on the maps indicate the characteristic depicted by each map. It has been deemed necessary further to illustrate, with the aid of condensed tables, the means of the characteristics depicted by the maps, and in this way to illustrate the importance of the characteristics in the country as a whole, and in some cases separately for the southern and the northern half of the country.

Groups of land utilization

The total areas of land utilization groups are to be seen in Table 2 (p. 13), and their relative proportions in different parts of the country in Maps 1—4. Forest land covers 21 874 000 hectares or 71.6 per cent of the land area of Finland, and the productive forest land alone 17 352 000 hectares or 56.8 per cent. The productive forest land includes 81.7 per cent of mineral soils, and 18.3 per cent of satisfactory forest growing swamps. Where the proportion of forest land is smaller than average, this is in general accounted for in the southern half of the country by the large area devoted to agriculture, and occasionally, particularly in Ostrobothnia, also by the abundance of open swamps, in the northern half of the country mainly by open swamps, but in the northernmost parts by hill tops and arctic fells.

Forest site types

The distribution of productive forest land into forest site types in the country as a whole is to be seen in Table 3, and the relative proportions of the most important forest site types on mineral soils in different parts of the country in Maps 5—9.

Map 10 shows the commonest forest site type on mineral soils in different parts of the country. On the maps there are also marked the next commonest forest site type of areas, and its abundance, by means of two percentage classes. In Maps 11 and 12 the forest site types of mineral soils have been combined into two groups, moist, and dryish or dry lands. The former group includes the forest site types Lh—HMT given in Table 3, p. 16, and the latter the forest site types VT—CIT.

Swamps

The swamps constitute a peculiar group which differ from the mineral soils to such an extent that their occurrence is shown separately in Map 13. The swamps comprise forest and idle lands whose surface is covered by a continuous layer of peat. The thickness of the peat layer varies in different types of swamp, from less than 10 cm. to several metres. The total area of swamps is 9 742 000 hectares, which is

equivalent to 31.9 per cent of the total land area of Finland. In Table 4, p. 23, there are given the areas of the three swamp type groups most commonly found, their occurrence being depicted in Maps 14—16.

Dominance of tree species

The dominance of the principal tree species is presented in Table 5, p. 25, as average figures for the country as a whole. As a dominating tree species, there has been taken into account the one which comprises the greatest percentage of the cubic volume of the dominating stand. The forests dominated by pine, spruce and birch cover 98.1 per cent of the area of the productive forest land in the whole country. Consequently, only the occurrence of these tree species in different parts of the country is shown in Maps 17—19.

From Figs. 2—7, p. 26—30, a general idea can be obtained of the changes which took place in the dominance of tree species during the 30-year period from 1921—24 to 1951—53. However, the comparison is handicapped by the fact that in the maps for the years 1921—24 the areas were agricultural-phytogeographical regions (cf. p. 59) and consequently not natural areas in the same sense as those in the maps for the years 1951—53. Nevertheless, it can be clearly seen that in the southern half of the country the percentage of pine-dominated forests has generally decreased, that of the spruce-dominated forests has increased, and that of birch-dominated forests has partly decreased, partly increased, but has for the most part remained unchanged. In the northern half of the country, the general situation has shifted towards the dominance of pine, which must be regarded as a favourable trend of development, as there the forest soils are generally most suitable for pine.

Map 20 shows the most dominating tree species in different regions. In the rather large areas formed, the next most dominating species has been indicated by employment of two classes of abundance. — About two thirds of the forests of Finland are mixed, if a pure stand is defined as one containing less than 20 per cent of mixed species. Maps 17—20 thus depict the dominance but not the total occurrence of the different species.

Age classes and origin

The age of the forests is usually described by age classes or by classes of years of origin, reference being made to the dominant stand. In the mutual relationship of these classes, changes are taking place as a result of the ageing of stands and as a result of the regeneration cuttings. Maps 21—25 concern the years 1951—53, and, consequently, minor changes may have occurred since then.

To give a background for the description of the age and years of origin of the forests, Table 6, p. 33, gives the distribution of forests in these classes for the years 1951—53 in the country as a whole, and separately for the southern and the northern half, as the development of the forests in the latter is much slower than in the former. The figure series are rather approximate means, as the same age class is subject to a considerably different phase of development on different forest site types, and also for different tree species. From Table 6 and Maps 21—24, it can be noticed that in the years 1951—53 more than one half of the forests belonged to the age group of about 41—80 years, i. e. they were established in the period from about 1871 to 1910. In the northern half of the country, over 50 per cent of the forests were older than 100 years, i. e. they originated before about 1850. Map 25 gives a broad idea of the most general age classes and years of origin in different parts of the country.

On the basis of Figs. 8—13, p. 37—40, a general idea can be obtained of the changes which took place in the age class relations of the forests during the 30-year period from 1921—24 to 1951—53. As regards these Figures, it must again be stressed that the areas of the maps according to the 1921—24 inventory are agricultural-phyto-geographical regions, and are not natural in the same sense as those for the years 1951—53.

Mean volume

To establish a background, Table 7, p. 41, gives average figures which rather broadly illustrate the mean volume in the country as a whole. The occurrence of mean volume classes in different parts of the country can be visualized from Maps 26 and 27. The figures indicate the mean volume in solid cubic metres, including bark.

The mean volume is dependent upon the quality of forest soil, on the forest site type, as well as on the tree species, the age, the density and the treatment of the growing stock. In order to reduce the compass of Table 7 and the corresponding Maps, no such detailed presentation is made, but only a general idea is given, which shows the mean volume as a result of the combined effect of all these factors, and possibly some additional ones, in the years 1951—53.

By comparing the Figs. 14 and 15, an overall conception can be attained of the changes in the mean volume during the 30-year period from 1921—24 to 1951—53. Again, an attention must be paid to the difference in the formation of areas in 1921—24 and 1951—53 (cf. p. 44). It can be observed that the latter Figure is to a great extent more darkly shaded than the former. Thus the mean volume increased in large areas.

Mean annual growth

The presentation of growth and the conclusions to be drawn on its basis are handicapped by the fact that growth of trees varies, by as much as tens per cent, from year to year and from period to period due to climatic and other growth factors. This can be seen from Fig. 16. The figures of mean annual growth presented in Table 8 and the occurrence of different mean growth classes shown in Maps 28 and 29 are based on the results obtained in the 1951—53 inventory based upon the growth during the previous 5 years. The mean growth here refers to the mean annual growth in volume, excluding bark, calculated per hectare of forest land. The mean growth is mainly dependent on the quality of forest soil, as well as on the differences in the tree species and age relations, the density, the cubic volume and the treatment of the forests. In order to reduce the number of Maps, the mean annual growth presented in them shows the combined effect of all these factors.

By comparing Figs. 17 and 18, it is possible to get an idea of the changes in mean annual growth which occurred during the 30-year period from 1921—24 to 1951—53. In preparation of the Maps, the growth variations due to the fluctuations in climatic and other growth factors were eliminated, and, therefore it is probable that a comparison can be made between the Maps. Here again a reminder must be given that the formation of areas was different for the Map of 1921—24 and that of 1951—53, (cf. p. 59). It can be noticed that the latter Map is almost entirely more darkly shaded than the former. The mean annual volume growth thus generally increased. The main contributory factors to this were the increase in the mean volume, and the improved treatment of forests, including the drainage of swamps for forest purposes.

Wood-producing capacity

The wood-producing capacity refers to the amount of stem wood, expressed in solid cubic metres excluding bark, produced by the forest during a rotation, i. e. between its establishment and final cutting, per year and hectare. This amount — ideal site index — expressed as volume growth — varies in accordance with the quality of forest soil, the tree species, the treatment of the growing stock and the length of rotation.

The first attempts to ascertain the wood-producing capacity were made in Finland mainly in the 1910's—1930's on the basis of fully-stocked natural stands, the so-termed naturally normal stands. These investigations (cf. footnotes, p. 52—53), which did not include the treatment of the forest as a contributory factor, created a foundation and a basis of comparison for the subsequent investigations. In the 1920's, a study was begun of the wood-producing capacity on the basis of permanent sample plots regularly thinned. Owing to the inadequate number of these sample plots and the long time required by the method, new investigations were carried out in the late 1940's and early 1950's, based upon stands which had probably been treated with regular consistent thinnings over a long period (cf. footnote, p. 54).

On the basis of the investigations just mentioned, and the sample plot material of the National Forest Inventory, there are the estimates of wood-producing capacity presented in Table 9. They are given separately for four areas (Fig. 19), which must be regarded as adequate for the calculation concerned. The wood-producing capacity in different parts of the country is illustrated by Map 30.

The annual wood-producing capacity of the forests of the country, as shown in Map 30, would be in all 66.0 millions of cubic metres, solid measure, excluding bark. It would be 43.5 per cent greater than the growth figure, 46.0 millions of cubic metres, of the Finnish forests obtained as a result of the 1951—53 inventory. The corresponding amounts, including bark, would be about 78 and 55 millions of cubic metres. In the calculation of the wood-producing capacity, it was assumed that the most productive tree species is grown on each site and that the distribution of age classes is normal. No attention was paid to the increase to be brought about by the drainage of swamps, fertilization of forest land, increased artificial regeneration, forest tree breeding and improved methods of treatment of forests.

DIE WÄLDER FINNLANDS IM LICHT VON KARTEN

Deutsches Referat¹⁾

Die Resultate der Reichswaldabschätzungen Finnlands sind ausser Aufschluss in bezug auf das gesamte Land auch bezirksweise bekanntgegeben worden. Diese durch vorausgesetzte Grenzen abgeschiedenen Bezirke machen keine naturmässig zusammenhängende Gebiete aus, auf deren Grund ähnliche und abwechselnde Züge des Waldbodens und der Wälder in Finnland beschrieben werden könnten.

Bei der in den Jahren 1921—24 ausgeführten I. Reichswaldaufnahme wurde abgesehen, eine solche Schilderung über die Wälder des Landes zu bieten, indem auf die Naturmässigkeit abzielende, landwirtschaftlich-pflanzengeographische Gebiete, die durch eine ungefähre Aufklärung auseinandergesetzt waren, als Basis angewandt wurden (vgl. die Unternotiz auf Seite 7). Auch diese Bezirke waren aber nach grossen Zügen zum voraus festgesetzt.

Bei der Darlegung der Ergebnisse der in den Jahren 1936—38 vorgenommenen II. Aufnahme hat ein Übergang aus der Zubereitung von solchen Beschreibungen auf eine ganz neue Grundlage stattgefunden. Die Abschätzungslinien wurden auf die im Bild 1 angegebene Weise auf Strecken zu 10 km eingeteilt, die möglichst genau auf eine Karte in Skala von 1 : 2 000 000 eingetragen waren. Durch Gebrauch der Lochkartenmethode wurden für jeden 10 km-Teil die Hundertstel der Merkmale der Wälder verschiedener Bodenbenutzungsarten, Waldtypen, Holzarten, Altersklassen, usw. von der jeweilig betreffenden Linienlänge des Teiles ausgerechnet. Je grösser das Hundertstel, um so dunkler war der Teil auf der Karte angetuscht. Als zufällig anzusehende Abweichungen, auf der Karte Unterschiede in Farbenton, ausser Acht zu lassen, sind also in betreff auf das zu untersuchende Merkmal in grossen Zügen einheitliche Gebiete auf der Karte ab von dem hellsten bis zum dunkelsten Kolorit aufgebaut werden können. Die in dieser Weise herbeigeführten Gebiete, die verschieden auf den Karten verschiedener Merkmale sind, lassen sich für naturmässige, nicht vorausgesetzte Bezirke halten.

Die Bereitstellung der Schilderung auf Grund der II. Aufnahme wurde wegen des Krieges eingestellt. Bei der Ausführung der III. Aufnahme in den Jahren 1951—53 ist eine ähnliche Beschreibung unter Fortentwicklung der Verfahren aufs Neue ausgearbeitet worden. Die Gestaltung der Gebiete wird im Bild 1 auf Seite 9 klargemacht. Bei der Gestaltung wurde davon abgesehen, kleine und als nebeneinanderliegend nur wenig und ungenau sich voneinander unterscheidende Gebiete zustandezubringen.

¹⁾ Zufolge dessen, dass zu den Karten dieser Veröffentlichung Aufklärungen in Deutscher Sprache beigelegt sind, wurde es als wünschenswert angesehen, ihr auch eine Deutsche Berichterstattung zuzuschreiben. Aber den in der Finnischen Textabteilung enthaltenen Tabellen und Bildern, auf die im Referat hingedeutet wird, können nur Finnische und Englische Aufklärungen angehängt werden.

Die Unterschiede der hervorgerufenen Gebiete von den angrenzenden Gebieten waren gewöhnlich klar, aber innerhalb der Gebiete dürfte zwischen den 10 km-Teilen eine beträchtliche zufällige Abwechslung vorgekommen sein. Als Grund zur Bestimmung der Hundertstelklasse diente der abgewogene arithmetische Durchschnittswert von den innerhalb des Gebietes befindlichen 10 km-Teilen im Verhältnis zu dem betreffenden Merkmal oder auch die auf dem Gebiete am häufigsten hervortretende Hundertstelklasse. Der Umfang der inneren Abwechslung der Gebiete wird mittels einiger ins Blinde hinein angeführten Beispiele in der Übersicht auf Seite 10 erläutert.

In der Übersicht ist eine beträchtliche Konzentration gemeinsam auf die Mittelwertsklasse und die daran sich anschliessenden Klassen wahrzunehmen. Aus den Gebieten 5 und 6, der zwei grössten Durchschnittswerte, enthält das vorhergehende in reichem Masse durch Entwässerung der Moore zur Landwirtschaft gewonnene Böden, durch die Bruchteile von den 10 km-Teilen abgezogen werden, und demzufolge gibt es da mehr unter dem Mittelwert bleibende 10 km-Teile als auf dem letzteren Gebiet, das beinahe durchweg sumpfreich und sehr wenig angebaut ist. Auf Seite 11 sind aus verschiedenen Teilen des Landes angeführte Beispiele von den Durchschnittswerten der Gebiete mit ihren Mittelfehlern, sowie von der Zerstreuung vorgetragen worden.

Die auf den Karten zum Vorschein kommenden Seen sind nicht gefärbt worden. Um die Klarheit hervorzuheben, sind die Gebiete mit dünnen Strichen umzogen. Was eine Karte darstellt, geht aus dem beigelegten Text hervor.

Bodenbenutzungsarten

Die Gesamtflächen der Bodenbenutzungsarten sind aus der Tabelle 2 auf Seite 13 und ihre verhältnismässige Häufigkeit in verschiedenen Teilen des Landes aus den Karten 1—4 zu ersehen. Der Waldboden beträgt 21 874 000 ha bzw. 71.6 v. H. von der Gesamtfläche Finnlands und der produktive Waldboden allein 17 352 000 ha bzw. 56.8 v. H. Von den produktiven Waldböden sind 81.7 v. H. Mineralböden und 18.3 v. H. Sumpfböden. Wo die Menge der Waldböden vom Durchschnitt heruntergeht, ist die Ursache davon in der südlichen Hälfte des Landes auf den Umfang landwirtschaftlicher Länder, an einigen Orten, vor allem in Österbotten, auch auf die Reichlichkeit offener Moore, in der nördlichen Hälfte des Landes hauptsächlich auf die Quantität offener Moore, aber am weitesten nach dem Norden zum grössten Teil auf das Vorkommen von Fjeldgebieten und spärlich bestockenen Berggipfeln zurückzuführen.

Waldtypen

Die Verteilung von produktivem Waldboden auf die Waldtypen in dem gesamten Land geht aus der Tabelle 3 und die verhältnismässige Reichlichkeit von wichtigsten Waldtypen der Mineralböden in verschiedenen Teilen Finnlands aus den Karten 5—9 hervor. Die Karte 10 weist auf, welcher von den Waldtypen der Mineralböden als vorherrschend in verschiedenen Teilen Finnlands anzusehen ist. In den Karten 11 und 12 sind die Waldtypen der Mineralböden zu zwei Gruppen, und zwar: frische Waldböden und ziemlich trockne samt trockne Waldböden zusammengesetzt. Zur vorhergehenden Gruppe gehören in der Übersicht 3 auf Seite 16 die Waldtypen Lh—HMT und zur letzteren VT—CIT.

Moore

Die Moore machen eine sich so viel von den Mineralböden unterscheidende eigenartige Gruppe aus, dass ihr Vorkommen separat in der Karte 13 dargestellt wird. Den Mooren sind alle Wald- und Ödböden zugezählt worden, deren Fläche von einheitlichem Moortorf bedeckt ist. Die Stärke der Torfdecke wechselt in verschiedenen Moortypen von unter 10 cm bis zu mehreren Metern. Die Gesamtfläche der Moore ist 9 742 000 ha, was sich auf 31.9 v. H. von dem Gesamtlandareal Finnlands beläuft. Aus der Übersicht 4 auf Seite 23 sind die Flächen der drei am häufigsten hervortretenden Moortypengruppen zu ersehen, deren Vorkommen in den Karten 14—16 geschildert wird.

Arealgemässe Holzartenverhältnisse

Die arealgemässe Holzartenverhältnisse sind in der Tabelle 5 auf Seite 25 als Durchschnittswerte für das ganze Land angegeben worden. Als vorherrschend wird die Holzart angesehen, deren Hundertstel von der Kubikmasse des herrschenden Bestandes am grössten ist. Die Wälder mit Kiefer, Fichte oder Birke als vorherrschende Holzart betragen zusammen 98.1 v. H. von der Gesamtfläche produktiven Waldbodens des Landes. Aus diesem Grund wird nur das Vorkommen dieser in verschiedenen Teilen Finnlands in den Karten 17—19 beschrieben.

Aus den Bildern 2—7 auf den Seiten 26—30 kann man eine allgemeine Vorstellung von der in den Holzartenverhältnissen während der 30-Jahrsperiode 1921—24 — 1951—53 festzustellenden Verwandlung erhalten. Es schadet der Vergleichung, dass die Gebiete der Karten aus den Jahren 1921—24 landwirtschaftlich-pflanzengeographische Gebiete (vgl. S. 64) und nicht auf dieselbe Weise naturgemäss als die der Karten aus den Jahren 1951—53 sind. Zweifelsohne lässt es sich aber bemerken, dass das Hundertstel der Wälder mit Kiefer als vorherrschende Holzart in der südlichen Hälfte von Finnland im allgemeinen abgenommen, dasjenige der Wälder mit Fichtenvorherrschaft zugenommen und das Hundertstel der Wälder mit Birke als vorherrschende Art teils abgenommen, teils zugenommen, aber meistens keine Veränderung erfahren haben. In der nördlichen Hälfte des Landes ist die Kiefernvorherrschaft im allgemeinen etwas hervorgehoben worden, was andeutet, dass die Entwicklung einen rechten Weg eingeschlagen hat, denn da sind die Waldböden vorzugsweise für die Kiefer angemessen.

Die Karte 20 zeigt, welche Holzart in verschiedenen Gegenden am allgemeinsten als vorherrschend gilt. Die drei Drittel von den Waldböden Finnlands sind Mischwälder, wenn ein solcher Bestand für rein gehalten wird, wo die Mischarten höchstens 20 v. H. betragen. In den Karten 17—20 wird also die Vorherrschaft, aber nicht das Vorkommen verschiedener Holzarten dargestellt.

Alters- und Geburtsjahresklassen

Das Alter der Wälder wird gewöhnlich durch Alters- oder Geburtsjahresklassen des herrschenden Bestandes beschrieben. Ihr gegenseitiges Verhältnis unterliegt den durch sowohl das Altern der Wälder als die Verjüngungshiebe hervorgerufenen Verwandlungen. Die Karten 21—25 laufen auf die Jahre 1951—53 hinaus, seitdem eine geringere Verwandlung vielleicht vorgegangen sei. Als Hintergrund der Darstellung über Alter und Geburtsjahr der Wälder ist in der Tabelle 6 auf Seite 33 die Verteilung der Wälder auf diese Klassen in den Jahren 1951—53 in dem ganzen Lande angegeben worden. Die Zahlenreihen der Tabelle sind grosszügige Durchschnittswerte

zufolge dessen, dass dieselbe Altersklasse bei verschiedenen Waldtypen und auch bei verschiedenen Holzarten auf eine beträchtlich verschiedene Entwicklungsstufe hindeutet. In der Karte 25 wird ein Übersicht der in den verschiedenen Teilen des Landes am häufigsten vorkommenden Alters- oder Geburtsjahresklassen als eine Art von grosszügiger Zusammensetzung angezeigt.

Mittels der Bilder 8—13 auf den Seiten 37—40 ist eine übersichtliche Vorstellung von den in den Altersverhältnissen der Wälder während der 30-Jahrsperiode 1921—24 — 1951—53 festzustellenden Umwandlungen ermöglicht. In bezug auf die Bilder ist zu bedenken, dass die Gebiete der Karten aus den Jahren 1921—24 landwirtschaftlich-pflanzengeographische Gebiete (vgl. S. 64) und also nicht auf dieselbe Weise naturgemässe Gebiete als die in den Karten aus den Jahren 1951—53 sind.

Mittlere Kubikmasse

Als Hintergrund sind in der Übersicht auf Seite 41 einige sich auf die mittlere Kubikmasse in dem ganzen Land sowie abgedeutet in der südlichen und nördlichen Hälfte grosszügig betragende Durchschnittswerte angeführt worden. Die Karten 26 und 27 stellen das Vorkommen der mittleren Kubikmassenklassen in verschiedenen Teilen Finnlands dar. Die Zahlen gehen auf die mittlere Kubikmasse mit Rinde in Fm. aus.

Bei der Vergleichung der Bilder 14 und 15 miteinander kann man eine Idee über die in der mittleren Kubikmasse während der 30-Jahrsperiode 1921—24 — 1951—53 stattgefundenen Verwandlungen erhalten. Hier wird die Aufmerksamkeit abermals auf den Unterschied bei der Zusammensetzung der Gebiete (vgl. S. 64) zwischen den Karten aus den Jahren 1921—24 und denen aus den Jahren 1951—53 zurückgerufen. Es ist zu ersehen, dass das letztere Bild zum grossen Teil dunkler als das vorhergehende abgeschattet worden ist. Die mittlere Kubikmasse hat also bei weitem zugenommen.

Durchschnittlicher jährlicher Zuwachs

Der Untersuchung von dem Zuwachs und den auf deren Grund zu ziehenden Schlussfolgerungen wird durch den Umstand geschadet, dass der Zuwachs der Bäume, und zwar bei verschiedenen Holzarten auf eine verschiedene Weise, von Jahr zu Jahr sowie periodenweise auf Grund der Veränderlichkeit von klimatischen udgl. Zuwachsfaktoren einer Abwandlung unterliegt, um sich sogar auf Zehnte von Hundertsteln zu belaufen. Das wird im Bild 16 auf Seite 46 veranschaulicht. Die durch die Aufnahme aus den Jahren 1951—53 nach dem Zuwachs von den fünf vorhergehenden Jahren gewonnenen Ergebnisse liegen den in der Tabelle 8 über den mittleren Zuwachs angeführten Zahlen und dem in den Karten 28 und 29 beschriebenen Vorkommen verschiedener Zuwachsklassen zugrunde. Der mittlere Zuwachs geht hier auf den durchschnittlich pro ha von Waldboden berechneten jährlichen Zuwachs des Holzvorrates in Fm. ohne Rinde aus.

Durch die Vergleichung der Bilder 17 und 18 miteinander kann man eine Vorstellung von den in dem mittleren Zuwachs während der 30-Jahrsperiode 1921—24 — 1951—53 stattgefundenen Verwandlungen erhalten. Bei der Zubereitung der Karten ist die durch die Veränderung von klimatischen udgl. Wachstumsfaktoren herbeigeführte Verwandlung des Zuwachses eliminiert worden, sodass die Karten in dieser Hinsicht wahrscheinlich vergleichbar sind. Nochmals muss Rücksicht auf den Unterschied bei der Zusammensetzung der Gebiete zwischen den Karten aus den Jahren 1921—24 und den Karten aus den Jahren 1951—53 (vgl. S. 64) genommen werden.

Man kann feststellen, dass die letztere Karte beinahe durchaus dunkler als die vorhergehende abgeschattet ist. Der mittlere Zuwachs des Holzvorrates hat also im allgemeinen zugenommen. Vor allem ist dies durch das Zunehmen der mittleren Kubikmasse und den Fortschritt der Behandlung der Wälder mit dazu aufzunehmender Entwässerung der Moore zur Verbesserung des Zuwachses der Wälder hervorgerufen worden.

Holzerzeugungsfähigkeit

Die Holzerzeugungsfähigkeit läuft hier auf die Kubikmasse in Fm. von Schaftholz ohne Rinde, die der Bestand unter dem Umtrieb — und zwar der Zeit von Anlage bis zu Hauungsalter — imstande ist, durchschnittlich pro ha und Jahr zu erzeugen, hinaus. Diese Holzmasse — »der ideale Standortindex«, ausgedrückt unter Volumzuwachs — wechselt je nach der Beschaffenheit des Waldbodens, der Holzart, der Behandlung des Bestandes und der Länge des Umtriebes.

In Finnland wurde es zum ersten Mal in dem zweiten Jahrzehnt und den 30^{er} Jahren des 20. Jahrhunderts unternommen, Auskünfte über die Holzerzeugungsfähigkeit, und zwar auf Grund geschlossener Naturbestände, sog. naturnormaler Bestände, herbeizuschaffen. Diese Untersuchungen (vgl. die Unternotizen auf Seiten 52 und 53) haben der späteren Forschung gedient, zugrunde zu liegen und Vergleichungspunkte zu schaffen. In den 20^{er} Jahren dieses Jahrhunderts wurde es angefangen, die Holzerzeugungsfähigkeit auf Grund mit wiederholten Durchforstungen behandelter Dauerversuchsflächen von verschiedener Art zu untersuchen. Wegen der Unzulänglichkeit dieser Probeflächen und der für diese Methode nötigen langen Zeit waren neue Untersuchungen gegen Ende der 40^{er} und Anfang der 50^{er} Jahre des 20. Jahrhunderts auf Grund solcher Bestände ausgeführt, die wahrscheinlich seit langem wiederholt etwa in derselben Weise durchgeforstet waren (vgl. die Unternotizen auf Seite 54).

Auf Grund der obengenannten Untersuchungen und der durch die Reichswaldaufnahmen herbeigeschaffenen Probeflächenergebnisse ist man zu den in der Tabelle 9 angeführten Abschätzungswerten der Holzerzeugungsfähigkeit gekommen. Sie sind separat für vier Gebiete (Bild 19) angegeben, die für die Berechnung als genügend angesehen werden können. Die Karte 30 stellt die durchschnittliche Holzerzeugungsfähigkeit in verschiedenen Teilen des Landes dar.

Die in der Karte 30 dargestellte Holzerzeugungsfähigkeit der Wälder des ganzen Landes würde sich in allem auf 66.0 Millionen Fm. ohne Rinde pro Jahr belaufen. Sie wäre 43.5 v. H. grösser als der durch die Aufnahme aus den Jahren 1951—53 als Ergebnis erhaltene Zuwachs der Wälder Finnlands 46.0 Millionen Fm. Die entsprechenden Holzmassen mit Rinde dürften ungefähr 78 und 55 Millionen Fm. sein. Bei der Berechnung der Holzerzeugungsfähigkeit wird vorausgesetzt, dass jeder Standort mit der günstigsten Holzart bewachsen und dass die Verteilung auf die Altersklassen normal ist. Dabei ist die durch die Entwässerung der Moore, die Düngung des Waldbodens, den erhöhten Forstkulturen, die Veredlung der Waldbäume und den Fortschritt forstbetrieblicher Methoden zustandezubringende Zunahme nicht in Betracht gezogen worden.

Kartakkeiden luettelo — List of the maps — Verzeichnis der Karten

Maankäyttölajit — Kinds of land utilization — Bodenbenutzungsarten

1. Metsämaa — Forest land — Waldboden
2. Kasvullinen metsämaa — Productive forest land — Produktiver Waldboden
3. Joutomaa — Waste land — Unland
4. Viljelys-, tontti-, tie- yms. alueet — Cultivated, building plot, road etc. areas —
Anbau-, Hof-, Weg- usw. Gebiete

Metsätyypit — Forest site types — Waldtypen

5. Lehto- ja lehtomaiset metsätyypit — Grass-herb and dwarfshrub-grass-herb site types — Hain- und hainartige Waldtypen
6. Mustikkatyypit (ja puolukka-mustikkatyypit) — Myrtillus site type (and Vaccinium-Myrtillus type) — Myrtillustyp (und Vaccinium-Myrtillustyp)
7. Puolukkatyypit ja variksenmarja-puolukkatyypit — Vaccinium site type and Empetrum-Vaccinium type — Vacciniumtyp und Empetrum-Vacciniumtyp
8. Variksenmarja-mustikkatyypit — Empetrum-Myrtillus site type — Empetrum-Myrtillustyp
9. Kanerva-, varpu-jäkälä- ja jäkälätyypit — Calluna, Ericaceae-Cladina and Cladina site types — Calluna-, Ericaceae-Cladina- und Cladinatyp
10. Yleisimmin esiintyvä metsätyypit — The most frequently occurring forest site type — Der am allgemeinsten vorkommende Waldtyp
11. Tuoreet kankaat — Moist forest lands — Frische Waldböden
12. Kuivanpuoleiset ja kuivat kankaat — Dryish and dry forest lands — Ziemlich trockene und trockene Waldböden

Suot — Swamps — Moore

13. Suot — Swamps — Moore
14. Korvet — Spruce and hardwood swamps — Bruchmoore
15. Rämeet — Pine swamps — Reisermoore
16. Nevat — Open Sphagnum swamps — Weissmoore

Puulajivaltaisuus — Dominance of the species of trees — Die vorherrschende Holzart

17. Mäntyvaltaiset metsät — Forests dominated by pine — Wälder mit vorherrschender Kiefer
18. Kuusivaltaiset metsät — Forests dominated by spruce — Wälder mit vorherrschender Fichte
19. Koivuvaltaiset metsät — Forests dominated by birch — Wälder mit vorherrschender Birke
20. Yleisin vallitseva puulaji — The most common dominating species of tree — Die allgemeinste vorherrschende Holzart

Ikä- ja syntymävuosiluokat — Classes of age and origin — Alters- und Geburtsjahresklassen

21. Alle n. 40-vuotiaita, noin v. 1910 jälkeen syntyneitä — Less than about 40 years old, originated about after the year 1910 — Unter etwa 40-jährige, entstandene etwa nach dem Jahre 1910
22. N. 41—80-vuotiaita, n. vuosina 1871—1910 syntyneitä — About 41—80 years old, originated about in the years 1871—1910 — Etwa 41—80-jährige, entstandene etwa in den Jahren 1871—1910
23. N. 81—120-vuotiaita, n. vuosina 1831—1870 syntyneitä — About 81—120 years old, originated about in the years 1831—1870 — Etwa 81—120-jährige, entstandene etwa in den Jahren 1831—1870
24. Yli 120-vuotiaita, ennen n. vuotta 1830 syntyneitä — Over about 120 years old, originated about before the year 1830 — Über etwa 120-jährige, entstandene etwa vor dem Jahre 1830
25. Yleisimmin esiintyvä ikäluokka — The most frequently occurring age class — Die am allgemeinsten vorkommende Altersklasse

Puuston keskikuutiomäärä — Average volume of growing stock — Mittlere Bestandeskubikmasse

26. Koko metsämaalla — On total forest land — Auf dem ganzen Waldboden
27. Kasvullisella metsämaalla — On productive forest land — Auf produktivem Waldboden

Puuston keskikasvu — Average volume growth — Mittlerer Volumzuwachs

28. Koko metsämaalla — On total forest land — Auf dem ganzen Waldboden
29. Kasvullisella metsämaalla — On productive forest land — Auf produktivem Waldboden

Puuntuottokyky — Wood producing capacity — Holzproduktionsfähigkeit

30. Kasvullisilla metsämailla — On productive forest lands — Auf produktiven Waldböden

KUUSEN SIEMENTUHOJEN RUNSAUDESTA
JA LAADUSTA

UKKO RUMMUKAINEN

*ÜBER REICHLICHKEIT UND ART DER SAMEN-
SCHÄDEN BEI DER FICHTE*

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1960

Alkusanat

Esillä oleva tutkimus sai alkusysäyksen professori Esko Kankaalta kesällä 1950, kun yhä enemmän ja enemmän kantautui tietoja kuusen siemenpulasta, joka suurelta osalta näytti johtuvan käpyjen vikaisuudesta. Näihin aikoihin jouduttiin jopa tuottamaan Ruotsista siementä pahimpaan tarpeeseen.

Käpytuhotutkimusten kestäessä totesin ennen pitkää, että pyrittäessä saamaan jonkinlaista kuvaa tuhojen kvantitatiivisesta runsaudesta oli myös saatava kuva käpysatojen kvantitatiivisesta suuruudesta. Siten tutkimukset laajenivat myös käpysatoja ja niiden arviointia koskeviksi ja pitkittyivät sen johdosta eräillä vuosilla.

Työn kestäessä olen saanut moninaista apua ja ohjausta eri tahoilta. Erityisen kiitollinen olen professoreille Kangas, Risto Sarvas, Viljo Kujala ja Onni Pohjakallio, tohtoreille Eino Oinonen ja Paavo Yli-Vakkuri sekä maisteri Kauko Palmulle. Ratkaisevasti tutkimuksen suorittamisessa avustivat myös ne lukuisat metsäalan kenttämiehet, jotka lähettivät käpynäytteitä ja ja suorittivat käpysadon arviointeja. Käännöstyöt saksaksi on suorittanut valant. kielenkääntäjä V. Steinbock.

Tutkimusta varten olen saanut apurahan Suomen Kulttuurirahastolta ja Suomen Metsätieteelliseltä Seuralta sekä nuorille tieteenharjoittajille tarkoitetun valtion apurahan.

Ukko Rummukainen

Sisältö

	Sivu
Alkusanat	3
Sisältö	4
Johdanto	5
Aikaisempia havaintoja kuusen käpytuhojen runsaudesta ja merkityksestä Suomessa	7
Tutkimustehtävä ja sen rajoittaminen	12
Tutkimusaineisto ja tutkimuksen suoritus	13
Tutkimusaika	13
Käpynäytteiden suuruus	13
Käpynäytteiden hankkiminen	16
Käpynäytteiden tutkiminen	17
Kuusen käpysadot vuosina 1950—1953	19
Siementuhojen runsaus vuosina 1951—1953	20
Siementuhojen runsauden riippuvuus käpysadon suuruudesta	22
Metsikön rakenteen vaikutus siementuhojen runsauteen	24
Siementuhojen runsaus eri metsätyyppejä edustavissa metsiköissä ..	24
Siementuhojen määrän riippuvuus kuusen esiintymisrunsaudesta metsi- kössä	27
Siementuhojen runsaus tiheydeltään erilaisissa metsiköissä	29
Siementuhojen runsaus iältään erilaisissa metsiköissä	31
Metsikön eri ominaisuuksien vaikutuksen vertailua	33
Siemensatoa kohdanneiden tuhojen laatu	35
Tuhonaiheuttajat ja niiden keskinäinen runsaus	35
Kuusenkäpykääriäinen, <i>Laspeyresia strobilella</i> L.	38
Käpykoisa, <i>Dioryctria abietella</i> SCHIFF.	42
Kuusenkäpykärpänen, <i>Pegohylemyia anthracina</i> CZERNY	46
Käpymittarit, <i>Eupithecia</i> spp.	49
Kuusensiemensäski, <i>Plemeliella abietina</i> SEITN.	50
Kuusenkäpysääski, <i>Kaltenbachiella (Perrisia) strobi</i> WINN.	51
Kuusen tuomiruoste, <i>Pucciniastrum padi</i> (KUNZE ja SCHUM.) DIETEL ja kuusen talvikkiruoste, <i>Chrysomyxa pirolae</i> (DC.) ROSTR.	53
Käpyruosteiden esiintymisestä ja sen syistä yleensä	53
Ruosteiden esiintymisestä yksittäisissä kävyissä	59
Kehittymättömistä kävyistä	62
Siementuhojen torjunnasta	64
Tutkimustulosten tiivistelmä	68
Kirjallisuutta	71
Referat	79

Johdanto

Kuusen käpytuhot muodostavat metsätuhoryhmän, jonka vaikutus tuntuu sitä voimakkaammin, mitä intensiivisemmin metsiä hoidetaan. Vaikka monet tutkijat (Blomqvist 1876, 1883, Heikinheimo 1926, 1929, Kihlman 1890, Kujala 1927, 1928, Liro 1906, 1913, 1917, 1928, Saalas 1917, 1923, 1924, 1927, Sahlberg 1890) olivat näihin tuhoihin ja niiden aiheuttajiin kiinnittäneet huomiota jo kauan aikaa, ne kuitenkin ikäänkuin löydettiin vasta 1930-luvun alussa (vrt. Kangas 1940, s. 7), joihin aikoihin kuusen siemenen tarve alkoi voimakkaasti kasvaa saavuttaen tähänastisen huippunsa juuri sotien 1939—44 edellä. V. 1938 tarvittiin siementä n. 8 000 kg (Kangas 1938), ja taimitarhat tuottivat Heikinheimon (1947) mukaan v. 1939 kaikkiaan 26.4 milj. puuntainta, joista suurin osa oli kuusen taimia. Esimerkiksi valtion metsistä tehdyissä vuositilastoissa ei käpytuhoista ennen 1930-luvun alkua ole montakaan mainintaa, kun ne tuolla kymmenluvulla sitävästoin muodostavat yhden yleisimmistä tuhonaiheuttajaryhmistä kulojen, lumen- ja myrskyntuhojen jälkeen (vrt. Metsätilasto 1885—1950).

Kasvanut kuusen siemenen tarve oli siis seuraus metsänhoidon, lähinnä keinollisen metsänuudistuksen yleistymisestä. Tuntuvasti tarvetta suurensi metsänhoitolautakuntalaitoksen perustaminen v. 1929, koska tällöin taimien ja siemenien käyttö myös yksityismetsien tarpeisiin pääsi vauhtiin (vrt. Keskusmetsäseura Tapon . . . 1939).

Kun siemenen tarve kasvoi, mutta käpyvuodet antoivat sitä käpyjen vikaisuuksien takia huonosti (ks. luku »Aikaisempia havaintoja kuusen käpytuhojen runsaudesta . . .», s. 12), on ymmärrettävää, että käytännön palveluksessa toimivat metsämiehet alkoivat kiinnittää tuhoihin huomiota. Sen seurauksena myös varsinainen käpytuhotutkimus pääsi alkuun. Kun tuhoista tätä ennen oli tehty pääasiassa vain yksittäisiä havaintoja, ryhdyttiin nyt järjestelmällisesti selvittämään tuhonaiheuttajien biologiaa ja esiintymistä. Varsinkin 1930-luvun loppupuoli ja 1940-luvun alku olivat kuusen käpytuhotutkimuksen kannalta hedelmällistä aikaa, jolloin ilmestyi useita tätä aihepiiriä käsitteleviä tutkimuksia (Tahvonon 1931, Kangas 1940, 1942, 1942 b, 1945, 1945 b, Kangas ja Lovász 1940, Kangas ja Leskinen 1943, Lovász 1941, 1942, 1942 b).

Toinen maailmansota toi mukanaan lamakauden, jolloin puiden siemenen kulutus oli vähäistä, mutta varsinkin 1950-luku on jälleen ollut väkevää,

vuosi vuodelta jatkunutta, nousun kautta (vrt. Yli-Vakkuri 1954, 1955. Kesällä 1955 tarvittiin ennakoarviointien mukaan (Yli-Vakkuri 1955) männyn ja kuusen siementä yhteensä n. 33 800 kg ja taimitarhat tuottivat n. 31 milj. tainta. Vuosina 1953—55 suoritettiin (Yli-Vakkuri 1956) maassamme kylvö- ja istutustöitä seuraavasti:

1953	.....	30 500 ha,
1954	.....	37 600 »
1955	.....	44 900 »

Metsänhoidossa on tapahtunut sotien edelliseen aikaan verrattuna merkittävä suunnanmuutos. 1950-luvulla on männyn siementä ja taimia tarvittu suhteellisesti runsaammin kuin 1930-luvulla. Niinpä em. 33 800 siemenkilosta oli kuusen osuus vain 2 800 kg ja taimitarhojen 31 miljoonasta taimesta kuusen taimia vain 30 %. Kuusen siemenen tarve ei siis ole ollut yhtä suuri kuin ennen sotia, vaikka puiden siemenien yhteinen kulutus onkin ylittänyt sen ajan kulutuksen.

Kuusen käpyvuodet toistuvat kuitenkin harvoin ja erilaiset tuhot ovat myös 1940—50-luvuilla siemensatoja alentaneet, jopa siinä määrin, että on jouduttu turvautumaan Ruotsista tuotuun siemeneen. Siten käpytuhojen ja varsinkin niiden väistämisen ja torjunnan tutkimisen tarve on edelleen säilynyt myös käytännön kannalta katsottuna. On myös otettava huomioon, että kehityksen jatkuessa nykyisellään kuusen siemenen tarve mäntyä suosiavasta metsänhoidon suuntauksesta huolimatta tulevaisuudessa kasvaneen nykyisestään. Ilvessalon (1956) mukaan oli maassamme valtakunnan metsien kolmannen arvioinnin aikoihin kylvön ja istutuksen tarpeessa olevia maita kaikkiaan 2 791 000 ha, joiden kunnostaminen luonnollisesti on tulevaisuuden päämääränä. Vaikka urakka jaettaisiin niinkin pitkän kuin 20 vuoden osalle, tulee siitä 139 550 ha vuotta kohden eli yli kolme kertaa niin suuri ala kuin millä viljelytöitä suoritettiin kesällä 1955. Vaikka näin suureen pinta-alaan ei päästäisikään, antaa luku joka tapauksessa viitteen siitä, mihin suuntaan metsänviljelytoiminnassa ollaan menossa olojen säilyessä normaaleina. Kun suurentuneesta uudistus-alasta puolestaan osa lankeaa kuuselle, on myös sen siemenen kysynnän lisääntymistä hiljalleen odotettavissa.

Kuusen käpytuhojen torjuntamahdollisuuksien tutkiminen on tarpeen erityisesti siitä syystä, kun Metsäpuiden rodunjalostussäätiö on ryhtynyt perustamaan siemenviljelmiä valiosiemenen tuottoa varten. Säätiön luovuttamien tietojen mukaan on tällä hetkellä (1957) jo perustettujen ja perusteilla olevien kuusisiemenviljelmien yhteinen ala 12.45 ha. Näiden suurien kustannuksia vaativien viljelmien arvokas sato on luonnollisesti yritettävä saada talteen mahdollisimman runsaana ja hyvälaatuisena.

Aikaisempia havaintoja kuusen käpytuhojen runsaudesta ja merkityksestä Suomessa

Vanhimmat tilastonluonteiset katsaukset metsätuhojen esiintymiseen maassamme ovat julkaistut valtion metsien hoitoa koskevissa vuosikertomuksissa (Metsätilasto), joita ainakin pääpiirteissään nykyisessä muodossa on ilmestynyt vuodesta 1885 lähtien. Niissä mainitut tiedot koskevat vain valtion metsiä. Niidenkin osalta tilasto on epätäydellinen, sillä tuhoja koskevat yhteenvedot perustuvat enemmän tai vähemmän sattumanvaraisesti tehtyihin havaintoihin, jolloin varsinkin vaikeasti todettavat tuhot pyrkivät jäämään pois (vrt. Metsätilastokomitean mietintö 1956, ss. 39—40). Siten esim. käpytuhoista esitetyt tiedot eivät vastanne tuhojen todellista esiintymistä. Silti niillä tässä yhteydessä on tietty mielenkiintonsa.

V. 1915 alettiin kerätä tietoja eri puulajien siemensadoista yksityismetsissä (Vesterinen 1915). Tuloksia julkaistaessa esitettiin havaintoja myös sadon laadusta ja siihen vaikuttaneista syistä. Tästä vuodesta lähtien voidaan katsoa käpytuhojen tarkkailun Suomessa varsinaisesti alkaneen. Näitä katsauksia ei kuitenkaan julkaistu jokaisena vuonna, vaan väliin on toisinaan jäänyt jopa useiden vuosien taukoja.

Täydellisimmät selvitykset vuosittaisista käpysadoista ja käpyjen laadusta on suoritettu vuodesta 1930 lähtien (vrt. Heikinheimo 1931), josta alkaen saman, Metsätieteellisestä tutkimuslaitoksesta käsin hoidetun, tutkimuksen piiriin ovat sisältyneet sekä valtion että yksityisten ja yhteisöjen metsät. Siitä lähtien käpyjen tuhoistakin on saatu niin täydelliset tiedot kuin yleensä lienee mahdollista ilman erikoistutkimuksia.

Näiden havaintosarjojen lisäksi on vuosien varrella julkaistu lukuisia yksityisten henkilöiden tekemiä satunnaisia havaintoja käpytuhojen esiintymisestä. Näitäkin havaintoja on eniten 1930-luvulta ja sen jälkeisiltä vuosilta.

Vielä on mainittava Heikinheimon (1932, 1937, 1948) v. 1926 aloittamat, puiden siemensatoa koskeneet tutkimukset sekä useiden henkilöiden suorittamat varsinaiset käpytutkimukset, joiden kaikkien yhteydessä on tehty huomioita tuhojen runsaudesta ja laadusta.

Seuraavassa esitetään näistä eri lähteistä koottu yhteenvedo kuusen käpytuhojen esiintymisestä Suomessa ennen vuotta 1951.

Blomqvist (1876) pani jo 1800-luvun puolen välin tienoissa merkille sen haitan, mikä oravasta ja käpylinnuista on hyvinä kuusen käpyvuosina. Molempia ilmestyy jo kukkimista edeltävänä syksynä ja talvena kukkasilmuja syömään ja siemensadon hävitys jatkuu kasvavalla teholla siementen varisemiseen asti.

Kihlman (1890; vrt. myös Sahlberg 1890) on kiinnittänyt huomiota siihen, kuinka Pohjois-Suomessa erittäin runsaslukuisena esiintyvä *Cecidomyia strobis*-sääski syyspakkasten rinnalla usein turmelee koko pohjoisten leveyspiirien kuusen siemensadon.

V. 1900 käpyvuosi oli hyvä, mutta varsinkin sienitaudit jos kohta myös hyönteiset sen pilasivat pahoin (Metsänystävä 1900; E. N. 1904).

V. 1902 oli käpysato heikko ja kävyt turmeltuneita (E. N. 1904).

V. 1908 on käpysato ollut »hyvänlainen». Mikkelin hoitoalueessa on niissä todettu paikoin toukkia (Metsätilasto 1908, s. 139).

V. 1910 on mahdollisesti kuivuus saanut siemeniä runsaasti karisemaan jo tuleentumissyksynä Pohjanmaalla (Tapio 1910).

V. 1915 no käpysato ollut hyvä mutta, käpyruosteet ovat sen tuhonneet suurelta osalta (Vesterinen 1915; Tapio 1915).

1920 on käpysato ollut huono ja sekin tautien pilaama (Tapio 1921).

1921 oli käpysato hyvä, vaikka kylmyys esti sen monin paikoin kunnolla tuleentumasta (Metsätal. Aikakausk. 1921; Heikinheimo 1922). Edellisen kerran oli siementä kunnolla saatu v. 1914, väliaikana se oli tuhoutunut etenkin oravan, *Dioryctria abietellan* ja käpyruosteiden vaikutuksesta.

1924 käpysato oli kohtalainen (Heikinheimo 1925), mutta siemenistä oli jopa yli 50 % tyhjiä kukkimisen aikaan sattuneiden sateiden takia, jotka estivät pölyttymistä.

1925 oli varsinkin Etelä-Suomessa runsaasti käpyjä, mutta ne olivat usein pahasti hyönteisten vioittamia (Heikinheimo 1926).

1926 oli »satoisa vuosi», mutta hyönteistoukat, etenkin *Laspeyresia strobilella*, turmelivat käpyjä (Heikinheimo 1927; Saalas 1927).

1927 oli huono käpysato, josta hyönteistoukat turmelivat usein suurimman osan (Heikinheimo 1928; Kujala 1928; Metsätilasto 1927, s. 36; Tapio 1928). *Dioryctria abietella* ja *Eupithecia abietaria* mainitaan tuhon aiheuttajista.

1928 käpysato oli hyvin runsas, mutta ainakin kolmanneksen siitä pilasivat sienitaudit ja hyönteisiäkin esiintyi yleisesti (Heikinheimo 1929; Metsätilasto 1928, s. 38).

1929 ja 1930 olivat huonoja käpyvuosia eikä tuhoihin kiinnitetty huomiota (Heikinheimo 1931; 1937, s. 18).

1931 käpyjä oli runsaasti, mutta sieni- ja hyönteistuhot alensivat odotetun 10—20 kg:n siemensadon muutamaan kiloon tai melkein olemattomiin

hehtaaria kohden (E n b o m 1932; H e i k i n h e i m o 1932 b; M e t s ä t i l a s t o 1930—31, ss. 39—40). *Chrysomyxa pirolae*, *Dioryctria abietella* ja *Laspeyresia strobilella* mainitaan tuhonaiheuttajista.

1932 oli huono käpyvuosi eikä tuhoista ole mainintoja (H e i k i n h e i m o 1933).

1933 oli käpysato hyvä Etelä- ja Keski-Suomessa, mutta sekä sieni- että hyönteistuoja esiintyi runsaasti (H e i k i n h e i m o 1934).

1934 oli Etelä-Suomessa runsaasti käpyjä, mutta etenkin sienituhojen vuoksi siemennysteho oli heikko (H e i k i n h e i m o 1935; 1937, ss. 18, 23; M e t s ä l e h t i 1935).

1935 oli käpysato heikko ja pahasti hyönteisten ja kesän sateiden pilaama (H e i k i n h e i m o 1936; M e t s ä t i l a s t o 1935—36, s. 38).

1936 oli Etelä-Suomessa runsaasti käpyjä, mutta hyönteis- ja sienituhojen vuoksi siemenistä iti vain 23—64 % ja mm. Tapion karistamoon saaduista kävyistä yli 90 % oli käyttökelvottomia. Käpylinnut, *Dioryctria abietella*, *Laspeyresia strobilella* ja käpyluteet mainitaan tuhonaiheuttajista nimeltä (H e i k i n h e i m o 1937 b; K a n g a s 1937; M e t s ä t i l a s t o 1935—36, s. 38).

1937 oli käpyjä paljonlaisesti, mutta tuhot erittäin runsaat (ks. K a n g a s 1937 b; 1938; 1940, s. 11; M e t s ä t i l a s t o 1937, s. 33). Usein miltei kaikki kävyt olivat vikaisia. Tuhonaih. ks. taulukosta 10.

1938 oli käpysato huono eikä käyttökelpoista siementä saatu ollenkaan (M e t s ä l e h t i 1938; 1939; 1939 b; M e t s ä t i l a s t o 1938, s. 34). Erityisesti hyönteistuoja valitettiin.

1939 oli siemensato heikko, mutta tuhoista ei ole tietoa (H e i k i n h e i m o 1948).

1940 oli täydellinen katovuosi Etelä- ja Keski-Suomessa pakkasten talvella 1939—40 tuhotessa kukkasilmut (H e i k i n h e i m o 1940). Pohjois-Suomessa sadon tarvelivät hyönteiset, joista mainitaan *Dioryctria abietella*, *Pegohylemyia anthracina* ja *Laspeyresia strobilella*.

1941 saatiin pitkästä aikaa runsas ja terve käpysato (M e t s ä l e h t i 1941; 1942).

1942 käpysato oli kohtalaisen hyvä, mutta hyönteistuoja esiintyi niin runsaasti, että keräyksistä oli luovuttava Etelä-Suomessa (M e t s ä l e h t i 1942 b; 1943; 1943 b).

1943 oli käpysato heikko ja sekä sieni- että hyönteistuoja esiintyi runsaasti (M e t s ä l e h t i 1943 c).

1944 oli käpysato heikko, hyönteis- ja sienituhoja esiintyi runsaasti ja Pohjois-Suomessa suuri osa siemenistä karisi jo syksyllä (M e t s ä l e h t i 1945).

1945 oli Pohjois-Suomessa runsaanlainen käpysato. Noin puolet sadosta oli monin paikoin hyönteisten ja sienien vioittamaa (M e t s ä l e h t i 1946).

1946 oli käpysato hyvä, mutta miltei kaikkialla pahasti vikainen, joten keräyksistä piti luopua (A h o l a 1946; M e t s ä l e h t i 1947). Sekä sienet että hyönteiset mainitaan tuhonaiheuttajina.

1947 ilmoitettiin, että »kuusella on kyllä käpyjä, mutta ne ovat jälleen pahasti sieni- ja hyönteistuhojen pilaamia. . . Näin ollen ei kuusen siementä tulla juuri nimeksikään saamaan». (M e t s ä l e h t i 1947 b; 1948).

1948 oli käpysato huono ja »hyönteis- ja sienituoja keskimäärin n. 80 %:ssa kävyistä» (M e t s ä l e h t i 1949).

1949 oli käpysato heikko ja »pahasti tuhojen runtelema» (M e t s ä l e h t i 1950).

1950 saatiin Pohjois-Suomessa kohtalainen, mutta muualla maassa heikko käpyvuosi (ks. taulukko 2; M e t s ä l e h t i 1950 b). Tuhoista ei ole mainintoja.

Yhteenvetona esitetystä katsauksesta voidaan ilmeisesti todeta, että koko sinä aikana — 1920—1940-luvuilla — , jolloin kuusen käpysatoihin on erityistä huomiota kiinnitetty, kävyissä esiintyneillä tuhoilla on ollut huomattava siemensatoa alentava vaikutus. Esim. 1930-luvulla on ollut useita hyviä käpyvuosia ja myös 1940-luvulla riittävän monta, että mikäli kävyt olisivat olleet terveitä, olisi suuretkin siementarpeet voitu tyydyttää. Tuhojen takia ovat kuitenkin jopa taimitarhat ajoittain kärsineet siemenen puutetta ja siten myös metsän viljelyä on voitu harjoittaa ainakin jonkin verran suunniteltua vähemmän. Tuhot ovat olleet krooninen, vuodesta toiseen jatkuva ilmiö.

Esitetyn nojalla näyttää myös siltä, että siemenen hankinnan perustaksi ei aina riitä pelkkä hyvä käpyvuosi, vaan sen on myös satuttava sopivasti edellisiin käpyvuosiin nähden. Hyvätkin käpysadot ovat antaneet kehoja, käytännön kannalta katsottuna miltei katoa lähenteleviä siemensatoja, kun käpyvuodet ovat sattuneet lähekkäin. Yleensä vain siinä tapauksessa, kun käpyvuosi on sattunut useiden vähäkäpyisten vuosien jälkeen, on siemenen hankkiminen käynyt päinsä käpysadon edellyttämässä määrässä (vrt. H e i k i n h e i m o 1948, s. 5). Tuskin on pelkkä sattuma, että v:n 1941 satoa sanottiin »poikkeuksellisen terveeksi», sillä sitä edelsi v. 1940 suuressa osassa maata täydellinen kato ja sen lisäksi kaksi hyvin heikkoa käpyvuotta.

Hyvien käpyvuosien sattuminen lyhyin väliajoin tekee mahdolliseksi kävyistä elävien hyönteisten — kuten myös oravien ja käpylintujen — kannan säilymisen runsaana ja jatkuvan lisääntymisen, jolloin myös monet käpytuhot käyvät yhä ankarimmiksi.

Kävyttöminä välivuosina hyönteis-, kuten myös orava- ja käpylintu- kannat karsiutuvat pienemmiksi, ainakin sellaisten hyönteisten, jotka elävät pelkästään kävyistä. Siten näitä välivuosia ilmeisesti on pidettävä siemenen hankinnan kannalta katsottuna miltei yhtä tärkeinä kuin käpyvuosiakin. Monien kokemusten mukaan näyttää olevan aiheellista kelvollista siementä

antavina hyvinä vuosina kerätä siementä varastoon paitsi huonojen, myös liian lähetysten sattuvien hyvien käpyvuosien varalle.

Katsauksessa on tuhonaiheuttajina useimmiten mainittu hyönteiset ja sienet; toisinaan epäedulliset kukkimis- ja tuleentumisolosuhteet ja v. 1940 myös kukkimista edeltäneen talven pakkaset ovat pilanneet siemensatoa. Hyönteisistä mainitaan yleisimmin *Dioryctria abietella* ja *Laspeyresia strobilella*, jonkin kerran myös *Eupithecia abietaria*, *Pegohylemyia anthracina* ja eräät muut. Oravan ja käpylintujen esiintymisestä käpytuholaisina on myös havaintoja.

Tutkimustehtävä ja sen rajoittaminen

Esillä olevassa tutkimuksessa on selvitelty niitä kuusen siemensatoon vaikuttavia tekijöitä, joita on voitu tutkia keräämällä kävyt pystyistä puista tai kaadettujen puiden latvuksista eli niinkuin ne käytännössä siementä hankittaessa kerätään. Tällöin jäivät tutkimuksen ulkopuolelle mm. oravan, käpylintujen ja tikkojen aikaan saamat tuhot, koska nämä eläimet siemenien syönnin yhteydessä pudottavat kävyt maahan. Oravan aiheuttamia käpytuhoja ovat meillä tutkineet Blomqvist (1876), Juutinen (1952), Lampio (1948, 1952, 1953) ja Vartio (1946), tikkojen biologiaa ja ravintoa varsinkin Pynnönen (1939, 1943) ja käpylintujen aikaan saamaa siementuhoa Juutinen (1952 b, 1953).

Siemensatoa pienentäviin tuhoihin kuuluvat kukkasilmuissa tavattavat tuhot, jotka myös ovat tässä yhteydessä jääneet selvittämättä. Niistä ovat tehneet havaintoja mm. Heikinheimo (1940) sekä norjalainen Kohman (1954). Viimeksi mainitun mukaan bioottiset tuhonaiheuttajat voivat yhtä suuressa mitassa vioittaa sekä ♀- että ♂-silmuja.

Eräänä tämän tutkimuksen päätarkoituksista on ollut yrittää löytää edellytyksiä ja keinoja kuusen siementuhojen väistämiseksi ja torjumiseksi. Siitä syystä on pidetty tärkeänä selvittää, miten tuhojen esiintymiseen vaikuttaa metsikön rakenne (kuusisuus, tiheys ja puiden ikä) ja metsätyyppi, miten tuhot esiintyvät maan eri osissa ja erilaisina käpyvuosina. Tämän riippuvuussuhteen toteaminen on koetettu ulottaa yksittäisiin tuhonaiheuttajiin asti, jotta torjuntatoimenpiteitä varten saataisiin tietoja siitä, mitä vastaan on syytä suunnata tuhojen vastustaminen ja mitä kenties voidaan pitää merkitykseltään niin vähäisinä, ettei niitä tarvitse ottaa huomioon.

Useimpia siementuhojen aiheuttajia, etenkin hyönteisiä, on meillä ja muissa maissa tutkittu varsin runsaasti. Koska niiden biologia ja niiden aiheuttama tuho on perusteellisesti selvitetty, niin tähän puoleen ei nyt ole paneuduttu erityisen tarkasti jokaisen tuhonaiheuttajan kohdalla. Tärkeitä lajeja on saatettu tutkia verraten vähän, koska niitä ennestään on paljon tutkittu, kun taas toisia, kuten käpyruosteita, joista on vähemmän selvityksiä, on käsitelty suhteellisen yksityiskohtaisesti niiden merkitykseen nähden.

Tutkimusaineisto ja tutkimuksen suoritus

Tutkimusaika

Käpytuhoja koskevat tutkimukset aloitettiin v. 1950. Tällöin selviteltiin pääasiassa eri *Larix*-lajien käpyjen vikaisuutta, mutta samalla tehtiin jo myös joitakin kuusta koskevia havaintoja.

Varsinaisesti aloitettiin kuusta koskevat tutkimukset kesällä 1951, jolloin ensimmäisen kerran hankittiin käpynäytteitä koko maasta. Näytteiden hankkiminen toistettiin samalla tavalla vv. 1952—53, joten tutkituksi tuli tuhojen esiintyminen kolmen peräkkäisen vuoden käpysadoissa. Käpynäytteiden tarkastus saatiin suoritetuksi loppuun v:n 1954 kuluessa.

Edellisten lisäksi suoritettiin joukko tuhonaiheuttajia koskevia erikoistutkimuksia vv. 1951—56.

Käpysadon suuruutta eri vuosina ja käpysatoluokkia koskevat tutkimukset, jotka ovat monessa suhteessa perustana tuhoselvittelyille, suoritettiin samoin vv. 1951—56.

Käpynäytteiden suuruus

Kuusen käpytuhojen esiintymistä suurilla alueilla on yleensä tutkittu verraten pienien näytteiden perusteella. *Tr ä g å r d h* (1924, s. 325) on Ruotsissa käyttänyt sekä 100 että 40 kävyn näytteitä. *K a n g a s* (1940, s. 8) käytti niinkään 100 kävyn näytteitä, jotka olivat koostuneet n. 10:stä puusta kerätyistä kävyistä. Norjalaisen *B a k k e n* (1955, s. 153) tutkimuksissa näytteen suuruus oli keskim. 2—3 litraa käpyjä. Kahteen litraan hän ilmoitti mahtuneen n. 55 käpyä. Kaikissa näissä tutkimuksissa selvitettiin tuhojen esiintymistä yhtenä vuonna, jolloin käpysato oli ainakin kohtalaisen hyvä.

Kun käpytuhotutkimuksia suoritetaan useana perättäisenä vuonna, on otettava lukuun eräitä seikkoja, joista yhden vuoden käsittävissä tutkimuksissa ei ilmeisesti tarvitse välittää. Niinpä käpysadon suuruus vaihtelee eri vuosina paljon. Jotta tuhoista saataisiin kuva myös huonoina käpvyvuosina, näytteet eivät saisi olla liian suuria, koska niitä luultavasti ei pystyttäisi hankkimaan.

Näytteiden ottaminen piti muutenkin tehdä mahdollisimman vaivattomaksi, koska käpyjen keruun suorittivat paitsi Metsäntutkimuslaitoksen

myös Metsähallituksen ja metsänhoitolautakuntien kenttämiehet, jotka useimmissa tapauksissa luultavasti itse eivät tunteneet suurta kiinnostusta tehtävää kohtaan. Jos käpyjen keräämisestä olisi koitunut paljon vaivaa, olisivat ne kenties useissa tapauksissa jääneet lähettämättä ainakin toisena ja kolmantena tutkimusvuonna, vaikka ne olisivatkin olleet hyviä käpyvuosia. Tämän kirjoittaja on muissa yhteyksissä voinut todeta, että helpotkin vapaaehtoisuuteen perustuvat palkattomat tehtävät jäävät sitä useammita tekemättä mitä useammin niillä asianomaisia vaivataan.

Tutkimusta aloitettaessa oli tiedossa, että näytteiden tarkastuksen suorittaa yksi henkilö. Koska hänen mahdollisuutensa tietysti ovat rajoitetut varsinkin siinä tapauksessa, että tuhoja esiintyy runsaasti ja tarkastus siitä syystä edistyy hitaasti, pakotti myös se harkitsemaan näytteen suuruutta tarkasti.

Oli myös ajateltavissa, että tutkimus, joka toistetaan samalla tavalla useina perättäisinä vuosina, ei vaadi niin suurta näytemäärää kuin yhtenä vuonna suoritettu. Mikäli tuloksissa vaihtelevista olosuhteista huolimatta esim. kolmena perättäisenä vuonna esiintyisi jokin tietty suunta vaikka heikkonakin, voitaisiin sitä tutkimusaineiston pienuudesta huolimatta luultavasti pitää yhtä luotettavana kuin suuremmin aineistoin yhtenä vuonna suoritettussa tutkimuksessa havaittua jonkinverran selvempääkin suuntaa.

Toisaalta oli selvää, että vaikka käpyjä ehkä samasta paikasta ei olisikaan otettu paljon, oli syytä pyrkiä saamaan niitä mahdollisimman monesta paikasta, tässä tapauksessa lähinnä mahdollisimman monesta metsiköstä.

Näin päädyttiin siihen, että kultakin paikkakunnalta, minne näytepyyntö osoitettiin, pyydettiin 100 kävyn näyte, joka oli koottu 10:stä eri metsiköstä eli vain 10 käpyä yhdestä metsiköstä. Metsiköiden tuli sijaita ainakin 0.5—1.0 km:n päässä toisistaan. Oli luultavaa, että 10 kävyn hankkiminen metsiköstä huononakin käpyvuonna kävisi päinsä. Lisäksi esim. metsätalousneuvoja voi näin pieniä määriä keräillä vaikka taskuihinsa virkamatkoilla liikkeessään ottaen yhden metsikön kävyt yhtenä ja toisen toisena päivänä, missä sopiva tilaisuus siihen tarjoutui.

Myöhemmin osoittautui, että vuodet 1952—53 olivat niin huonoja käpyvuosia, että esim. 100 kävyn kerääminen samasta metsiköstä olisi tuottanut voittamattomia vaikeuksia ehkä useimmissa tapauksissa. Sen puolesta puhuvat lukuisat näytteiden lähettäjien kirjeet, joissa he selostavat käpyjen hankkimistaan ja joista tähän otettakoon muutamia poimintoja:

Kuhmosta kirjoitti näytteen lähettäjä syksyllä 1952: »Useamman päivän etsiskelystä huolimatta ei löydy käpyjä enempää». Näyte sisälsi 18 käpyä.

Samana syksynä kirjoitettiin Muhokselta: »Kiertelin tänään apumiehen kanssa kokeilualueen kuusivaltaisimmat alueet ja tarkastusmiehessä kaadoimmekin muutamia puista, mutta ainoatakaan uutta käpyä emme löytäneet». Näytettä ei siis saatu.

Peräseinäjoelta kirjoitti syksyllä 1953 käpyjen kerääjä: »Oheisena seuraa 3 kpl. käpynäytepusseja, jotka on kerätty eri puolilta Peräseinäjoen pitäjää. Näidenkin näytteiden saamiseen olen käyttänyt aikaa n. 10 tuntia». Näyte sisälsi siis käpyjä kolmesta metsiköstä yhteensä 30 kpl. Ilmeisesti ei olisi saatu yhtään käpyä, jos olisi pyydetty esim. 30 käpyä yhdestä metsiköstä. Sama lähettäjä mainitsi kävyistä lisäksi, että »ne ovat kelvottomia ja vain erikoisissa paikoissa, joko aukon tai pellon reunoissa, mutta ei varsinaisilla metsikköalueilla laisinkaan». Vv. 1952—53 monet muutkin käpyjen lähettäjät mainitsivat niiden esiintyvän vain pellon reunoilla ja pihapuissa.

Bromarfin näytteen (59 käpyä) lähettäjä ilmoitti syksyllä 1953: »En ehtinyt yhdessä päivässä saada enempää ja useampia päiviä ei ole aikaa uhrata tällä kertaa».

Ensi näkemältä voi tuntua siltä, että 18 tai 30 käpyä ei sano mitään kokonaisen paikkakunnan (kunnan) kuusien käpyjen tuhoista, mistä syystä näin pienet näytteet olisi syytä karsia pois tutkimusaineistosta. Kun kuitenkin ottaa huomioon, että 18 kävyn kokoonsaaminen on voinut vaatia »useamman päivän etsiskelyn», antanevat ne tuhoista ko. vuonna yhtä hyvän ja ehkä paremmankin kuvan kuin 100 tai 1 000 käpyä hyvän käpyvuoden tuhoista, sillä hyvänä vuonna suurenkin näytteen saa vaivatta kokoon ja se on suuruudestaan huolimatta vain murto-osa paikkakunnan koko sadosta.

Ennenkuin esillä oleva tutkimus haluttiin julkaista, suoritettiin joitakin tähän sekä *Larix*-käpytuhotutkimuksissa kertyneeseen aineistoon perustuvia esitutkimuksia (R u m m u k a i n e n 1954 b ja d, 1955) sen selvittämiseksi, miten luotettavina pieniä käpynäytteitä voidaan pitää.

Käpynäytteiden mukana tuli vv. 1952—53 ylivuotisia käpyjä, joissa esiintyi käpykytryn, *Ernobius abietis*, aiheuttamaa vioitusta. Vaikka tämä ainakin miltei yksinomaan jo siemenensä väristäneissä kävyissä elävä hyönteinen onkin tavattu kaikkialla maassamme (vrt. Hansen, Hellén... 1939, s. 80), oli kuitenkin Saalaaan (1917, s. 188; 1923, ss. 194—195) pitkän ajan kuluessa tekemien havaintojen mukaan luultavaa, että se runsaimpina esiintyy maan etelä- ja varsinkin lounaisosissa. Vaikka tutkimukseen saatiinkin ylivuotisia käpyjä eri paikkakunnilta vaihtelevat määrät ja yhteensä kahtena vuonna vain 1 343 kpl., joista *Ernobius*'en valtaamia 367, osoittautui hyönteisen esiintyminen näissä odotetun kaltaiseksi (R u m m u k a i n e n 1954 b).

Myös eräiden käpytuholaiden esiintymistä eri leveyspiireillä vv. 1951—52 koskenut tutkimus (R u m m u k a i n e n 1954 d) samoin kuin tuhojen esiintymistä *Larix sibirica*-metsikössä koskenut (R u m m u k a i n e n 1955), antoivat tuloksia, joiden perusteella näytti siltä, että pienetkin käpynäytteet saattavat valaista monia kysymyksiä ainakin silloin, kun on kysymys hyvin yleisistä tuhonaiheuttajista.

Tutkimustuloksia esitettäessä puhutaan toisinaan metsiköiden luvusta ja toisinaan tuhojen tms. esiintymisestä eri paikkakunnilla. Tällöin ovat kysymyksessä eri suuruiset näytteet. Milloin nimenomaan mainitaan metsi-

köt, tarkoitetaan 10 kävyn suuruisia näytteitä. Jos taas jotakin asiaa esitetään paikkakunnan (kunnan) puitteissa, on kysymys useimmiten 100 kävyn suuruudesta, tavallisesti 10:stä metsiköstä kerätystä näytteestä.

Käpynäytteiden hankkiminen

Käpynäytteitä pyydettiin paikkakunnilta, jotka oli valittu siten, että niiden keskuksat sijaitsivat n. 50 km:n päässä toisistaan Etelä- ja Keski-Suomessa n. Oulujärven tienoille asti pohjoisessa ja pohjoisempana n. 100 km:n päässä. Kun kuitenkin kaikki miehet, joille pyyntö osoitettiin, eivät syystä tai toisesta voineet näytteitä lähettää, oli tutkittujen näytteiden luku pyydettyä pienempi. Erityisesti näytteiden puuttuminen tuntui Pohjois-Suomen kohdalla.

Näytepyynnöt toimitettiin jokaisena kolmena tutkimusvuonna kenttämiehille elokuulla. Kuten jo luvusta »Käpynäytteiden suuruus» ilmeni, pyydettiin jokaista miestä keräämään käpyjä 10:stä paikasta, jotka sijaitsivat vähintään 0.5—1.0 km:n päässä toisistaan. Jokaisesta keräyspaikasta otetut kävyt piti panna omaan pussiinsa ja pussin mukaan liittää tietoja keräysmetsiköistä. Sitä varten toimitettiin kerääjille valmiita kyselykaavakkeita, joissa tiedusteltiin seuraavia asioita:

Kunta ja metsikön tarkempi sijainti,
 Metsikön puulajikokoomus,
 » tiheys,
 Niiden puiden ikä, mistä kävyt kerättiin,
 Metsätyyppi,
 Käpyjen runsaus keräyshetkellä.

Kyselykaavakkeet oli laatinut K a n g a s ja käyttänyt niitä v:n 1937 käpysatoa koskeneissa tutkimuksissaan.

Käpynäytteet saatiin tutkittaviksi syys—marraskuussa kunakin vuonna. Keräys suoritettiin yleensä joko pystyistä puista tai hakkuiden yhteydessä kaadettujen puiden latvuksista. Joku ilmoitti pudottaneensa kävyt puista haulikolla ampumalla. Ohjeiden mukaan kävyt piti ottaa puista umpimähkäisesti etsimättä enempää terveitä kuin vikaisiakaan, mutta ylivuotisia käpyjä kehoitettiin välttämään.

Taulukossa 1 on eritelty tutkimuksissa käytetyn pääaineiston jakautuminen eri vuosien kesken. Kuntien yhteinen luku on siinä 128, mutta kun eri vuosina näytteitä saatiin samoilta paikkakunnilta, oli eri kuntien luku koko tutkimusaikana yhteensä 64. Näistä oli 16 sellaista, joista näytteet saatiin kaikkina kolmena vuonna. Kahtena vuonna saatiin näytteet 31:sta ja yhtenä 17:stä kunnasta.

Lisäksi suoritettiin joukko erikoistutkimuksia, mm. kuusen käpykärpistä ja käpyruosteita koskeneita, joita varten hankitut lisäaineistot sisälsivät

Taulukko 1. Tutkimusaineiston jakautuminen eri tutkimusvuosien kesken
 Tafel 1. Die Verteilung des Untersuchungsmaterials auf die einzelnen Untersuchungsjahre

Vuosi Jahr	Näytekuuntia Probenfundorte (Kommunen)	Näyte- metsiköitä Probestände	Metsikkö- kuvauksia Bestand- beschreibungen	Käpyjä, kpl Zapfen, St.
1951	40	290	224	4 079
1952	48	404	389	4 141
1953	40	334	325	3 707
Yht. — Insg.	(128)	1 028	938	11 927

yhteensä n. 4 000 käpyä. Siten kuusen käpyjä käsiteltiin kaikkiaan n. 16 000 kpl.

Käpynäytteiden tutkiminen

Kaikki näytteet tutkittiin käpy kävyltä. Jokainen niistä halkaistiin ja halkaisupinnoissa esiintyvistä, molempia kävyn puolikkaita taivuttelemalla esille saaduista tuhoista tehtiin havainnot ja merkittiin ne muistiin. Tarkastuksen päättyessä käpy yleensä oli useina kappaleina. Karisseet siemenet otettiin talteen mahdollisia myöhempiä tutkimuksia varten. Samoin talletettiin näytteitä tuhonaiheuttajista ja niiden vihollisista sekä itse tuhoista. Varsinkin tuholaisten vihollisista kertyi kolmena tutkimusvuonna runsaasti aineistoa. Varsinaisia hyönteisten kasvatuksia ei suoritettu, mutta kun käpynäytteiden tarkastus kesti säännöllisesti keräyssyksystä seuraavan vuoden maaliskuu—huhtikuuhun, ennättivät kävyissä kehittymässä olleet hyönteiset suureksi osaksi kuoriutua.

Tutkimustavasta oli seurauksena, että melkoinen osa tuhoista ja tuhonaiheuttajista jouduttiin määrittämään viimeksi mainittujen käpyihin jättämien jälkien perusteella, koska itse tuhonaiheuttajat olivat jo ehtineet poistua kävyistä. Tuhojen tuntemusta harjoiteltiin sellaisina ajankohtina kesällä, jolloin tuhonaiheuttajat vielä olivat kävyissä jo ennen kuusen käpytutkimuksen aloittamista ja koko tutkimusajan. Lisäksi on määrittämissä nojaututtu erikoistutkimuksiin ja varsinkin Escherichin (1942), Trägardhin (1939), Saalaan (1949) ja Liron (1917) kirjoittamiin yleisteoksiin.

Tuhonaiheuttajien lisäksi määritettiin jokaisen kävyn siementuoluokka. Luokitus oli seuraava:

0 = terve käpy,	
I = siemenistä tuhoutunut	1— 25 %
II = » »	26— 50 »
III = » »	51— 75 »
IV = » »	76—100 »

Tutkimustuloksia esitettäessä on usein luokat 0 ja I yhdistetty ns. käyttökelpoisten käpyjen (vrt. Kangas 1940, s. 32) ja luokat III ja IV pahasti vikaisten käpyjen ryhmäksi. Näiden ryhmien väliin jäävän luokan II käpyjä on sanottu keskinkertaisesti vikaisiksi.

Ns. tyhjiä siemeniä joiden määrä on riippuvainen emikukkien pölyttymisen onnistumisesta, ei eritelty lukuunottamatta joitakin yksittäisiä tapauksia. Kun käpyjä halkaistaessa samalla halkesi myös vähintään n. 20 siementä jokaisesta kävystä eli 100 käpyä käsittäneestä näytteestä ainakin n. 2 000, jätettiin myös siemenien sisäisten hyönteistuhojen tutkiminen täten saatujen näytteiden varaan.

Taulukossa 2 on esitetty näyte käpyjen tarkastuksessa syntyneistä muistiinpanoista. Eri metsiköistä saadut pienet näytteet tarkastettiin kukin erikseen ja jokaisen numero merkittiin muistiin. Sama numero oli näytettä vastaavassa metsikön kuvauslomakkeessa, joten metsikköä koskevat tiedot olivat helposti käsille saatavissa. Näitä tietoja koottiin myöhemmin kuvan »Paikkakunta»-sarakeeseen.

Kirjanpidossa merkittiin jokainen käpy pystyviivalla sen tuholuokan sarakeeseen, mihin käpy tarkastuksen perusteella joutui. Tämän pystyn viivan yläpään tehtiin merkinnät niistä tuhoniheuttajista, joita tarkastus-hetkellä kävyssä todettiin. Jos pystyviivan yläpäässä on vain kirjain, tarkoittaa se sitä, että kirjainta vastaavaa tuholaista oli kävyssä vain yksi kappale. Jos kirjaimen edessä on esim. luku 2, tarkoittaa se sitä, että ko. tuholaista oli 2 kpl. jne. Jos saman viivan yläpäässä on kaksi kirjainta tai kirjainryhmää, on kävyssä todettu kahden tuhoniheuttajan edustajia.

Taulukko 2. Esimerkki käpynäytteiden tutkimisen yhteydessä tehdyistä muistiinpanoista.

Tafel 2. Ein Beispiel für die Vermerke, die bei den Untersuchungen der Zapfenproben gemacht wurden.

Kirjainten selityksiä — *Zeichenerklärung*: K = Laspeyresia strobilella, D = Dioryctria abietella, H = Pegohylemyia anthracina, S = Kaltenbachiella strobi, TR = Pucciniastrum padi, R = Chrysomya pirolae, V = ylivuotinen eli vanha käpy.

Paikkakunta, ym. tietoja Ortschaft u. a. Angaben	Näyte, n:o Probe Nr.	Tuholuokka — Schadenklasse				
		0	I	II	III	IV
Enonkoski 1952	10	| | |	K K | | K K K K		K | | K D	| DH
»	5	S | | |	S S S | | | K H K K	S | K	S | | D D	
»	2	S | | | V	2K D | | K KH DK	RK S | | KR K		TR | TR

Pystyviivan alapäähän tehdyt merkinnät ovat tutkimusten kannalta tärkeämmät kuin yläpäähän tehdyt. Sinne merkityt kirjaimet nim. osoittavat, mitkä tuhonaiheuttajat ovat käpyä vioittaneet ja saaneet aikaan sen joutumisen siihen tuholuokkaan, mihin se on viety. Kun viivan yläpään tiedot ovat usein satunnaisia — kevättalvella käpyjä tarkastettaessa ei esim. K-merkintöjä tullut yhtä paljon kuin syksyllä, koska käpykääriäiset olivat kevääseen mennessä jo kuoriutuneet ja poistuneet kävyistä —, ovat ne alapäässä tutkimuksen kannalta aina tärkeitä. Jos alapäässä tuhonaiheuttajia kuvaavia kirjaimia tai kirjainryhmiä on useita, on ensimmäiseksi merkitty se, jota vastaava tuhonaiheuttaja on ilmeisesti ratkaisevimmin vaikuttanut kävyn tuholuokkaan.

Kuusen käpysadot vuosina 1950—1953

Taulukossa 3 esitetään kuusen käpysadon suuruus lääneittäin vuosina 1950—53 niiden arviointien mukaan selvitettyinä, joita Metsäntutkimuslaitoksen toimesta vuosittain suoritetaan ja joihin kulloinkin osallistuu n. 200—300 kenttämiestä. Arvioinnissa käytettävät *Heikinheimon* (1931, s. 34) laatimat käpysatoluokat määritetään seuraavasti:

		Käpyjä keskim. kpl/valtapuu (Rumukainen 1956, s. 14)
0 = ei yhtään käpyä		0
1 = käpyjä hyvin vähän		1— 25
2 = » vähänlaisesti		26— 50
3 = » keskinkertaisesti ..		51—100
4 = » paljonlaisesti		101—200
5 = » runsaasti		201—

Taulukko 3. Kuusen käpysadot lääneittäin vv. 1950—1953 0—5-asteikon mukaan arvioituna (Rumukainen 1954, s. 9)

Tafel 3. Die Zapfenernten bei der Fichte nach Verwaltungsbezirken in den Jahren 1950—53, nach der 0—5-Einteilung bewertet

Lääni Verw.-Bez.	Käpysato keskim. — Zapfenernte im Durchschn.			
	1950	1951	1952	1953
Turun ja Porin	0.6	2.8	3.3	1.5
Uudenmaan	0.5	2.9	2.7	2.6
Kymen	0.6	2.25	1.8	1.7
Hämeen	0.6	3.3	2.2	1.0
Mikkelin	1.0	3.0	2.5	2.0
Vaasan	0.9	3.75	1.7	1.4
Kuopion	0.9	4.2	1.75	1.7
Oulun	1.2	4.1	2.0	1.4
Lapin	2.3	2.0	1.0	1.2
Koko maa — <i>Das ganze Land</i>	1.0	3.4	1.9	1.4

Kuten taulukon luvuista ja sivulta 10 ilmenee, edelsi ensimmäistä tutkimusvuotta 1951 useiden vuosien pituinen huonojen käpysatojen kausi. Mainit-

tuna vuonna käpyjä muodostui keskinkertaista runsaammin eli satoa voitiin pitää varsin hyvänä. Toiset tutkimusvuodet, 1952—53, taas olivat huonompia käpyvuosia, jolloin sato ilmeisesti oli arvioituakin pienempi v:n 1951 käpyjen sekoittaessa arviointeja (R u m m u k a i n e n 1954 b, ss. 70—71).

Siementuhojen runsaus vuosina 1951—1953

Taulukossa 4 on esitetty siementuhojen runsaus eri tutkimusvuosina 1951—53. Luvuista ilmenee, että ensimmäisenä vuonna, 1951, tuhojen suhteellinen esiintyminen oli huomattavasti vähäisempää kuin vv. 1952—53. Kävyistä oli terveitä ensimmäisenä vuonna vähän vaille puolet, toisena neljännes ja kolmantena vain 15 %.

Taulukko 4. Siementuhojen jakautuminen eri tuholuokkien kesken vv. 1951—1953
Tafel 4. Die Verteilung der Samenschäden auf die einzelnen Schadenklassen in den Jahren 1951—53

Tuholuokka (= Siemenistä tuhoutunut, %) <i>Zugrunde gegangene Samen, in %</i>	1951	1952	1953
	kävyistä, % <i>Zapfen, in %</i>		
0 (0)	45	25	15
I (1—25)	20	23	19
II (26—50)	9	13	18
III (51—75)	7	12	16
IV (76—100)	19	27	32
Yht. — <i>Insg.</i>	100	100	100
Käpysatoluokka — <i>Zapfenernteklasse</i>	3.4	1.9	1.4

Käytännön kannalta katsottuna myös tuholuokan I kävyt ovat keräyskelpoisia. K a n g a s (1940, s. 32) totesi v:n 1937 satoa koskeneissa tutkimuksissaan, että »kun käpyjen vikaisuus vähenee alle 30 %:n, alkaa sekä siemensadon määrä, että vielä enemmän sen käyttökelpoisuus jyrkästi nousta». Nyt suoritetuissa tutkimuksissa tuholuokan I kävyistä oli siemenistä pilalla enintään 25 sadannesta, joten ne K a n k a a n k i n havaintoihin verrattuna kuuluivat käyttökelpoisten ryhmään. Varsinkin 1951 tämän luokan kävyt yleensä olivat hyvin lievästi vioittuneita. Tällöin oli tyypillistä (vrt. R u m m u k a i n e n 1952), että ankaria tuhoja aiheuttivat vain ne hyönteiset, joiden toukat yksin esiintyessään siihen pystyvät, sekä muut tekijät, lähinnä käpyruosteet, jotka niinkään tavallisesti tuhoavat siemensadon kokonaan. Sen sijaan ne hyönteiset, joiden toukat yksin esiintyessään eivät pysty koko käpyä tarvelemään, saivat enimmäkseen aikaan vain lieviä tuhoja, koska useimmissa tapauksissa kussakin kävyssä oli vain yksi toukka. Tämä taas ilmeisesti oli seuraus siitä, että käpysato oli runsas tuholaiskantoihin verrattuna. Vv. 1952—53 käpysato oli pieni ja tuholaiskantat suuret, niin että käpyä kohden saattoi esiintyä lukuisia toukkia. Tällöin

nekin hyönteiset saattoivat aiheuttaa pahoja tuhoja, jotka eivät siihen pystyneet v. 1951 ja myös lievien tuhojen luokassa esiintyi runsaasti 25 sadanneksen lähellä olleita tapauksia pääpainon 1951 ollessa lähempänä yhtä sadannesta.

Kun siis myös luokan I kävyt ovat käyttökelpoisia, oli niitä (tuholuokat 0 + I) v:n 1951 sadossa yhteensä 65 %, v:n 1952 sadossa 48 % ja v:n 1953 sadossa 34 %.

Pahasti vikaisina pidettävien käpyjen (tuholuokat III + IV) määrät eri tutkimusvuosina olivat seuraavat: 1951 26 %, 1952 39 % ja 1953 48 % kunkin vuoden koko sadosta.

Eri tuholuokkiin joutuneiden käpyjen absoluuttisista määristä eivät esitetyt luvut anna selvyyttä. Niitä voidaan havainnollistaa esimerkillä.

V. 1954 oli käpysadon arvioimiskokeessa Hämeen läänissä mustikkatyyppin kuusikoemetsiköiden valtapuiden keskiläpimitta rinnankorkeudelta mitattuna 29.3 sm ja ikä 90 v. (vrt. R u m m u k a i n e n 1956, ss. 20, 22). I l v e s s a l o n (1920, s. 70) mukaan Etelä-Suomessa mustikkatyyppin luonnonnormaaleissa kuusikoissa on 25 sm:n paksuisia tai sitä paksumpia puuta 169 kpl. hehtaarilla. V. 1951 oli kuusen käpysato Hämeen läänissä luokkaa 3.3 vastaava (ks. taul. 2). Valtapuissa on luokan 3 sadon vallitessa 51—100 käpyä puuta kohden (ks. s. 33). Olkoon luku tässä tapauksess 100, koska käpysatoluokka on yli 3. Hehtaarilla oli siten v. 1951 valtapuissa n. 16 900 käpyä. Taulukon 4 mukaan ne jakautuivat eri tuholuokkien kesken seuraavasti:

0 (45 %)	=	7 605	käpyä,
I (20 »)	=	3 380	»
II (9 »)	=	1 521	»
III (7 »)	=	1 183	»
IV (19 »)	=	3 211	»

Käyttökelpoisia käpyjä (tuholuokat 0 + I) oli yhteensä 10 985 kpl./ha.

V. 1953 oli saman läänin käpysato arvioitu käpysatoluokkaa 1.0 vastavaksi, joka vastaa valtapuuta kohden 1—25 käpyä. Jos luku oli esim. 10, oli hehtaarilla 1 690 käpyä, jotka jakautuivat tuholuokkiin seuraavasti:

0 (15 %)	=	253	käpyä,
I (19 »)	=	321	»
II (18 »)	=	304	»
III (16 »)	=	270	»
IV (32 »)	=	540	»

Käyttökelpoisia käpyjä oli yhteensä 574 kpl./ha.

Tämän esimerkin mukaan siis käyttökelpoisten käpyjen määrä oli v. 1953 vain 5 % siitä, mitä se oli v. 1951 samanlaisessa metsikössä. Määrän pienuus ei kuitenkaan ensi sijaisesti johtunut tuhoista vaan käpysadon vähäisyydestä, sillä v:n 1953 absoluuttinen sato oli vain 10 % v:n 1951 sadosta. Vikaisten, jopa pahasti vikaisten, käpyjen absoluuttinen määrä oli päin vastoin v. 1951 monin verroin suurempi kuin v. 1953; pelkästään tuholuokan IV käpyjä oli n. kaksi kertaa niin paljon kuin v. 1953 käpyjä kaikkiaan.

Siementuhojen runsauden riippuvuus käpysadon suuruudesta

Käpynäytteitä saatiin vv. 1951—53 yhteensä 873:sta sellaisesta metsiköstä, joista arvioitiin myös käpysadon runsaus. Näytteet jakautuivat verraten tasaisesti eri tutkimusvuosien kesken, mutta jakautuminen käpysatoluokkiin oli epätasaisempaa (vrt. taulukko 5). V. 1951 suurin osa näytteistä saatiin metsiköistä, joiden käpysato oli keskinkertaista parempi, kun taas muina vuosina saadut näytteet edustivat pääasiassa keskinkertaista huonompia satoja. V. 1953 ei saatu laisinkaan aineistoa keskinkertaista paremmista sadoista.

V. 1951, jolloin kuusissa oli käpyjä suhteellisen runsaasti monen huonon käpyvuoden jälkeen, käpysatoluokat jakautuivat tuhojen kannalta katsottuna kahteen toisistaan selvästi poikkeavaan ryhmään. Luokkien I ja 2 kävyistä oli terveitä ja lievästi vioittuneita (tuholuokat 0 ja I) eli käyttökelpoisia vain 1/3 ja pahasti vioittuneita (tuholuokat III ja IV) yli puolet. Käpysatoluokissa 4 ja 5 sitävastoin oli käyttökelpoisia 3/4—4/5 ja pahasti vioittuneita vain runsas 1/10. Keskinertainen sato (kämpysatoluokka 3) oli kuntonsa puolesta varsin lähellä viimeksimainittuja. Näyttää siltä (vrt. s. 20 ja Rummukainen 1952, s. 44), että tuhonaiheuttajakanta yleensä oli liian pieni pystyäkseen pahasti tuhoamaan tämän vuoden siemen-

Taulukko 5. Käpysadon suuruus ja siementuhojen runsaus

Tafel 5. Der Umfang der Zapfenernte und die Reichlichkeit der Samenschäden

Vuosi Jahr	Metsiköitä yht., kpl Bestände insg., in St.	Kämpysato- lk. Zapfen- ernteekl.	Metsiköitä, kpl Bestände, in St.	Tuholuokka — Schadenkl.					
				0	I	0 + I	II	III+IV	0—IV
kävyistä, % — Zapfen, in %									
1951	256	1	22	30	4	34	7	59	100
		2	2	19	16	35	6	59	100
		3	64	44	23	67	10	23	100
		4	92	52	24	76	11	13	100
		5	76	58	22	80	7	13	100
1952	360	1	103	20	17	37	11	52	100
		2	207	25	15	40	14	46	100
		3	30	24	15	39	12	49	100
		4	10	27	24	51	11	38	100
		5	10	34	32	66	12	22	100
1953	257	1	107	7	12	19	19	62	100
		2	112	19	22	41	17	42	100
		3	38	29	26	55	12	33	100
1951— 1953	873	1	232	19	11	30	13	57	100
		2	321	21	18	39	12	49	100
		3	132	32	21	53	12	35	100
		4	102	40	24	64	11	25	100
		5	86	46	27	73	9	18	100

sadon. On kuitenkin syytä panna merkille, että niistäkin kävyistä, jotka oli kerätty hyväksi arvioiduista sadoista, oli täysin terveitä keskim. vain 52—58 %. Toisaalta heikointa satoa edustaneessa luokassa 1 oli terveitä käpyjä keskim. niin paljon kuin 30 %.

Kuten kuvasta 1 ilmenee, saman käpysatoluokan eri näytteiden välillä siementen tuhoutuminen saattoi olla hyvin erilaista. Jopa käpysatoluokan 1 näytteistä muutamat olivat varsin terveitä ja koko tutkimusvuoden terveimmät kävyt saatiin metsiköistä, joiden käpysato oli arvioitu vain keskinertaiseksi.

V. 1952, hyvää käpyvuotta seuranneena selvästi huonompana vuonna, terveiden käpyjen osuus väheni käpysatoluokissa 3—5 huomattavasti edellisestä vuodesta, samoin käyttökelpoisten käpyjen osuus. Vastaavasti vioittuneiden käpyjen osuus suureni. Käpysatoluokka 3:n tuhokuva muuttui siten, että se nyt muistutti satoluokkien 1—2 tuhokuvaa. Käpysatoluokkien 1—2 tuhokuvissa ei tapahtunut merkittäviä muutoksia.

Hyvien käpysatojen kohdalla tuhojen lisääntyminen saattoi osaksi olla näennäistä, sillä edellisen vuoden kävyt ovat kenties joissakin tapauksissa saaneet sadon arvioijia pitämään käpyvuotta todellista parempana (vrt. s. 19). Sitäpaitsi hyviä satoja esiintyi varsin niukasti, joten senkin puolesta niitä koskevalla luvuilla on vähemmän arvoa kuin huonoja satoja koskevalla. Joka tapauksessa on ilmeistä, että nyt niinkuin edellisenäkin vuonna keskinertaista paremmista sadoista saatiin tuhojen lisääntymisestä huolimatta suhteellisesti enemmän käyttökelpoista siementä kuin keskinkertaista huonommista sadoista. Absoluuttiset siemensadot erosivat toisistaan tietysti vielä enemmän.

V. 1953, huonoa käpyvuotta seuranneena vielä huonompana vuonna, ei keskinkertaista parempia satoja sisältynyt aineistoon laisinkaan.

Käpysadon yleisestä huonoudesta huolimatta tuhojen esiintyminen v. 1953 oli sikäli selväpiirteistä, että käpysatoluokat erosivat toisistaan varsin selvästi. Luokassa 1 tuhojen osuus oli huomattavasti suurempi kuin luokassa 2 ja viimeksimainitussa taas suurempi kuin luokassa 3. Luokan 3 tuhokuva muistutti nyt luokan 4 tuhokuvaa edellisenä vuonna. Siitä päätellen tuhojen vaikutus oli vähentynyt. Kun luokan 3 kävyistä v. 1952 oli käyttökelpoisia 39 %, oli niitä v. 1953 55 %.

Yhteenvedona voidaan todeta, että vaikka samansuuruisiksi arvioiduista käpysadoista kerätyt yksittäiset käpynäytteet saattoivatkin olla varsin eri lailla vioittuneita, käpysatoluokat yleensä kuitenkin erottuivat verraten selvästi toisistaan tarkastettiinpa niitä terveiden, lievästi vioittuneiden tai pahasti vioittuneiden käpyjen osuuksien mukaan. Käpysadon suuruus ja siementuhojen runsaus olivat siis riippuvuussuhteessa toisiinsa. Tämä suhde oli selvä vv. 1951 ja 1953, vähemmän selvä v. 1952. Kuten aikaisemmin jo mainittiin, v. 1951 erot käpysatoluokkien tuhokuvien välillä ilmeisesti olivat

ymmärrettävissä siten, että tuhonaiheuttajia oli vähän käpysatoon verrattuna. V. 1953 erot ainakin osaksi lienevät olleet tuhohyönteisten vihollisten, etenkin loisten, voimakkaan lisääntymisen syytä. Nyt kuten v. 1937 (vrt. K a n g a s 1940, s. 27) loiset hyvää käpyvuotta seuranneena vuonna esiintyivät erittäin runsaslukuisina ja pystyivät siten tuntuvasti rajoittamaan tuholaisien esiintymistä kolmantena tutkimusvuonna.

V:n 1952 epämääräisempi tilanne oli ilmeisesti seuraus varsinkin siitä, että tuholaiset edellisen vuoden runsaassa käpysadossa lisääntyivät voimakkaasti, joten ne nyt kykenivät turmelemaan runsaammankin sadon loisten ja muiden vihollisten ollessa vielä suhteellisen vähälukuisia.

Verrattaessa vv:n 1951—53 käpysatoja ja tuhojen esiintymistä v:n 1937 vastaaviin lukuihin (vrt. K a n g a s 1940, ss. 11, 24—25) todetaan, että viimeksimainitun vuoden käpysatoa (koko maan sato keskim. 3.4) vastasi v:n 1951 sato (myös 3.4). V:n 1937 sadon tuhokuva sitävastoin muistutti eniten v:n 1952 tuhokuvaa. Molempina vuosina tuhoja esiintyi hyvin runsaasti ja käpysatoluokan 3 kävyissä samaan tapaan kuin luokkien 1 ja 2 kävyissä. Kumpaakin vuotta edelsi hyvä käpyvuosi. Nyt tehdyt havainnot tukevat siten K a n k a a n ja H e i k i n h e i m o n (1948, s. 5) toteauksia (ks. myös s. 10), että hyvä käpysato sellaisenaan ei aina ole hyvän siemensadon lupaus, vaan käpyvuoden asemalla edellisiin käpyvuosiin nähden on suuri merkitys tuleentumisolosuhteiden rinnalla.

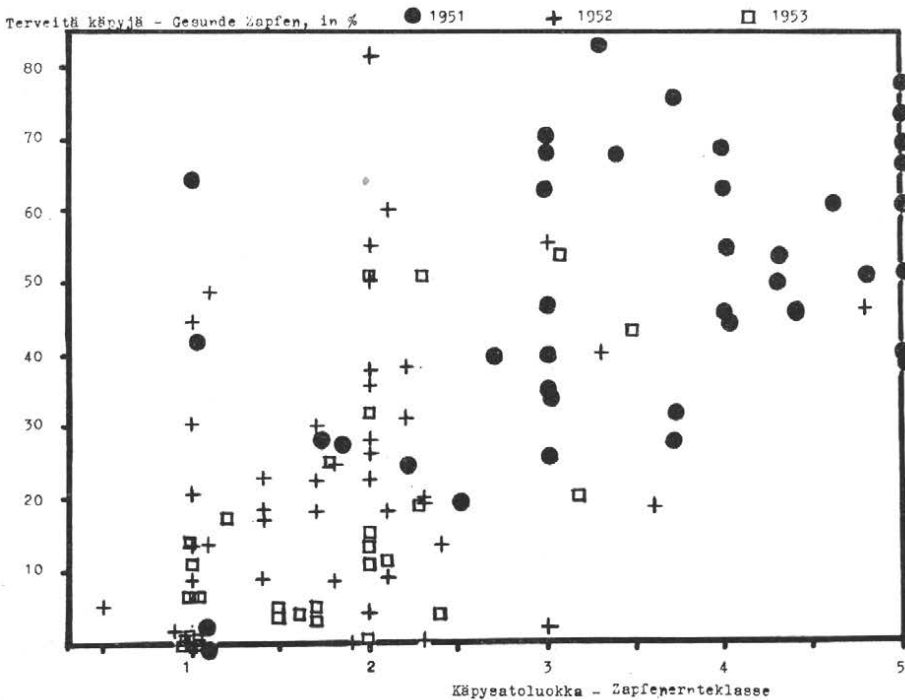
Vaikka keskinkertaista huonompien käpysatojen kävyt kaikkina tutkimusvuosina 1951—53 olivatkin pahasti vikaisia, on syytä kiinnittää huomiota siihen, että niistä silti yleensä 30—40 % voitiin pitää käyttökelpoisina. Siten siis näinä vuosina olisi monin paikoin tuhoihin nähden voitu kerätä käpyjä pienistäkin käpysadoista suhteellisen hyvin tuloksin. Pahempi keräyksen este oli itse käpysadon pienuus (vrt. s. 21) ja se, että pienen sadon siemenistä on suhteellisesti suuri osa tyhjiä kukkien heikon pölytyksen seurauksena (vrt. H e i k i n h e i m o 1948, s. 5).

Tuhojen esiintyminen keskinkertaiseksi arvioidussa käpysadossa osoitti, että näinä vuosina hyvän käpyvuoden jälkeistä vuotta 1952 lukuunottamatta käpyjen keruuta keskinkertaiseksi arvioidusta sadosta olisi voitu suorittaa miltei yhtä hyvin edellytyksin kuin sitä paremmistakin sadoista. Keruun kannattavuuden tästäkin sadosta olisivat määränneet muut syyt kuin siementuhot.

Metsikön rakenteen vaikutus siementuhojen runsauteen

Siementuhojen runsaus eri metsätyyppellä edustavissa metsiköissä

Siementuhojen esiintymistä oli mahdollista tutkia kolmessa metsätyyppissä. Ne olivat *Vaccinium-* (VT), *Myrtillus-* (MT) ja *Oxalis-Myrtillus-* (OMT) tyypit. Näitä edustavia metsiköitä oli yhteensä 633. Aineistoon



Kuva 1. Terveiden käpyjen osuus eri käpysatoluokissa vv. 1951—53. Jokainen merkki edustaa yhden paikkakunnan (pitäjän) tavallisesti 10:stä metsiköstä kerättyä näytettä.

Bild 1. Der Anteil der gesunden Zapfen in den verschiedenen Zapfenernteklassen während der Jahre 1951—53. Jedes Zeichen entspricht einer Probe von einer Ortschaft (Kirchspiel), die gewöhnlich aus 10 Beständen eingesammelt ist.

sisältyi myös muunlaisia näytteitä, mutta niin vähän, että niitä ei voitu käyttää tässä hyväksi. Pelkästään Pohjois-Suomessa esiintyvät tyypit jäivät pois varsinkin siitä syystä, että niitä edustavia näytteitä saatiin miltei yksinomaan vv. 1951 ja 1952 eikä juuri laisinkaan 1953 ja koska siellä ei tutkimuskauteen sisällynyt huonojen käpyvuosien jälkeen seurannutta hyvää vuotta kuten Etelä-Suomessa. Jo näistä syistä pohjoissuomalaisissa tyypeissä esiintyneiden tuhojen vertailu edellä mainituissa, pääasiassa etelä- ja keskisuomalaisissa, tyypeissä esiintyneisiin ei olisi käynyt päinsä. Lisäksi vertailua olisi vaikeuttanut tuhonaiheuttajien erilainen esiintyminen Pohjois- ja Etelä-Suomessa yleensä (vrt. s. 36).

Kuten taulukosta 6 ilmenee, oli v. 1951 kaikissa kolmessa metsätyypissä terveitä käpyjä miltei yhtä paljon, OMT:ssä hieman enemmän kuin MT:ssä ja VT:ssä. Lievästi voittuneita käpyjä oli VT:n näytteissä selvästi vähemmän kuin OMT:n ja jonkin verran vähemmän kuin MT:n näytteissä. Lähinnä niistä johtui, että myös käyttökelpoisten käpyjen osuus oli VT:ssä pienin ja OMT:ssä suurin MT:n luvun asettuessa niiden väliin. Ankaria tuhoja

Taulukko 6. Siementuhojen runsaus eri metsätyyppejä edustavissa metsiköissä
 Tafel 6. Die Reichlichkeit der Samenschäden in Beständen von verschiedenem Waldtyp

Vuosi Jahr	Metsiköitä yht., kpl Bestände insg., in St.	Metsä- tyyppi Waldtyp	Metsiköitä, kpl Bestände, in St.	Tuholuokka — Schadenkl.					
				0	I	0 + I	II	III+IV	0—IV
				%					
1951	162	VT	47	49	15	64	9	27	100
		MT	102	49	21	70	9	21	100
		OMT	13	54	28	82	9	9	100
1952	284	VT	63	21	21	42	11	47	100
		MT	152	25	24	49	15	36	100
		OMT	69	21	25	46	14	40	100
1953	187	VT	14	16	18	34	20	46	100
		MT	124	16	21	37	17	46	100
		OMT	49	14	24	38	19	43	100
1951— 1953	633	VT	124	29	18	47	13	40	100
		MT	378	30	22	52	14	34	100
		OMT	131	30	26	56	14	30	100

esiintyi OMT:n kävyissä suhteellisesti paljon vähemmän kuin VT:n ja MT:n kävyissä.

V. 1952 oli tilanne sikäli samanlainen, että VT:n kävyissä nytkin oli vähemmän käyttökelpoisia ja enemmän pahasti vioittuneita kuin muiden tyyppien kävyissä. MT:n kävyt olivat vähän terveempiä kuin OMT:n, mutta käytännössä erolla ei ollut merkitystä. Kaikissa tyypeissä terveiden käpyjen osuus edellisestä vuodesta oli vähentynyt tuntuvasti, VT:ssä ja OMT:ssä enemmän kuin puolella ja MT:ssä miltei puoleen. Lievästi vikaisten osuus kasvoi nyt samoin kuin edellisenäkin vuonna kuivasta VT:stä MT:n kautta OMT:iin päin, vaikka erot nyt olivat pienemmät.

V. 1953 oli tilanne vieläkin tasaisempi. Terveitä käpyjä oli kaikissa tyypeissä vielä hieman vähemmän kuin 1952 eikä eri tyyppien välillä ollut eroa kahta sadannesta. Lievissä tuhoissa erot olivat suurimmat; niitä oli nyt kuten kahtena edellisenäkin vuonna vähiten VT:n ja eniten OMT:n kävyissä. Niiden ansiosta käyttökelpoisten käpyjen osuudet vaihtelivat samalla tavalla. Pahasti vikaisten käpyjen osuus oli VT:ssä ja MT:ssä vähän suurempi kuin OMT:ssä.

Yhteenvedona voidaan todeta, että VT:n, MT:n ja OMT:n metsiköiden käpyjen vikaisuudessa ei havaittu merkittäviä eroja. Terveiden käpyjen osuus oli v. 1951 suurin OMT:n, 1952 MT:n ja 1953 VT:n ja MT:n näytteissä, joten minkäänlaista säännönmukaisuutta ei esiintynyt. Sen sijaan lieviä tuhoja oli jokaisena kolmena tutkimusvuonna vähiten VT:n ja eniten OMT:n näytteissä MT:n asettuessa niiden väliin. Pahasti vioittuneita käpyjä oli koko ajan eniten VT:n näytteissä. Näyttää siis siltä, että tuhot ovat esiin-

tyneet lievimpinä OMT:ssä ja ankarimpina VT:ssä, vaikka siinäkin suhteessa erot olivat pieniä vuotta 1951 ehkä lukuunottamatta. Kangas (1940, s. 23) ei v:n 1937 kuusen käpysatoa koskeneissa tutkimuksissaan havainnut metsätyyppin ja käpytuhojen välillä riippuvuussuhdetta.

Käyttökelpoisten käpyjen osuuden lisääntyminen kuivista (VT) tuoreisiin (MT, OMT) metsätyyppeihin päin samoin kuin ankarien tuhojen väheneminen olisi ymmärrettävissä ja sen puolesta puhuvat monet tekijät. Kuten Heikinheimo (1932, s. 40) on pannut merkille, »yksityisten puiden siemensatoja tutkittaessa on käynyt selville, että karujen kasvupaikkojen puut ovat yleensä vähemmän satoisia kuin parempien». Saman seikan on Sarvas (1949, ss. 24—27) myöhemmin vahvistanut mäntyä koskeneissa tutkimuksissaan. Käpysadon kasvaessa taas tuhojen suhteellinen osuus pienenee (ks. s. 23).

Ainakin nyt olivat OMT:n näytemetsiköt sekä suhteellisesti että tietysti myös absoluuttisesti tiheämpiä kuin VT:n metsiköt. OMT:n metsiköiden tiheys vv. 1951—53 oli keskim. 7.5 ja VT:n 6.8 ja suunta kaikkina kolmena vuonna sama. Kuten s. 29 ilmenee, tiheyden lisääntyminen on omiaan vähentämään tuhoja.

OMT:n näytemetsiköissä oli myös jokaisena kolmena tutkimusvuonna kuusisadannes suurempi kuin VT:n metsiköissä, edellisissä keskim. 64.9 ja jälkimmäisissä 55.6, ja kuusisadannoksen suuretessa siementuhojen suhteellisella osuudella näyttää olevan taipumus vähentyä (ks. s. 28).

Vaikka kunkin mainitun tekijän vaikutus erikseen ja yhdessäkin olisi vähäinen, puhuvat ne joka tapauksessa sen puolesta, että siementuhot hyvien metsätyyppien kuusikoissa saattavat olla suhteellisesti jonkin verran pienemmät kuin karujen tyyppien kuusikoissa samoilla seuduilla.

Siementuhojen määrän riippuvuus kuusen esiintymisrunsaudesta metsikössä

Metsikön kuusisuuden vaikutusta siementuhojen runsauteen tutkittiin 730:stä metsiköstä kerättyjen käpynäytteiden perusteella. Näytteiden jakautuminen eri tutkimusvuosien ja erilaiset määrät kuusta sisältävien metsiköiden kesken ilmenee taulukosta 7.

V. 1951 oli terveiden käpyjen osuus selvästi sitä suurempi, mitä kuusivaltaisempia metsiköt olivat. Lähinnä terveiden käpyjen määrän vaihteluista oli seurauksena, että myös käyttökelpoisten käpyjen jakautumisessa ilmeni sama suuntaus, sillä lievästi vioittuneiden osuudet eivät muuttuneet yhtä säännöllisesti. Niiden metsiköiden ryhmässä, missä kuusisadannes oli enintään 10, olivat kävyt huomattavasti pahemmin vioittuneita kuin runsaammin kuusta sisältävien metsiköiden ryhmissä. Ryhmien 41—70 ja 71—100 % välillä ei ollut suurta eroa.

Taulukko 7. Siementuhojen määrän riippuvuus kuusen esiintymisrunsaudesta metsikössä

Tafel 7. Das Abhängigkeitsverhältnis von Umfang der Samenschäden und Reichlichkeit des Vorkommens der Fichte in einem Waldbestand

Vuosi Jahr	Metsiköitä yht., kpl Bestände insg., in St.	Kuusi-% Fichten-%	Metsiköitä, kpl Bestände, in St.	Tuholuokka — Schadenkl.					
				0	I	0 + I	II	III+IV	0—IV
%									
1951	202	1—10	16	23	17	40	16	44	100
		11—40	33	39	20	59	9	32	100
		41—70	90	47	23	70	10	20	100
		71—100	63	53	17	70	8	22	100
1952	354	1—10	25	23	20	43	18	39	100
		11—40	70	29	22	51	10	39	100
		41—70	123	27	23	50	14	36	100
		71—100	136	25	25	50	13	37	100
1953	174	1—10	10	14	17	31	10	59	100
		11—40	12	21	15	36	20	44	100
		41—70	77	18	18	36	16	48	100
		71—100	75	15	26	41	17	42	100
1951— 1953	730	1—10	51	20	18	38	15	47	100
		11—40	115	30	19	49	13	38	100
		41—70	290	31	21	52	13	35	100
		71—100	274	31	23	54	13	33	100

V. 1952 olivat erot eri metsikköryhmien välillä epäselvemmat, mikäli niistä yleensä voi puhuakaan. Vähiten kuusta sisältävissä metsiköissä olivat kävyt nytkin hieman pahemmin vioittuneita kuin muissa, mutta ero oli paljon pienempi kuin edellisellä vuonna. Kun kuusisadannes nousi yli 10, ei eri metsikköryhmien välillä enää voitu todeta minkäänlaisia eroja enempää käyttökelpoisten kuin pahasti vioittuneidenkaan käpyosuuksien välillä. Siten suhteellisesti suurin käpysadon laadun huonontuminen edellisestä vuodesta oli tapahtunut puhtaissa kuusikoissa ja runsaasti kuusta sisältävissä sekametsiköissä. Jos kuusisadannes oli 1—10, ei huonontumista ollut laisinkaan havaittavissa.

Myös v. 1953 olivat 1—10 % kuusta sisältävien metsiköiden kävyt pahimmin vioittuneita, vaikka nytkään varsinkaan terveiden ja käyttökelpoisten käpyjen osuudet eivät paljon poikenneet muiden metsikköryhmien vastaavista osuuksista. Kaikissa ryhmissä niin terveiden kuin käyttökelpoisten käpyjen osuus pieneni vielä vuodesta 1952.

Yhteenvedon voidaan siis todeta, että kun kuusisadannes oli vain 1—10, olivat kävyt kaikkina kolmena tutkimusvuonna, huolimatta käpysadon suuruuden vaihteluista ja muista ehkä muuttuneista asiaan vaikuttaneista syistä, pahemmin vioittuneita kuin jos sadannes oli suurempi. Tulokset tukevat siis K a n k a a n (1940, ss. 22—23) havaintoa vuodelta 1937,

jonka mukaan ». . . sekametsiköissä ei käpysato ole ainakaan ollut terveempää kuin puhtaissa kuusi- ja kuusivaltaisissa metsiköissä . . . pikemmin päinvastoin». Kuusisadanneksen vaikutus oli nyt suoritetuissa tutkimuksissa paljon selvempi huonojen käpyvuosien jälkeen seuranneena hyvänä vuonna kuin hyvän vuoden jälkeisinä huoina vuosina.

Metsikön kuusisuus vaikuttaa siementen kelpoisuuteen myös siten, että sadanneksen ollessa pieni on tyhjien siementen määrä suuri ja päinvastoin (vrt. mm. H e i k i n h e i m o 1948, s. 5). Taulukossa 8 esitetään muutamia tämän tutkimuksen yhteydessä tehtyjä havaintoja tyhjien siementen määrästä erilaisista kuusikoista kerätyissä siemennäytteissä. Jokaisesta siemen-erästä tutkittiin 200 umpimähkään otettua siementä.

Siementuhojen runsaus tiheydeltään erilaisissa metsiköissä

Metsikön tiheyden vaikutusta siementuhojen runsauteen tutkittiin 706:stä metsiköstä kerätyn aineiston perusteella. Aineiston jakautuminen eri tutkimusvuosien ja tiheysluokkien kesken ilmenee taulukosta 9. Tiheysluokat ryhmiteltiin I l v e s s a l o n (1951, s. 23) mukaan. Luokkia 0.1—0.2 edustavia näytteitä sisältyi aineistoon hyvin vähän.

V. 1951 oli terveitä käpyjä eniten tiheysluokkaryhmässä 0.6—0.7, samoin eniten lievästi vioittuneita ja luonnollisesti myös käyttökelpoisia käpyjä. Kun pahasti vioittuneita käpyjä oli vähiten, oli sadon laatu tässä ryhmässä paras. Vain vähän huonomman tuloksen antoi tiheysluokkaryhmä 0.8—1.0. Suhteellisesti vähemmän siementä antoivat ns. harveikkojen (tiheysluokat 0.3—0.5) kävyt, sillä niissä oli niin terveitä kuin lievästi vioittuneitakin vähiten ja pahasti vioittuneita verraten selvästi enemmän kuin tiheämpien metsiköiden kävyissä.

V. 1952 tiheysluokkaryhmä 0.6—0.7 erosi muista vielä enemmän edukseen, vaikka siinäkin tuhot edellisestä vuodesta olivat lisääntyneet huomattavasti. Samoin harveikat antoivat jälleen suhteellisesti vähemmän siementä kuin tiheysluokkien 0.8—1.0 metsiköt, vaikka ero nyt oli mitättömän pieni. Eniten tuhoja oli kuitenkin 0.1—0.2 luokkien kävyissä.

V. 1953 saatiin suhteellisesti suurin siemenmäärä luokkien 0.1—0.2 metsiköistä ja lähinnä suurin 0.8—1.0 metsiköistä. Harveikkojen kävyt olivat kaikkein huonoimmassa kunnossa. Aikaisempina vuosina parhaimmaksi osoittautuneet tiheysluokat 0.6—0.7 antoivat nyt verraten selvästi huonomman tuloksen kuin niitä tiheämmät metsiköt.

Yhteenvedon voitaneen todeta, että eräistä vaihteluista huolimatta näyttää käyttökelpoisen siemenen saanti sitä varmemmalta, mitä tiheempiä metsiköt ovat. Kun tiheys saavutti asteen 0.6, pysähtyi sadon laadun suhteellinen paraneminen, mutta tiheämmissä metsiköissä siemenmäärä kuitenkin suurenee käpyjä tuottavien puiden luvun kasvaessa.

Taulukko 8. Tyhjien siementen osuus eräissä kuusen siemennäytteissä
Tafel 8. Der Anteil der leeren Samen in einigen Samenproben von der Fichte

Paikkakunta Probenfundort	Metsikön tiheys Bestanddichte	Kuusi % Fichten-%	Käpysato-lk. Zapfenerntecl.	Tyhjiä siemeniä, % Leere Samen, in %
Kinnula	0.6	20	5	53
»	0.6	30	5	54
»	0.6	70	5	47
»	0.7	70	5	41
Kiuruvesi	0.8	50	4	45
»	0.8	80	3	17
»	0.9	90	2	11
»	0.8	100	4	32
Kuru	0.9	20	3	58
»	1.0	95	3	19
Parkano	0.6	10	3	49
»	0.8	20	3	72
»	0.6	50	2	51
»	0.9	80	2	67
Vilppula	0.7	70	3	13
»	0.8	70	3	11
»	0.7	80	2	18

Taulukko 9. Siementuhojien runsaus tiheydeltään erilaisissa metsiköissä
Tafel 9. Die Reichlichkeit der Samenschäden in Beständen von verschiedener Dichte

Vuosi Jahr	Metsiköitä yht., kpl Bestände insg., in St.	Metsikön tiheys Bestand- dichte	Metsiköitä, kpl Bestände, in St.	Tuholuokka — Schadenkl.					
				0	I	0 + I	II	III+IV	0—IV
				%					
1951	199	0.1—0.2	1	—	—	—	—	—	—
		0.3—0.5	35	40	19	59	9	32	100
		0.6—0.7	83	47	22	69	10	21	100
		0.8—1.0	80	46	20	66	11	23	100
1952	320	0.1—0.2	14	11	10	21	9	70	100
		0.3—0.5	37	20	22	42	15	43	100
		0.6—0.7	149	28	24	52	14	34	100
		0.8—1.0	120	22	24	46	12	42	100
1953	187	0.1—0.2	5	22	30	52	22	26	100
		0.3—0.5	20	5	18	23	16	61	100
		0.6—0.7	69	15	18	33	16	51	100
		0.8—1.0	93	21	23	44	18	38	100
1951— 1953	706	0.1—0.2	20	17	20	37	15	48	100
		0.3—0.5	92	22	20	42	13	45	100
		0.6—0.7	301	30	21	51	13	36	100
		0.8—1.0	293	30	22	52	14	34	100

Harveikoissa siementuhot olivat jokaisena tutkimusvuonna suuremmat kuin niitä tiheämissä metsiköissä. Yhtenä syynä lienee se, että ainakin muutamat hyönteistuholaiset näyttävät parhaiten viihtyvän verraten valoisissa metsiköissä ja metsikön osissa (vrt. Kangas ja Leskinen 1943, s. 20; Rummukainen 1955).

Tiheysluokkien 0.1—0.2 puiden käpyjen vikaisuudesta ei aineiston vähäisyyden vuoksi ole mahdollista tehdä varmoilta tuntuvia päätelmiä. Ehkä kuitenkin voidaan kiinnittää huomiota tuhojen erilaiseen esiintymiseen eri vuosina; 1952 näistä metsiköistä saadut kävyt olivat laadultaan kaikkein huonoimpia, mutta 1953 parhaita. Varsinkin 1953 saatiin miltei kaikki näiden tiheysluokkien näytteet yksittäisistä puista pihamailta ja peltojen keskeltä, rannoilta yms. paikoilta. Tällaisilta aivan aukeilta paikoilta saadut kävyt ovat ennenkin osoittautuneet jonkin verran terveemmiksi kuin vähän tiheämmistä mutta kuitenkin valoisista metsiköistä saadut (vrt. *K a n g a s* 1940, s. 23; *R u m m u k a i n e n* 1955). Ilmiöllä ei liene käytännöllistä merkitystä, koska yksittäisten puiden siemensato on joka tapauksessa vähäinen. Lisäksi siemenistä on kukkien huonosta pölyttymisestä johtuen tavallista suurempi osa tyhjiä (vrt. *H e i k i n h e i m o* 1948, s. 5).

Siementuhojen runsaus iältään erilaisissa metsiköissä

Metsikön iän merkitystä siementuhojen esiintymiseen tutkittiin 721:stä metsiköstä kerätyn näytteen pohjalla. Näytteet jakautuivat eri tutkimusvuosien ja iältään erilaisten metsiköiden kesken taulukossa 10 esitetyllä tavalla. Yli 100 v. vanhoista puista saatiin näytteitä vain vv. 1951 ja 1952.

V. 1951 oli terveitä käpyjä eniten 51—100 v:n ikäisten metsiköiden näytteissä (ks. taulukko 10), jonkin verran vähemmän alle 50-vuotisten ja paljon vähemmän yli 100-vuotisten puiden kävyissä. Lievien tuhojen runsaus vaihteli samalla tavalla, joten myös käyttökelpoisten käpyjen osuus oli suurin 51—100-vuotisten puiden kävyissä. Ankarien tuhojen osuus vaihteli päinvastaisella tavalla, joten se siis oli suurin yli 100-vuotisten ja pienin 51—100-vuotisten puiden kävyissä.

Vanhoista puista saatujen käpyjen vikaisuuteen kiinnitti myös *K a n g a s* (1940, s. 23) huomiota v:n 1937 sadon laatua tutkiessaan. Tämän tutkimuksen yhteydessä saatu samansuuntainen tulos on kuitenkin selitettävissä siten, että yli 100 v:n ikäisistä puista saatiin näytteitä vain Pohjois-Suomesta. V. 1951 oli siellä huono käpyvuosi sitä edeltäneen suhteellisen hyvän vuoden jälkeen (vrt. taulukko 3) ja tuhot sen seurauksena runsaat, kun taas muualla maassa tällöin oli hyvä käpyvuosi monien huonojen jälkeen ja tuhoja siitä syystä vähän. Toisaalta on myös niin, että vanhoihin kuusikoihin tuholaiskanta vuosikymmenien varrella on ehtinyt lopullisesti kotiutua tehden runsaat tuhot siten ymmärrettäväksi.

V. 1952 oli terveitä käpyjä eniten yli 100-vuotisista puista saaduissa ja vähiten alle 50-vuotisista puista saaduissa näytteissä. Lievästi voittuneiden käpyjen osuudet vaihtelivat ahtaissa rajoissa epäsäännöllisesti. Käyttökelpoisia käpyjä oli kaikissa 50 vuotta vanhemmissa ikäluokissa suunnilleen

yhtä runsaasti, sitä nuoremmista puissa vähän vähemmän. Pahasti vioittuneita oli hieman enemmän nuorimmissa kuusissa kuin niitä lähinnä vanhemmissa (51—75 v.) puissa, vähiten 76—100-vuotuisissa, mutta erot olivat pienet.

Taulukko 10. Siementuhojen runsaus iältään erilaisissa metsiköissä

Tafel 10. Die Reichlichkeit der Samenschäden in Beständen von verschiedenem Alter

Vuosi Jahr	Metsiköitä yht., kpl Bestände ins., in St.	Puiden ikä, v. Alter d. Baume J.	Metsiköitä, kpl Bestände, in St.	Tuholuokka — Schadenklasse					
				0	I	0 + I	II	III+IV	0-IV
				%					
1951	205	— 50	38	41	16	57	9	34	100
		51— 75	76	53	23	76	9	15	100
		76—100	57	51	25	76	9	15	100
		100—	34	22	12	34	15	51	100
1952	321	— 50	94	21	23	44	13	43	100
		51— 75	136	28	22	50	14	36	100
		76—100	68	28	25	53	13	34	100
		100—	23	31	21	52	9	39	100
1953	195	— 50	62	22	21	43	15	42	100
		51— 75	105	14	20	34	17	49	100
		76—100	28	19	26	45	20	35	100
		100—	—	—	—	—	—	—	—
1951— 1953	721	— 50	194	28	20	48	12	40	100
		51— 75	317	32	21	53	14	33	100
		76—100	153	33	25	58	14	28	100
		100—	57	26	17	43	12	45	100

V. 1953 kaikki käpynäytteet oli, kuten edellä jo mainittiin, saatu 100 vuotta nuoremmista metsiköistä. Terveiden käpyjen osuus oli nyt suurin alle 50-vuotuisista puista kerätyissä näytteissä ja lähes yhtä suuri 76—100-vuotuisista puista kerätyissä. Lievästi vioittuneita käpyjä oli taas eniten viimeksimainituissa puissa, ja niiden ansiosta myös käyttökelpoisia käpyjä saatiin tämän ryhmän puista hieman enemmän kuin 50 vuotta nuoremmista. Myös pajojen tuhojen osuus oli 76—100-vuotisten puiden kävyissä pienempi kuin alle 50-vuotisten puiden kävyissä. 51—75-vuotisten puiden kävyt olivat tämän vuoden näytteissä laadultaan heikoimmat.

Yhteenvetona voitaneen todeta, että näiden tutkimusten mukaan puiden iällä ei näytä olevan ainakaan suurta vaikutusta tuhojen esiintymiseen. Eroavuudet eri ikäluokkaryhmien välillä olivat kaikissa tuholuokissa muutamaa poikkeusta lukuunottamatta niin pieniä, että niillä ei ole käytännöllistä merkitystä. Pantakoon kuitenkin merkille, että pienistä eroista huolimatta jokaisena kolmena tutkimusvuonna 76—100-vuotuisissa puissa oli vähiten ankaria tuhoja, eniten lievästi vioittuneita ja käyttökelpoisia käpyjä ja aina myös terveitä käpyjä melkein yhtä suuri osuus kuin terveim-

mässä ryhmässä. Siten tämän ikäiset puut antoivat suhteellisesti terveintä siementä. 50 vuotta nuorempien puiden sadon laatu oli kahtena vuonna kolmesta verraten selvästi heikoin, jos jätämme ottamatta huomioon yli 100-vuotiset kuuset. Nuorien puiden suhteellisen runsas vikaisuus selittynee ainakin osaksi siten, että niissä käpyjen määrä on ollut vielä verraten pieni. Pieni käpysato taas on osoittautunut (vrt. s. 22) yleensä pahasti vikaiseksi.

Metsikön eri ominaisuuksien vaikutuksen vertailua

Tutkittaessa metsätyypin, metsikön tiheyden, kuusisuuden ja puiden iän vaikutusta siementuhojen runsauteen selvisi pääpiirteissään, minkälainen kunkin ominaisuuden teho erikseen näyttää olevan. Olisi kiintoisaa saada tietää myös näiden ominaisuuksien keskinäinen arvojärjestys. Tätä järjestystä ei aikaisemmin esitetyn perusteella vielä voi varmuudella todeta.

Metsikön ominaisuuksien vaikutusta selvitellessä ilmeni mm. se seikka, minkä ominaisuuden osan vallitessa sato oli suhteellisesti huonointa laadultaan (ks. taulukot 6, 7, 9 ja 10). Esim. eri-ikäisistä puista puheenollen tuhoja esiintyi eniten 50 vuotta nuorempien puiden kävyissä, koska yli 100-vuotisista puista saatu näyteaineisto oli pieni ja muutenkin sopimaton verrattavaksi muun ikäisistä puista saatuihin käpyihin.

Kolmesta tutkitusta metsätyypistä esiintyi tuhoja eniten VT:ssä.

Kun kuusisadannes metsikössä oli 1—10, esiintyi tuhoja enemmän kuusen osuuden ollessa suurempi.

Tiheydeltään erilaisista metsistä esiintyi eniten tuhoja niissä, jotka kuuluivat tiheysluokkiin 0.3—0.5. Tiheysluokat 0.1—0.2 jäivät nyt suoritettun tarkastelun ulkopuolelle aineiston vähäisyyden vuoksi.

Ominaisuuksien keskinäisessä vertailussa tarkasteltiin niiden vaikutusta käyttökelpoisten käpyjen (tuholuokat 0 + I) määrään seuraavaan tapaan.

Esim. iän vaikutusta tutkittiin seuraavasti. Käyttökelpoisten käpyjen osuus 50 vuotta nuoremmista puissa oli v. 1951 57.0 %. Tämä luku merkittiin suhdeluvulla 100. Silloin vastasi 51—75-vuotisten puiden käyttökelpoisten käpyjen osuutta 75.7 % suhdeluku 133. Kun 76—100-vuotisten puiden kohdalla vastaava osuus oli 75.9 %, oli myös sen suhdeluku 133.

Tämän jälkeen annettiin v:n 1952 alle 50-vuotisten puiden käyttökelpoisten käpyjen osuudelle 44.5 % suhdeluku 100. 51—75-vuotisista puista saatujen käpyjen osuudelle tuli tällöin suhdeluku 112 ja 76—100-vuotisista puista saatujen käpyjen osuudelle 119.

Lopuksi merkittiin v. 1953 alle 50-vuotisista puista saatujen käyttökelpoisten käpyjen osuus 43.1 % suhdeluvulla 100. 51—75-vuotisista puista saatujen käpyjen suhdeluvuksi tuli 78 ja 76—100-vuotisista puista saatujen 105.

Nyt laskettiin kaikkien näin saatujen suhdelukujen (133, 133, 112, 119, 78, 105) keskiarvo, joksi saatiin 113. Tämä keskiarvo on tunnus, joka osoittaa, kuinka paljon siemensadon laatu kolmena tutkimusvuonna keskimäärin parani

siirryttäessä alle 50-vuotisista puista vanhempiin, aina 100-vuotisiin puihin päin. Jos parantuminen olisi ollut voimakkaampaa, olisi tunnusluku ollut suurempi, ja jos paraneminen olisi ollut vähäisempää, olisi luku ollut lähempänä sataa. Mikäli puiden iän muutokset eivät olisi vaikuttaneet käyttökelpoisten siementen suhteelliseen määrään laisinkaan, olisi luku ollut 100.

Kun metsikön muidenkin ominaisuuksien vaikutukselle oli samalla tavalla laskettu tunnusluvut, todettiin ne seuraaviksi:

kuusi-%	136
tiheys	132
metsätyyppi	114
ikä	113

Näiden lukujen mukaan siis kuusisadanneksen muutoksilla oli suurin vaikutus käyttökelpoisten siementen suhteelliseen määrään, vähän pienempi tiheyden ja huomattavasti pienempi metsätyyppin ja iän muutoksilla.

Kun tunnusluku lasketaan erikseen jokaiselle vuodelle, kuten edellä tehtiin, saadaan seuraava yhdistelmä:

	1951	1952	1953
kuusi-%	165	119	121
tiheys	113	114	168
metsätyyppi ..	118	114	111
ikä	133	115	91

Metsikön eri ominaisuuksien vaikutus ilmeni siis, tiheyden vaikutusta lukuunottamatta, selvimpänä huonoja käpyvuosia seuranneena hyvänä vuonna 1951.

Esitettyihin tunnuslukuihin on syytä suhtautua tietyllä varovaisuudella. Niiden merkitystä vähentää mm. se, että vain kuusisadanneksen kohdalla oli mahdollista ottaa mukaan kaikki ominaisuuden vaihteluluokat, siis sekä tehokkaimmin että heikoimmin siemensatoon vaikuttavat. Sekä tiheys- että ikäluokista jäi osa pois ja metsätyypeistä joukko aineistossa niukasti edustettuna olleita, enimmäkseen karuja tyyppejä. Jos kaikkien ominaisuuksien kaikki vaihteluluokat olisivat olleet mukana, olisivat suhdeluvut saattaneet muodostua toisenlaisiksi. Voisihan olla, että esim. metsätyypeissä siemensatoa huonontava vaikutus ilmenisikin suurena vasta VT:n ja *Calluna*- (CT) tyyppien välillä. Tällöin CT:n luvut joutuisivat tunnuksen laskennan perusluvuiksi ja tunnusluvusta tulisi suurempi kuin 114, niin että metsätyyppin vaikutus osoittautuisi suuremmaksi kuin nyt. Toisaalta VT:ä karumpien tyyppien vaikutuksen tutkiminen kuusikoiden ollessa kysymyksessä ei ole kovin mielenkiintoista käytännön kannalta katsottuna, koska tällaisia kuusikoita lienee vähän. Samaa voidaan sanoa tiheysluokkien 0.1—0.2 metsiköistä.

Siemensatoa kohdanneiden tuhojen laatu

Tuhonaiheuttajat ja niiden keskinäinen runsaus

Taulukkoon 11 on koottu tiedot eri tuhonaiheuttajien keskinäisestä runsaudesta vv. 1951—53 sekä v. 1937, jotka viimeksimainitut tiedot ovat *K a n k a a n* (1940) tutkimuksesta.

Taulukko 11. Eri tuhonaiheuttajien runsaus vv. 1937, 1951—53.

(+) = vikaisia käpyjä 0.1—1.0 % (vv. 1951—53) tai tuhonaiheuttaja ilmoitettu harvinaiseksi (v. 1937)

Tafel 11. Die Reichlichkeit verschiedener Schädlinge in den Jahren 1937, 1951—53
(+) = beschädigte Zapfen 0.1—1.0 % (1951—53) oder der Schädling als selten bezeichnet (1937)

Tuhonaiheuttaja <i>Schädling</i>	Vikaisia käpyjä koko käpymäärästä, % <i>Beschädigte Zapfen in d. gesamten Zapfenmenge, in %</i>			
	1937	1951	1952	1953
<i>Laspeyresia strobilella</i>	29 ¹⁾	22	47	64
<i>Dioryctria abietella</i>	35 ²⁾	13	33	30
<i>Pegohylemyia anthracina</i>	—	12	11	8
<i>Eupithecia</i> spp.	+	+	3	3
<i>Plemeliella abietina</i>	+	+	+	+
<i>Kaltenbachiella strobi</i>	+	36	63	70
<i>Pucciniastrum padi</i>	2 ³⁾	2	+	+
<i>Chrysomya pirolae</i>	2 ⁴⁾	4	+	+
Kehittymättömiä käpyjä — <i>Unentwickelte Zapfen</i>	—	+	2	+
Syy tuntematon — <i>Ursache unbekannt</i>	—	+	+	+

Taulukon 11 luvuista ilmenee, että kaikkina mainittuina vuosina esiintyi kävyissä vain muutamia todella merkittäviä käpyjen voittajia. Näistäkään *Kaltenbachiella strobi* ei välittömästi aiheuta siementen menetyksiä (ks. s. 52).

Eri tuhonaiheuttajien yleisyysjärjestys säilyi vv. 1951—53 koko ajan samanlaisena. Verrattaessa näiden vuosien lukuja v:n 1937 lukuihin on havaittavissa eräitä jopa varsin huomattavia eroavuuksia.

Suurin runsausero on *Kaltenbachiella strobini* esiintymisessä. Kun se v. 1937 oli »suhteellisen harvinainen» (*K a n g a s* 1940, s. 18), oli se vv. 1951—53 käpyjen yleisin voittaja.

¹⁾ *K a n k a a n* julkaisussa esiintyy luku 29.5. Yhtäläisyyden vuoksi desimaalit on muunnettu kokonaisluvuiksi. — *In der Arbeit von K a n g a s anstelle dieser die Zahl 29.5. Der Gleichartigkeit halber sind die Dezimalzahlen in ganze Zahlen umgewandelt.*

²⁾ *K a n k a a n* julkaisussa luku 34.7. — *In der Arbeit von K a n g a s steht 34.7.*

³⁾ » » » 1.7.

⁴⁾ » » » 1.6.

V. 1937 oli *Dioryctria abietellan* vioittamia käpyjä jonkin verran runsaammin kuin *Laspeyresia strobilellan* vioittamia, kun sen sijaan jokaisena kolmena vuonna 1951—53 viimeksimainittu oli selvästi yleisempi. Myös muissa maissa on tehty joukko havaintoja näiden hyönteisten keskinäisestä runsaussuhteesta.

Joitakin näistä (esim. R a t z e b u r g 1844, taulu II; W a h l g r e n 1893), joiden mukaan *Laspeyresia* olisi yleisin käpytuholainen ja siis myös *Dioryctriaa* yleisempi, ei voida pitää täysin luotettavina, koska ko. havaintojen tekijät eivät ole vielä tienneet *Dioryctriaa* käpytuhojen aiheuttajaksi. Esim. Ruotsissa tämä todettiin tuholaiseksi vasta v. 1914 (vrt. T r ä g ä r d h 1914, s. 47). Niiden havaintojen mukaan, joissa molemmat lajit ovat olleet vertailtavina, on *Laspeyresia* yleensä ollut yleisempi (vrt. R a e s f e l d t 1889, s. 268; K e l l e r 1905, ss. 50—51; S c h ø y e n 1914, ss. 219—220; T r ä g ä r d h 1924, ss. 272, 293—294; E i d e 1927; R a m b e r g 1934, s. 107; U r s i n 1943; B a k k e 1955, s. 160). Siitä huolimatta *Dioryctriaa* on saatettu pitää pahempana tuholaisena (U r s i n 1943).

Suurelta näyttää toisaalta v:n 1937 ja toisaalta 1951—53 lukujen välinen ero *Pegohylemyia anthracinan* kohdalla. Se on kuitenkin vain näennäinen ja johtuu erilaisesta tutkimustavasta. Kun ko. hyönteinen poistuu kävystä jo aikasin kesällä (ks. s. 47), ei se ole tullut esille myöhäsyksyllä 1937 kerätyillä kävyillä suoritetuissa kasvatuskokeissa, mutta kyllä vv. 1951—53, jolloin tuhonaiheuttajat määritettiin tuhonjälkien perusteella. Myöhemmin (vrt. K a n g a s ja L e s k i n e n 1943) on selvitetty, että kärpästuhoja on esiintynyt myös v:n 1937 kävyissä.

Eräitä muitakin eroja tuholaisten esiintymisessä v. 1937 ja toisaalta vv. 1951—53 voitiin todeta, vaikka ne eivät ilmenekään taulukosta 11.

K a n k a a n (1940, s. 23) mukaan v. 1937 päätuholaiset esiintyivät koko maassa suunnilleen samoissa runsaussuhteissa eikä erityisiä pohjoisia tai eteläisiä lajeja ollut. Näin mm. *Dioryctria*, *Kaltenbachiella strobi* ja *Ernobius abietis*. Vv. 1951—53 sensijaan *Dioryctria* esiintyi paljon runsaslukuisempana maan etelä- kuin pohjoisosissa (ks. s. 44), samoin *Ernobius abietis* (ks. s. 15 ja R u m m u k a i n e n 1954 b). *Kaltenbachiella* taas oli paljon lukuisampi Pohjois-Suomesta saaduissa käpynäytteissä (ks. s. 51).

Täten siis *Dioryctria* ja *Ernobius* olivat ikäänkuin vetäytyneet etelään päin v:sta 1937. Tunnetusti pohjoinen laji *Kaltenbachiella* (vrt. m m. K i h l m a n 1890, s. 238; S a h l b e r g 1890, ss. 14—16; T r ä g ä r d h 1917, ss. 1180—1181), joka v. 1937 oli harvinainen, oli vv. 1951—53 erittäin yleinen. Myös *Laspeyresia*, jonka esiintymiseen erityisesti pohjoisilla leveyspiireillä edellä jo viitattiin, oli 1950-luvulla suhteellisesti runsaampi kuin v. 1937.

Kaikki nämä seikat näyttäisivät viittaavan ilmaston muutokseen siten, että v. 1937 on ollut edullista aikaa eteläisten ja epäedullista pohjoisten

lajien esiintymiselle verrattuna 1950-lukuun. Kuten tunnettua, tämän suuntainen muutos sääoloissa on tapahtunutkin (Keränen 1955, s. 25). Juuri v. 1937 on ollut erityisen lämmintä, jolloin monien metsähyönteisten poikkeuksellista esiintymistä pohjoisilla leveyspiireillä on pantu merkille (Kangas 1937 b). Nowotнын (1911, s. 1010) mukaan mm. *Dioryctria abietella* kuuluu niihin hyönteisiin, jotka yksittäistenkin lämpimien kesien aikana voivat ilmestyä seuduille, missä ne ennen ovat olleet tuntemattomia.

*

Vuosina 1951—53 puuttui siementuhojen aiheuttajien luettelosta kolme kuusen käpyjen tuholaista, jotka ovat meillä todetut. Nämä olivat *Laspeyresia illutana* H. S. (ks. mm. Kangas 1942 b; Lovász 1942 b; Saalas 1949, s. 531), *Ernobius abietis* F. (ks. mm. Saalas 1923, ss. 194—195; 1949, s. 241; Trägårdh 1924 b; Rieck ja Vité 1953; Rummuainen 1954 b) ja *Megastigmus strobilobius* Ratz. (ks. mm. Seitner 1916; Escherich 1938; Kangas 1945; Saalas 1949, s. 448).

Kävyosuomukääriäinen, *Laspeyresia illutana*, ja sen puuttuminen aineistosta tulee puheeksi toisessa yhteydessä (ks. s. 42). *Ernobius abietis*, käpykytry, joka mainitaan tämän tutkimuksen sivuilla 15 ja 61 on viime aikoina suoritetuissa tutkimuksissa (vrt. mm. Rieck ja Vité 1953; Rummuainen 1954 b) suurella varmuudella osoitettu pelkästään vanhojen käpyjen asukkaaksi ja siten merkityksettömäksi siemensadon kannalta. Siitä syystä se on nyt jätetty pois tuhonaiheuttajien luettelosta.

Kuusen siemenkiilukainen, *Megastigmus strobilobius*, aiheuttaa meillä Tahvosen (1931, s. 475) mukaan »huomattavan suuria» siemensadon menetyksiä kuusella. Tätä käsitystä eivät nyt suoritettut enempää kuin Kankaan (1940, s. 14) v. 1937 suorittamat selvitykset tue. Myös muualla käyvät käsitykset eri suuntiin. Seitner (1916, s. 309) totesi eräässä pienessä, 37:sta kävystä saadussa, siemennäytteessä n. 50 % siemenistä olleen tämän hyönteisen vioittamia. Gäblerin (1955, s. 437) mukaan samoissa keskieuropalaisissa olosuhteissa kiilukaisella on varsin vähäinen merkitys. Hän pitää Saksalle vieraassa puulajissa, *Pseudotsuga douglasi*issa, siementuhoa aiheuttavaa *M. spermotrophusta* huomattavasti tärkeämpänä.

Meilläkin näyttää eräiden toisien puulajien siemeniin kohdistuvilla kiilukaistuhooilla olevan suurempi merkitys kuin kuusen siemeniin kohdistuvilla. Kangas (1945; 1945 b) ilmoittaa *M. grönblomii*-kiilukaisen aiheuttaneen toisinaan käytännöllisesti katsoen koko *Abies sibirican* siemensadon tuhoutumisen. Myös 1950-luvulla Punkaharjulla ovat *Megastigmus*-tuhot tyystin estäneet *Abies sibirican* siemenen hankkimisen, mutta tavallisen kuusen kävyissä kiilukaisista ei siellä ole tavattu merkkiäkään.

Kuusenkäpykääriäinen, Laspeyresia strobilella L.

Kuten taulukosta 11 ilmeni, oli *Laspeyresia strobilella* v. 1951 yleisin kuusen kävyissä esiintyneistä siementuholaisista. Näytekäpyjen koko määrästä oli sen vioittamia kaikkiaan 22 %. Sen aikaansaamaa vioitusta todettiin kaikissa näytteissä, joskin tuhojen runsaus eri näytteissä vaihteli paljon.

Käpyjen vioittuminen oli laadultaan enimmäkseen lievää, sillä 68 % niistä kävyistä, joissa esiintyi vain kuusenkäpykääriäisen aikaansaamaa tuhoa, joutui tuholuokkaan I (ks. taulukko 12). Se oli aivan ilmeisesti seuraus siitä, että yhdessä kävyssä oli tavallisesti vain muutama harva toukka. Erään havaintosarjan mukaan, joka käsitti kaikkiaan 409 toukkaa, oli toukkien luku käpyä kohden seuraava:

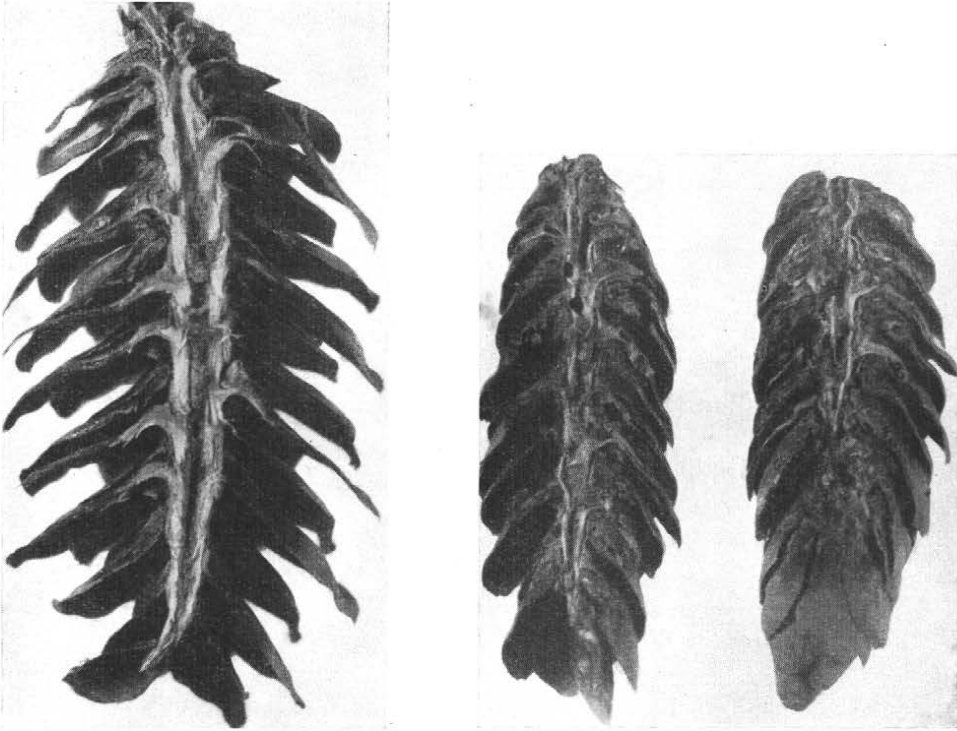
1 toukka, 83.4 %	<i>Laspeyresia</i> -kävyistä,
2 toukkaa, 11.2 »	» »
3 » 3.9 »	» »
4 » 1.2 »	» »
5 » 0.3 »	» »

Ratzeburgin (1840, s. 219) ja Trägårdhin (1914, s. 46) mukaan samassa kävyssä voi olla 6 toukkaa, Saalaksen (1949, s. 530) mukaan jopa yli 10. Bakke (1955, s. 161) ilmoittaa v. 1951 tutkimistaan pohjoisnorjalaisista kävyistä löytäneensä yleensä 4—5, mutta monista jopa 8—9 toukkaa.

Kuten taulukosta 13 (vrt. myös Rummukainen 1954, s. 11) ilmenee, *Laspeyresian* tuhoja esiintyi huomattavasti runsaammin maan pohjois- kuin keski- ja eteläosissa. Tämä saattoi osaksi johtua siitä (vrt. Rummukainen op. c.), että Pohjois-Suomessa oli edellisenä vuonna ollut verraten hyvä käpyvuosi, joka tarjosi hyönteiselle tilaisuuden lisääntyä voimakkaasti. Myös *Laspeyresiaa* ahdistelevien loishyönteisten vähäisempi esiintyminen pohjoisessa kuin etelässä lienee vaikuttanut asiaan (vrt. Trägårdh 1917, s. 1158; Lovász 1941, ss. 98, 102).

Taulukko 12. *Laspeyresia strobilellan* aiheuttamien tuhojen ankaruus kävyissä eri tutkimusvuosina. Kussakin kävyssä esiintyi vain a.o. hyönteisen aiheuttamaa tuhoa. *Tafel 12. Der Grad des durch Laspeyresia strobilella angerichteten Schadens an den Zapfen während der einzelnen Untersuchungsjahre. Bei allen diesen Zapfen kamen Schädigungen nur durch das genannte Insekt vor.*

Vuosi Jahr	Tuholuokka — Schadenkl.				Käpyjä, kpl Zapfen, in St.
	I	II	III	IV	
	kävyistä, % — Zapfen, in %				
1951	68	14	6	12	595
1952	54	17	10	19	1 083
1953	34	24	18	24	1 174
Keskim. — Durchschn.	52	18	11	19	—



Kuva 2. Vas. *Laspeyresia strobilellan* v. 1951 lievästi vioittama käpy. Oik. saman hyönteisen v. 1952 täydellisesti turmelema käpyjä. Molemmat näytteet Hyrynsalmelta.

Bild 2. Links: Durch *Laspeyresia strobilella* 1951 leicht beschädigter Zapfen. Rechts: Durch dasselbe Insekt 1952 vollständig zerstörte Zapfen. Beide Proben aus Hyrynsalmi.

Laspeyresian tuhoja oli v. 1951 yleensä vaikeaa, jopa täysin mahdotonta, erottaa käpyjä päällisin puolin silmävaraisesti tarkastelemalla. Kämpysato näytti siten todellista terveemmältä.

V. 1952 *Laspeyresian* merkitys käpytuholaisena oli paljon suurempi kuin v. 1951. Hyönteisen vioittamien käpyjen osuus suureni noin puolella edellisestä vuodesta ollen nyt 47 %. Siitä huolimatta vielä nytkin oli yksin sen vioittamista kävyistä yli puolet menettänyt siemeniä vain 1—25 % ja kuuluivat siis tuholuokkaan I (ks. taulukko 12). Muista tuholuokista oli varsinkin luokan IV osuus suurentunut, ja kun pahasti vikaisia (tuholuokat III + IV) v. 1951 oli hyönteisen yksinään vioittamista kävyistä vain 18 %, oli niitä nyt 29 %. Erittäin pahasti vioittuneita käpynäytteitä saatiin nyt tutkittavaksi aivan maan eteläisimmistä osista. Tänä vuonna *Laspeyresia* olikin myös maan etelä- ja keskiosissa paha tuholainen edelliseen vuoteen verrattuna. Yhdessä kävyssä oli yleisesti 4—5, jopa useampia toukkia. Lapakon lisäksi oli myös suomut ja siemenet usein syöty perusteellisesti (ks. kuva 2). Niinkuin taulukon 13 luvuista ilmenee, ei esiintymisessä

Taulukko 13. *Laspeyresia strobilellan* vioittamien käpyjen runsaus eri leveyspiireiltä saaduissa näytteissä

Tafel 13. Die Reichlichkeit der durch *Laspeyresia strobilella* beschädigten Zapfen in Proben aus verschiedenen Breitengraden

Leveyspiiri Breitengrad	Vikaisia käpyjä, % koko käpymäärästä Beschädigte Zapfen, in %		
	1951	1952	1953
60	22	58	45
61	15	48	58
62	19	45	64
63	16	31	86
64—68	35	52	89

eri leveyspiirien välillä nyt voitu todeta eroja (vrt. myös Rummukainen 1954 d, ss. 11—12).

V. 1953 *Laspeyresian* tuhot olivat vieläkin pahempia kuin v. 1952. Sekä vikaisten käpyjen osuus käpynäytteissä että tuhojen ankaruus kävyissä kasvoivat tuntuvasti edellisestä vuodesta. Pahasti vikaisten käpyjen osuus oli nyt *Laspeyresian* yksinään vioittamista kävyistä 42 %. Kun käpynäytteitä Pohjois-Suomesta saatiin vain muutamia kappaleita, ei kovin luotettavia vertailuja Pohjois- ja Etelä-Suomen tuhojen välillä voida tehdä. Kuitenkin *Laspeyresian* tuhojen määrä lisääntyi jo maan eteläosista Keski-Suomeen siirryttäessä ja suunta säilyi pohjoiseen päin samana.

Yhteenvetona voidaan siis *Laspeyresia strobilellan* esiintymistä koskevista tutkimuksista vv. 1951—53 todeta, että kahtena kolmesta tutkimusvuodesta hyönteisen vioittamia käpyjä esiintyi enemmän Pohjois-Suomen kuin Etelä- ja Keski-Suomen käpynäytteissä. Tämä tulos on siis yhtäpitävä Trägårdhin (1917) ja Lovászyn (1941) tekemien havaintojen kanssa. V. 1952 tilanne sitävastoin oli epämääräisempi. Se selittyy ainakin osaksi siten, että tällöin *Laspeyresian* viholliset eivät vielä olleet ehtineet lisääntyä niin suuressa määrin maan eteläosassa, että ne olisivat pystyneet rajoittamaan v. 1951 voimakkaasti kasvanutta tuholaiskantaa tavanomaisessa mitassa.

V. 1953 käpyvuosi oli koko maassa huono, samoin edellinen vuosi muutamaa harvaa paikkakuntaa lukuunottamatta oli antanut huonon sadon. Siten *Laspeyresia strobilellan* suhteellisesta esiintymisrunsaudesta maan eri osissa antanee tämä vuosi verraten hyvän kuvan. Sen mukaan tuhot pohjoisessa ovat yleisemmät kuin etelässä. Sekä v:n 1951 että 1952 antama kuva ei liene yhtä objektiivinen, koska näinä tai näiden edellisinä vuosina käpysato vaihteli huomattavasti maan eri osien välillä, mitkä vaihtelut puolestaan epäilemättä saivat aikaan tilapäisiä muutoksia *Laspeyresia*-kantoihin. V:n 1952 tuhokuva osoittaa, että tuhot maan eteläosissakin

saattavat juuri käpysadon vaihteluista riippuen olla pahoja, yhtä ankaria kuin pohjoisosissa, kuten ne usein ovat ankaria vielä Suomen eteläpuolellakin (vrt. R a t z e b u r g 1840; G e r i k e 1889; R a e s f e l d t 1889; K e l l e r 1905; U r s i n 1953).

Kun *Laspeyresian* tuhojen ankaruus kävyssä on riippuvainen toukkien luvusta ja toukkien määrä taas vaihtelee eri vuosina, on ymmärrettävää, että eri tutkijat ovat tuhojen merkitystä arvioidessaan päätyneet erilaisiin tuloksiin. Ilmeisesti esim. T a h v o s e n (1931, s. 474) käsityksen, jonka mukaan tämä hyönteinen on jotensakin vahingoton, esim. vahingottomampi kuin *Eupithecia*-lajit, ja toisaalta K a n k a a n (1940, s. 18) käsityksen, jonka mukaan lajin tuhoilla on huomattava merkitys siemensadon vähentäjänä, ei tarvitse olla ristiriidassa keskenään.

Tutkijoiden mielipiteet siitä, voidaanko *Laspeyresian* vioittamat kävyt erottaa terveistä käpyjä päällisin puolin tarkasteltaessa, käyvät eri suuntiin (vrt. R a t z e b u r g 1840, s. 219; G e r i k e 1889, ss. 325—326; W a h l g r e n 1893; T r ä g ä r d h 1914, ss. 46—47; E i d e 1925, s. 35; T a h v o n e n 1931, ss. 272—274; K a n g a s 1940, s. 16; 1949, s. 516; 1956, ss. 154—155; L o v á s z y 1941, s. 95; B a k k e 1955, s. 160). Ne, jotka ovat sitä mieltä, että vikaiset kävyt voidaan erottaa terveistä, mainitsevat vikaisten tuntomerkeiksi lähinnä käpyjen aukeamattomuuden siemeniä karistettaessa, pihkanvuodon, käpyjen kasvun hidastumisen, niiden taipuilemisen ja värinmenetyksen.

Nyt suoritettun tutkimuksen yhteydessä kiinnitettiin jonkin verran huomiota tähän kysymykseen. Kuten s. 39 jo mainittiin, v. 1951 ei vikaisia käpyjä yleensä voitu terveistä erottaa. Vv. 1952—53 tilanne kuitenkin oli toisenlainen. Kun kävyt tutkittiin usein vasta monta viikkoa keräämisen jälkeen, olivat ne siihen mennessä ennättäneet aueta, mikäli yleensä aukesivat. Joukossa oli kuitenkin myös aukeamattomia tai heikosti auenneita käpyjä, jotka saattoivat olla pelkästään *Laspeyresian* vioittamia. Näyttää siltä, että jos kävyssä on vain muutama toukka ja käpy siten lievästi vioittunut, aukeaminen tapahtuu käytännöllisesti katsoen normaalisti, mutta jos toukkia on useita ja käpy pahasti vahingoittunut, aukeaminen tapahtuu heikosti (ks. kuva 2). Tämän mukaan siis pahasti vikaiset, jonkin aikaa lämpimässä säilytetyt kävyt voitaisiin erottaa toisistaan. Sen sijaan juuri puusta otettujen tuoreiden käpyjen aukeamattomuutta ei tällä tavalla tietenkään voida vielä todeta enempää kuin lievästi vikaisten myöhemmin. Lisäksi on otettava huomioon, että aukeamattomuus voi olla seuraus muistakin, esim. *Dioryctria abietellan* ja *Kaltenbachiella strobis* aiheuttamista tuhoista.

Myös pihkanvuotoja aiheuttavat muut tuholaiset. Ne ovat esim. *Pegohylemyia anthracinan* vioittamien käpyjen varmimpia tuntomerkkejä. Pihkaa voi pursuta kävyn pinnalle myös ilman näkyvää syytä. Jos pihkan-

vuotojen perusteella *Laspeyresian* tuhot yleensä ovat erotettavissa, tarvitaan niiden toteamiseen joka tapauksessa erittäin harjaantunutta silmää.

Vaikka *Laspeyresian* voittamien käpyjen tavallista heikompaan kasvuun jotkut tutkijat ovat viitanneet, sekin, kuten jo R a t z e b u r g ja G e r i k e mainitsevat, ilmeisesti on epäsäännöllinen ilmiö. Lisäksi on otettava huomioon, että terveittenkin käpyjen pituus vaihtelee. Tuntuu siltä, että tätäkään ilmiötä ei voida pitää tunnuksena vikaisten käpyjen erottamisessa.

Kävyn taipuileminen on tyypillisempi ilmiö esim. *Pegohylemyia anthracinan* ja *Dioryctria abietellan* kuin *Laspeyresia strobilellan* voittamille kävyille. Ainakaan tämän tutkimuksen yhteydessä ei voitu erottaa sellaista taipuilemisen muotoa, joka olisi ollut ominaista viimeksimainituille.

Samaa voidaan sanoa myös kävyn värinmenetyksestä. Esim. *Dioryctria abietella* ja *Eupithecia* spp. saavat sitä aikaan.

Tämän tutkimuksen yhteydessä voitiin *Laspeyresian* voittamat kävyt toisinaan hyvinkin varmasti erottaa päällisin puolin tarkastelemalla samojen tuhonjälkien perusteella kuin käpyjä halkaistessakin. Jos kävyssä on useita toukkia, on niiden ravintoa etsiessään liikuttava jopa aivan kävyn pintaosissa, jolloin tyypilliset syömäjäljet saattavat näkyä päällepäin (ks. kuva 2) tai ainakin ne näkyvät jo käpyä lievästi taivuteltaessa. Varsinkin vuosina 1952—53 voitiin tällä tavalla todeta *Laspeyresian* voittamiksi huomattava osa kävyistä.

Aikaisemmin on todettu (K a n g a s 1942 b; L o v á s z y 1942 b) kuusen kävyissä voivan harvakeen esiintyä myös kävynsuomukääriäistä, *Laspeyresia illutana* H. S. Tämä kääriäinen syö käpysuomuja eikä sen pitäisi koskea siemeniin. Nyt suoritetuissa tutkimuksissa sen toukkia ei tavattu. Syynä saattoi kuitenkin olla se, että toukat menevät maahan talvehtimaan, joten ne eivät enää käpyjä myöhäsyksyllä kerätessä tulleet näytteiden mukaan. Kun *L. strobilella* varsinkin runsaana esiintyessään, kuten vv. 1952—53, saattaa voittaa käpysuomuja samaan tapaan aivan kävyn pintaa myöten, ei näitä lajeja ollut mahdollista erottaa syömäjälkien perusteella toisistaan. *L. illutanan* aiheuttamien tuhojen keskittyessä suomuihin ei sillä varmaankaan voinut olla vaikutusta nyt suoritetujen tutkimusten tuloksiin, joissa kiinnitettiin päähuomio siemenmenetyksiin.

Käpykoisa, Dioryctria abietella Schiff.

Laspeyresia strobilellan jälkeen yleisin siemeniä hävittävä hyönteinen koko tutkimuskauden ajan oli *Dioryctria abietella* (ks. taulukko 11).

V. 1951 se oli miltei ainoa hyönteistuholainen, joka sai kävyissä aikaan ankaria tuhoja (vrt. R u m m u k a i n e n 1952, s. 45). Tämä johtui siitä,

että hyönteisten toukat yleensä esiintyivät kävyissä yksittäin, ja *Dioryctria* toukka pystyy, päinvastoin kuin useimpien muiden tuholaisten toukat, yksinkin voittamaan käpyä pahasti. Siitä syystä sen aiheuttamia tuhoja oli tänä vuonna pidettävä *Laspeyresian* tuhoja pahempina harvalukuisemmasta esiintymisestä huolimatta (vrt. myös Ursin 1943, jossa päädytään samanlaiseen arviointiin).

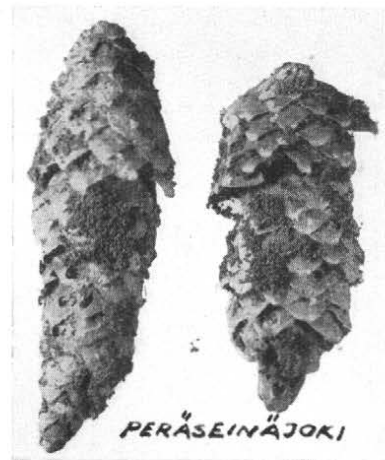
Dioryctria-toukan kyvystä tuhota käpy yksinäänkin seuraa, että sen aiheuttamat tuhot kävyssä yleensä ovat pahoja. Siinä ne eroavat huomattavasti *Laspeyresian* aiheuttamista. Kun v. 1951 joutui *Laspeyresian* yksinään voittamista kävyistä lievimpien tuhojen luokkaan (I) 68 %. (vrt. taulukko 12), joutui *Dioryctria* voittamista siihen vain 20 % (vrt. taulukko 14). Toisaalta pahasti vikaisia (tuholuokat III + IV) oli *Laspeyresian* voittamista vain 18 %, kun niitä oli *Dioryctria* voittamista 58 %. Sama suunta säilyi selvänä muinakin tutkimusvuosina.

Tutkimusten aikana todettiin useaan otteeseen saman *Dioryctria*-toukan voittaneen useampaa kuin yhtä käpyä. Mm. 2. 9. 1953 tarkastettiin käpy, josta löytyi 21 mm pitkä toukka. Sen käpyyn kaivama ontelo oli vain hieman sitä itseään pitempi, joten toukan oli täytynyt viettää suurin osa siihenastisesta elämästään muualla ja siirtyä ko. käpyyn vasta vähän ennen sen tarkastusta.

Taulukko 14. *Dioryctria abietellan* aiheuttamien tuhojen ankaruus kävyissä eri tutkimusvuosina. Kussakin kävyssä esiintynyt vain a.o. hyönteisen aiheuttama vioitusta.

Tafel 14. Der Grad des durch *Dioryctria abietella* an den Zapfen angerichten Schadens während der einzelnen Untersuchungsjahre. Bei allen diesen Zapfen kamen Schädigungen nur durch das genannte Insekt vor.

Vuosi Jahr	Tuholuokka — Schadenkl.				Käpyjä, kpl Zapfen, in St.
	I	II	III	IV	
	kävyistä, % — Zapfen, in %				
1951	20	22	16	42	425
1952	15	17	19	49	595
1953	12	16	19	53	320
Keskim. — Durchschn.	16	18	18	48	



Kuva 3. *Dioryctria abietellan* voittamia käpyä.

Bild 3. Durch *Dioryctria abietella* beschädigte Zapfen.

Taulukko 15. *Dioryctria abietellan* vioittamien käpyjen runsaus eri leveyspiireiltä saaduissa käpynäytteissäTafel 15. Die Reichlichkeit der durch *Dioryctria abietella* beschädigten Zapfen in Proben, die verschiedenen Breitengraden entstammen

Leveyspiiri Breitengrad	Vikaisia käpyjä, % koko käpymäärästä <i>Beschädigte Zapfen, in %</i>		
	1951	1952	1953
60	23	47	27
61	26	43	37
62	19	39	35
63	12	24	22
64—68	1	7	11

Eloisien koisantoukkien liikkumisista on muitakin havaintoja. Mm. Schimitscheck (1937, s. 14) kertoo, miten ne v. 1936 Itävallassa ensin tuhosivat *Abies balsamean* ja *A. pectinatan* käpysadon ja sitten siirtyivät syömään puiden kasvaimia niin, että osia latvuksista kuoli.

Sivulla 36 on jo viitattu siihen, että *Dioryctria abietella* oli vv. 1951—53 yleisempi maan etelä- kuin pohjoisosissa (vrt. myös Rummukainen 1954 d, ss. 12—14). Vaikka vikaisuuden määrä yksittäisten käpynäytteiden välillä saattoi vaihdella paljon samoillakin leveyspiireillä, oli tuhojen väheneminen etelästä pohjoiseen päin mentäessä kaikkina tutkimusvuosina selvä. 60—62:lla leveyspiireillä *Dioryctrian* esiintymisessä ei vielä ollut todettavissa eroja (vrt. taulukko 15), mutta 63:lta leveyspiiriltä saaduissa käpynäytteissä sen aiheuttamaa voitusta kaikkina tutkimusvuosina esiintyi jo vähemmän ja sitä pohjoisempana useimmissa tapauksissa hyvin niukasti tai ei ollenkaan. Havainnot käyvät yksiin Karvosen (vrt. Kangas 1937 c, s. 93) tietojen kanssa, joiden mukaan tätä hyönteistä ei ollut tavattu Pohjois-Suomesta ennen 1930-luvun puoliväliä. Siihen seikkaan, että Kangas (1940) tapasi sitä v. 1937 yhtä hyvin maan pohjois- kuin eteläosista kerätyistä kuusen kävyistä, on jo s. 36 kiinnitetty huomiota.

V. 1952 oli *Dioryctrian* vioittamia käpyjä näytteissä huomattavasti runsaammin kuin v. 1951. Tuhojen lisääntyminen kaikilla leveyspiireillä oli selvä. Myös yksittäisissä kävyissä tuhot olivat ankarampia, vaikka muutokset edellisestä vuodesta olivatkin verraten vähäisiä ja huomattavasti pienempiä kuin *Laspeyresia strobilellan* aiheuttamien tuhojen kohdalla.

V. 1953 oli havaittavissa *Dioryctrian* tuhojen vähenemistä. Yksittäisissä kävyissä ne kuitenkin olivat vielä jonkinverran ankarampia kuin v. 1952.

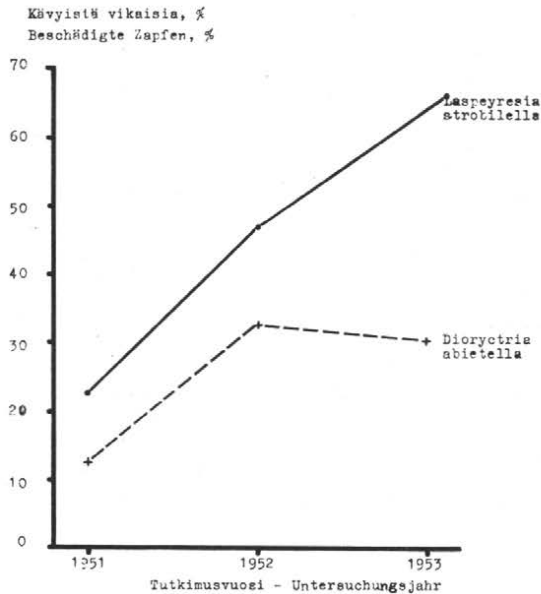
Tuhojen lisääntyminen v:sta 1951 v:een 1952 on ilmeisesti selitettävissä käpysadon vaihteluiden perusteella; hyvän käpvyvuoden 1951 jälkeen oli runsaasti hyönteisiä iskeytyessä v:n 1952 huonoon satoon. Tuhojen

vähentäminen v:sta 1952 v:een 1953 on mielenkiintoinen ilmiö. Vähentäminen oli keskimäärin verraten vähäistä, mutta leveyspiireittäin asiaa tarkastettaessa miltei säännöllistä. Vaikka vähentämiselle ei pantaisikaan muuten painoa, osoittaa se joka tapauksessa, että ainakin tuhojen lisääntyminen pysähtyi ja kehitys toisesta tutkimusvuodesta kolmanteen siirryttäessä tapahtui toisella tavalla kuin *Laspeyresia strobilellan* tuhojen kohdalla (ks. kuva 4).

Tuhojen erilainen esiintyminen voi ilmeisesti johtua monista syistä. Eräs mahdollisuus on se, että verraten myöhään käpyihin iskeytyvän *Dioryctria* (vrt. mm. Saalas 1949, s. 540) tullessa kävyt ovat kesällä 1953

kenties olleet aikaisempien tuholaisten niin pahoin runtelema, että koisat ovat jossakin määrin niitä väistäneet. Tällainen väistäminen on ilmeisesti mahdollista, koska käpykoisan mainitaan (vrt. mm. Baer 1906, ss. 76—81; Schimitscheck 1937, s. 14; Saalas 1949, s. 540) pystyvän elämään paitsi kuusen myös muiden puiden, esim. männyn, kävyissä ja versoissa, havukirvojen äkämissä ja runkojen pihkanvuotoisissa kohdissa. Vaikka männyn versoja koskevat esiintymistiedot olisivatkin erheellisiä (vrt. Schütze 1931, s. 36; Kangas 1937 c, ss. 93—94; Saalas 1949, s. 540) ja ehkä eräät muutkin havainnot kaipaisivat varmennusta, on silti uskottavaa, että *Dioryctria abietella* ei ole sidottu pelkästään kuusen käpyihin. Siitä syystä on mahdollista, että se huonona kuusen käpyvuonna kuten 1953 saattaa hakeutua muuhun, helpommin käsillä olevaan tai kuntoon sopivampaan kohteeseen. Todettakoon, että v. 1953 oli verraten hyvä männyn käpyvuosi (vrt. Rumukainen 1954, s. 5).

Sensijaan ei tunneta muita *Laspeyresia strobilellan* iskeytymiskohteita kuin kuusen kävyt (vrt. mm. Gerike 1889, s. 326; Saalas 1949, s. 530). Siten kääriäiset ovat pakotetut etsimään niitä sadon suuruudesta ja laadusta riippumatta.



Kuva 4. *Laspeyresia strobilellan* ja *Dioryctria abietellan* vioittamien käpyjen runsaus eri tutkimusvuosina.

Bild 4. Die Reichlichkeit der durch *Laspeyresia strobilella* und *Dioryctria abietella* beschädigten Zapfen während der einzelnen Untersuchungs-jahre.

Vaikka *Dioryctria*n aiheuttamat tuhot kävyissä yleensä olivatkin ankaria, voitiin kuitenkin usein panna merkille, että ne käpyjä päällisin puolin tarkastellen näyttivät vielä todellista pahemmilta. Toukat eivät erityisemmin näyttäneet etsivän siemeniä, vaan söivät halukkaasti myös käpy-suomuja. Toisinaan siemenet saattoivat olla suureksi osaksi koskemattomia, vaikka suomut olivat turmeltuneet pahasti ja käpy siten käynyt huonon näköiseksi. Tätä huonouden vaikutusta lisää vielä se, että toukat tunkevat ulostuksiaan kasoiksi kävyn pinnalle. Kun perhonen meillä lentelee kesä—heinäkuussa (vrt. Saalas 1949, s. 540) ja tuhot pääsevät alkamaan vasta heinä—elokuussa ollen silloinkin toukkien pienuuden vuoksi aluksi vähämerkityksisiä, ennättävät siemenet kehittyä varsin pitkälle, ennen kuin tuhot alkavat huomattavassa mitassa tuntua ja mahdollisesti estää niiden kehittymistä. Toukkien säästämien siementen talteen ottaminen ei kuitenkaan ole helppoa, koska suomuihinkin keskittyneet tuhot haittaavat karistettaessa kapyjen aukeamista.

Kuusenkäpykärpänen, Pegohylemyia anthracina Czerny

Pegohylemyia anthracinan merkitys kuusen käpytuholaisena on Suomessa ollut tiedossa vasta 1930—40-lukujen vaihteesta lähtien. Ensimmäisen kerran tapasi kärpäsiä Tienσου (1936, s. 22) v. 1933 Sortavalan lähitöltä. V:n 1937 käpytuhoja koskeneesta julkaisusta tiedot sen esiintymisestä puuttuvat, vaikka hyönteinen ko. tutkimuksen julkaisuaikoihin oli jo todettu »suhteellisen yleiseksi» (vrt. Kangas 1940, ss. 13—14). Vasta vähän myöhemmin (Kangas 1942; Lovász 1942; Kangas ja Leskinen 1943) kärpästuhoja tutkittiin ja tällöin selvitykset olivat varsin perusteellisia.

Myös tutkimuskautena 1951—53 *Pegohylemyian* aiheuttamaa voitusta todettiin kaikkina vuosina (vrt. taulukko 11 ja Rummukainen 1952, 1952 b, 1954 c) vaikkakin vähäisemmässä määrässä kuin *Laspeyresia strobilellan* ja *Dioryctria abietellan* aiheuttamaa. Tuhojen suhteellinen runsaus eri vuosina ei vaihdellut paljon, vaan vikaisten käpyjen määrä pysytteli kaikin vuosina 7.8—11.9 sadanneksen välillä. Yksityistapauksissa (vrt. Rummukainen 1954 c, s. 14) paikkakunnan kävyistä saattoi vv. 1951—52 olla kärpäsen vioittamia 45—49 %, yleensä niitä kuitenkin oli huomattavasti vähemmän. Aikaisemmin on havaittu (Trägårdh 1939, s. 392; Lovász 1942; Kangas ja Leskinen 1943), että kävyistä saattaa jopa yli puolet olla kärpäsen vioittamia.

Pegohylemyian tuhojen esiintymisessä ei voitu havaita alueellisia runsauseroja (vrt. Rummukainen 1954 c, ss. 14—16).

Tiensuu (1936, s. 22) havaitsi karpäsen lentelevän ja siis myös munivan Sortavalan tienoilla (n. 61° pohj. lev.) kesäkuun alkupäivinä. Kankaan ja Leskisen (1943, s. 204) tutkimusten mukaan muninta Muuruvedellä (n. 63°) tapahtui 1940-luvun alussa kesäkuun loppupuolella. Paitsi se, että edelliset havainnot on tehty lämpimällä 1930-luvulla ja jälkimmäiset kylmemmällä 1940-luvulla, karpäsen esiintymisajoissa todettuun eroon ilmeisesti on vaikuttanut myös havaintopaikkakuntien sijainti; Muuruvesi on n. 200 km pohjoisempana kuin Sortavala.

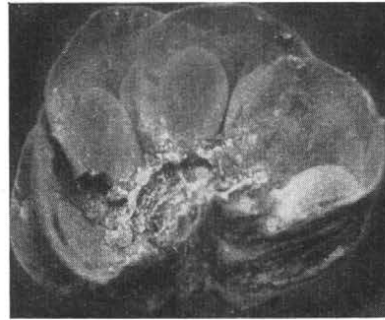
Kun *Pegohylemyia* talvehtii maassa, saattaa kevään säillä olla muninnan alkamista jouduttava tai hidastava vaikutus. Etelärinteillä ja maan eteläosissa lumi sulaa nopeammin ja karpäset pääsevät kuoriutumaan karikerroksesta aikaisemmin kuin maan pohjoisosissa ja pohjoisrinteillä. Seierin (1929, s. 156) mukaan lehtikuusen kävyissä elävä, tälle ilmeisesti lähisukuinen (vrt. Trägårdh 1939, ss. 390—392) karpäslaji, *Chortophila laricicola*, saattaa sääsuhteista riippuen Itävallassa lennellä joko aivan toukokuun alussa tai jopa useita viikkoja myöhemmin.

Kesällä 1951 suoritettiin joukko *Pegohylemyian* kasvatuskokeita. Sitä varten hankittiin käpyjä eri puolilta maata. Näytteet kerättiin kaikkialla 13—14. 7. Eri paikkakuntien kävyistä poistui täysikasvuiset karpäs-toukat seuraavasti:

Kitee ja Vilppula, 62° pohj. lev., heinäkuun jälkipuoliskolla,
Koli, 63°, heinä—elokuun vaihteessa,
Rovaniemi, 66°, 1—10. 8,
Muonio, 68° elokuun jälkipuoliskolla, viimeinen 25. 8.

V. 1950 *Larix*-lajien käpytuhoja tutkittaessa saatiin Tuusulan (60°) näytteistä viimeinen toukka 1. 7 kerätyistä kävyistä, Punkaharjun (61°50') kävyistä vasta kuukautta myöhemmin. On mahdollista, että ainakin Kiteen ja Vilppulan kävyistä oli osa toukista poistunut jo ennen käpyjen keräämistä 13—14. 7.

Nämä luvut antavat aiheen otaksua, että koko maan huomioon ottaen kävyistä poistumista tapahtuu verraten pitkän ajan, n. kahden kuukauden, kuluessa. Paitsi munimisen alkamista hidastanevat sääsuhteet pohjoisosissa maata myös munista kuoriutumista ja toukkien kehittymistä.



Kuva 5. *Pegohylemyia anthracinan* toukan pihkoittunut kulkutie käpy-suomujen tyvässä.

Bild 5. Hartzgefällter Gang der Larve von *Pegohylemyia anthracina* am Grund der Zapfenschuppen.

Kankaan ja Leskisen (1943, ss. 203—204) mukaan yhdessä kävyssä on useimmiten vain yksi toukka. Hyönteiset saattavat laskea käpyyn esim. kolme munaa, mutta kaikista ei kuoriudu toukkaa. Myös *Larix*-kävyissä ilmoittaa Seitner (1929, ss. 156—158) yleisimmin tavanneensa 1—2, mutta joskus jopa 8—9 toukkaa. Myös nyt suoritettujen tutkimusten mukaan toukat kuusen kävyissä tavallisesti esiintyvät yksittäin, vaikka toisinaan, esim. kesällä 1954 Kolilla ja 1956 Helsingissä, kaksi toukkaa kävyssä ei ollut harvinaisuus.

Kankaan ja Leskisen (1943, s. 206) mukaan yksi toukka hävittää keskim. 37 kuusen siementä. Kun toukat esiintyvät pääasiassa yksittäin, on ymmärrettävää, että kärpäsien aiheuttama tuho yleensä on laadultaan lievää (vrt. taulukko 16). Pantakoon kuitenkin merkille, että vasta 1951 v. en 1953 tuholuokan I kävyt vähenivät huomattavasti ja luokan II osuus kasvoi vielä voimakkaammin.

Taulukko 16. *Pegohylemyia anthracinan* aiheuttamien tuhojen ankaruus eri tutkimusvuosina. Kussakin kävyssä esiintynyt vain a.o. hyönteisen vioitusta
Tafel 16. *Der Grad des durch Pegohylemyia anthracina an den Zapfen angerichteten Schadens während der einzelnen Untersuchungsjahre. Bei allen diesen Zapfen kamen Schädigungen nur durch das genannte Insekt vor.*

Vuosi Jahr	Tuholuokka — Schadenkl.				Käpyjä, kpl Zapfen, in St.
	I	II	III	IV	
	% kävyistä — % von den Zapfen				
1951	49	23	15	13	374
1952	31	37	20	4	228
1953	34	59	13	1	67
Keskim. — <i>Durchschn.</i>	44	31	16	9	—

Tuhojen ilmenemistä kävyssä on jo aikaisemmin perusteellisesti selvitetty (Seitner 1929; Trägårdh 1939, ss. 390—392; Lovász 1942; Kangas ja Leskinen 1943) eivätkä nyt suoritettut tutkimukset ole tuoneet siihen uutta. Tuho kohdistuu miltei pelkästään siemeniin ja niiden ohessa korkeintaan lapakon johonkin osaan. Kämpysuomuihin aivan niiden tyveä lukuunottamatta ei juuri kajota muulloin kuin toukan kaivaessa itselleen ulosmenoreiän maahan talvehtimaan pyrkiessään. Toukka kulkee yleensä lyhintä tietä siemenestä toiseen. Kun tuho tapahtuu kävyn ollessa nuori ja pehmeä alku- ja keskikesällä, pihkoittuu toukan kulkutie helposti tunnettavaksi uraksi (ks. kuva 5). Tuhojen merkitystä lisää se, että ne tavallisesti kohdistuvat kävyn keskiosan parhaisiin siemeniin. Nyt kuten aikaisemmissakin tutkimuksissa todettiin pihkan erittyminen käpyjen pinnalle tyypilliseksi *Pegohylemyian* tuhojen ulkopuoliseksi tuntomerkitseksi.

K a n g a s ja L e s k i n e n (1943, s. 203) ovat havainneet *Pegohylemyian* tuhoja erityisen runsaasti esiintyvän valoisien metsiköiden kävyissä. Samaa viittaa myös kärpästuhojen esiintymisestä lehtikuusikoissa tehty havaintosarja (R u m m u k a i n e n 1955). Tämä kärpästen ilmeinen mieltymys valoisiin metsiköihin selittää varmaan osaltaan sen, että käpytuhot yleensä ovat runsaita harvoissa kuusikoissa (ks. s. 29).

Käpymittarit, Eupithecia spp.

Kuusen siemeniä hävittäviä mittariperhosia on kaksi lajia, *E. pini* Retz. ja *E. bilunulata* Zett. Tämän tutkimuksen yhteydessä lajeja ei tuhonjälkien perusteella pyritty toisistaan erottamaan.

Vv. 1951—53 *Eupithecioiden* aiheuttamat vahingot olivat keskimäärin ottaen vähäisiä, jos kohta hieman runsaampia kuin v. 1937 (vrt. taulukko 11 ja K a n g a s 1940, s. 15). Myös T a h v o s e n (1931, s. 472) mukaan mittarit eivät ole kovin yleisiä. Paikallisesti ne toisinaan kuitenkin ovat saattaneet turmella käpysatoa pahastikin (vrt. T a p i o 1928). S p e s s i v t s e f f (1924, s. 306) mainitsee erään tarkastamansa ruotsalaisen käpynäytteen kävyistä v. 1924 olleen 46 % mittareiden vioittamia.

V. 1951 *Eupithecioiden* aiheuttamia vahinkoja todettiin vain muutamien paikkakuntien kävyissä. Vv. 1952—53 voitusta esiintyi monilla seuduilla, mutta tavallisesti vähän. Seuraavassa luetellaan ne paikkakunnat, joiden kävyistä mittarien toukat olivat eri tutkimusvuosina useimpia vioittaneet:

1951:	Kävyistä <i>Eupithecioiden</i> vioittamia, %
Parkano	6.9
Lempäälä	5.4
Kuhmo	1.0
1952:	
Padasjoki	12.4
Maaninka	9.3
Vehmersalmi	9.2
Kiihtelysvaara	7.8
Inari	7.0
Puumala	6.2
Parola	6.0
Ristiina	5.0
Kinnula	5.0
Kuusamo	5.0

1953:	Kävyistä <i>Eupithecioiden</i> violetta, %
Pielisjärvi	9.3
Jaala	9.2
Hattula	7.1
Lempäälä	7.0
Ristiina	6.6
Lahti	6.1
Hyrnsalmi	5.7
Luumäki	4.9
Lapinjärvi	4.0
Ilomantsi	3.8

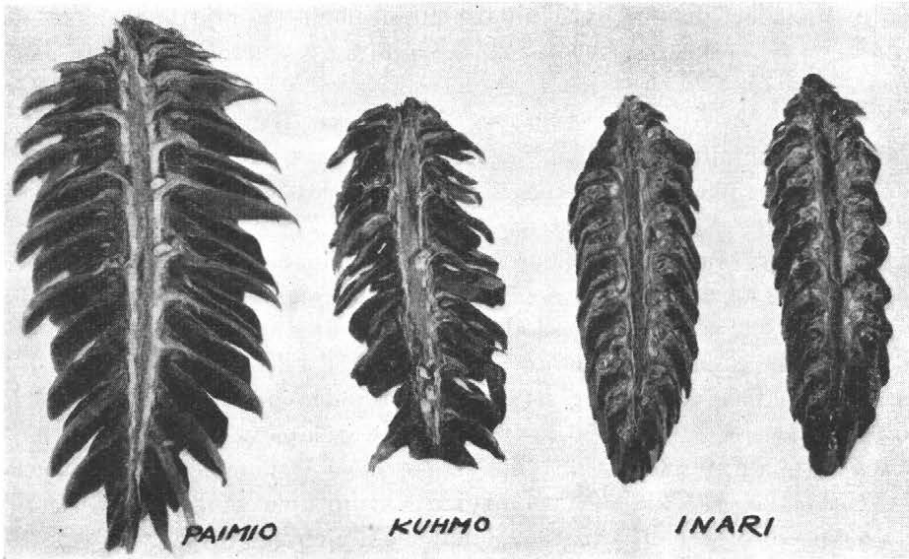
Mittareiden vähälukuisuuden vuoksi ei juuri ole mahdollista tehdä päätelmiä niiden esiintymisessä mahdollisesti havaittavista eroista maan eri osien välillä. Maan etelä- ja keskiosissa hyönteiset ehkä olivat vähän yleisempiä kuin pohjoisosissa, vaikka pohjoisimmissakin kävyissä (esim. v. 1952 Inarin) niiden aiheuttamia tuhoja saattoi esiintyä keskimääräistä runsaammin. V. 1937 (vrt. Kangas 1940, s. 15) on esiintymisen ollut Etelä-Suomessa vähän yleisempää kuin Pohjois- ja Itä-Suomessa. Saalas (1949, ss. 550—551) ilmoittaa molempien lajien Suomessa levinneen Petsamon alueelle asti ja Spessivtseffin (1924, s. 304) mukaan niitä tavataan kaikkialla kuusialueilla. Bakke (1955, ss. 158—160) tapasi molemmat lajit tarkastamistaan pohjoisnorjalaisista kuusen kävyistä v. 1951.

Mittareiden violettamien käpyjen vähälukuisuuden vuoksi ei myöskään voitu tutkia, miten vikaiset jakautuvat eri tuholuokkiin. Samoissa kävyissä esiintyi miltei poikkeuksetta myös muiden tuhoniheuttajien aikaan saamaa violetusta, mikä osaltaan vaikutti käpyjen sijoittumiseen tuholuokkiin.

Kuusensiemensäski, Plemeliella abietina Seitn.

Plemeliella abietinan aiheuttamien tuhojen esiintyminen halkaistuissa siemenissä oli vv. 1951—53 hyvin vähäistä, useimmiten aivan satunnaista (ks. taulukko 11). Eniten toukkia tapasi maan lounaisosien kävyistä, mutta silloin tällöin myös muualta Etelä-Suomesta saaduista näytteistä. Siten esiintyminen näytti rajoittuvan samaan tapaan kuin mitä Šimak (1955, s. 300) havaitsi v. 1954 Ruotsissa suorittamissaan tutkimuksissa. Hän totesi sääskeä esiintyvän vain Ruotsin eteläosissa n. 62° tienoille pohjoisessa.

Tahvonen (1931, s. 475) arvelee *Plemeliellan* merkityksen olevan »huomattavan suuren», kun taas v. 1937 (vrt. Kangas 1940, s. 21) hyönteinen oli hyvin harvinainen. Eri havainnot yhdistäen näyttäisi siltä, että yleensä sen vaikutus siemensadon laatuun on varsin vähäinen, vaikka



Kuva 6. Esimerkki *Kaltenbachiella strobi* runsaudesta eri leveyspiireillä: Paimion (60° pohj. lev.) kävyssä näkyy halkaisupinnassa 2 kotelokehtoa, Kuhmon (64°) kävyssä n. 10:ssä suomussa ja Inarin (68°) kävyissä jokaisessa suomussa.

Bild 6. Ein Beispiel der Reichlichkeit von *Kaltenbachiella strobi* auf verschiedenen Breitengraden: Bei dem Zapfen aus Paimio (60° n. Br.) sind auf der Spaltfläche 2 Puppenwiegen sichtbar, bei dem aus Kuhmo (64°) in rd. 10 Schuppen, und bei den Zapfen von Inari (68°) in jeder Schuppe.

lopullinen selvyys voidaankin ilmeisesti saada vasta suuria siemenmääriä useina vuosina tutkimalla. Tuholaisen selittäjän ja elintapojen kuvaajan Seitnerin (1908, s. 190) tutkimissa keskieuropalaisissa siemenerissä oli tavallisesti 3—20 % siemenistä sääsken tuhoamia. Silti hän piti hyönteisen merkitystä vähäisenä, mutta riittävän mielenkiintoisena tutkimuskohteena, miksi »das eine oder das andere Samenkorn ein negatives Resultat ergeben musste». Myöskään viime aikoina suoritettujen arviointien (vrt. mm. Gäbler 1955, s. 437) mukaan sillä Keski-Euroopassa ei näytä olevan suurta merkitystä.

Kuusenkäpysääski, Kaltenbachiella (Perrisia) strobi Winn.

Kaltenbachiella strobi oli (ks. taulukko 11) jokaisena kolmena tutkimusvuonna yleisin kävyistä elävä hyönteinen. Sen runsaus lisääntyi käpynäytteissä vuosi vuodelta eikä se puuttunut ainoastakaan näytteestä koko tutkimusaikana. Sääskien lukuisuus Pohjois-Suomesta saaduissa kävyissä oli kuitenkin paljon suurempi kuin Etelä-Suomesta saaduissa (vrt. Rumukainen 1954 d, ss. 16—18). *Kaltenbachiellan* runsaaseen esiintymi-

seen pohjoisilla alueilla ovat aikaisemmin meillä kiinnittäneet huomiota K i h l m a n (1890, ss. 238—242), S a h l b e r g (1890, ss. 14—16) ja K u j a l a (1927, s. 12), Ruotsissa T r ä g å r d h (1917, ss. 1162—1181) ja Norjassa mm. E i d e (1925, ss. 15—35) ja B a k k e (1955, s. 161).

Jo aikaisemmin tämän tutkimuksen yhteydessä (ks. s. 36) on kiinnitetty huomiota siihen, että sääsksen esiintyminen v. 1937 oli hyvin toisenlaista kuin vv. 1951—53.

Yhdestä kävyistä on keskieuropalaisissa oloissa saanut W i n n e r t z (vrt. T r ä g å r d h 1917, s. 1162) kuoriutumaan tavallisesti 2—3 ja H o l s t e (1922, s. 140) yleensä alle 10 sekä enintään 16 sääskeä. Pohjoisilla leveyspiireillä luvut ovat paljon suurempia. E i d e n (1925, ss. 26—28) mukaan Pohjois-Norjassa saattaa kävyssä olla jopa 100—200 sääsksen toukkaa ja B a k k e n (1955, s. 161) mukaan vieläpä yhdessä käpysuomussa 5. K i h l m a n (1890, s. 239) ilmoittaa yhdestä suomusta tavanneensa 8 ja useampiakin sääskiä. Nyt tehtyjen havaintojen mukaan (R u m m u k a i n e n 1954 d, s. 17) v. 1952, jolloin käpyjen sääskisytydessä Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä ei ollut niin suuria eroja kuin v. 1951, Pelkoseniemeltä (n. 67° pohj. lev.) saaduissa kävyissä oli sääskiä n. 10 kertaa niin paljon kuin Sippolasta (60° 45') saaduissa. Sääskiesiintymien lukuisuuteen kävyissä näyttää käpysadon vaihteluilla olevan samantapainen vaikutus kuin esim. *Laspeyresia strobilellan* esiintymiseen.

T r ä g å r d h i n (1917, ss. 1180—1181) mukaan käpysääskien runsas esiintyminen pohjoisilla alueilla johtuu mm. siitä, että eräs sen loinen, *Platygaster contorticornis* Ratz., ei tule siellä toimeen.

Kun kuusenkäpysääski elää käpysuomuissa ja lapakossa kajoamatta siemeniin, ei sitä yleensä lueta kuusen siementuholaisiin. Kuitenkin jo K i h l m a n havaitsi, että jos samassa käpysuomussa on useita sääskentoukkia, estävät ne siemeniin koskemattakin näiden kehittymisen. Tällaisissakin tapauksissa siemensivut kehittyvät normaalisti. Jos suomussa oli vain jokunen sääskiesiintymä, kehittyivät siemenet täydellisesti, elleivät muut syyt sitä estäneet. Lukuisina esiintyessään sääsket siis välillisesti estivät siemenien kehittymisen.

Norjassa E i d e (1925, ss. 26—28) pani merkille, että runsaat sääskiesiintymät vaikuttivat käpyjen karistustulokseen. Kun sääskiä oli kävyssä enintään 3—20 kpl, aukenivat kävyt normaalisti. Lukumäärän lisääntyessä aukeneminen huononi huononemistaan. Kun kävyssä oli 100—200 sääskeä, ei se avautunut laisinkaan.

Nyt suoritettujen tutkimusten mukaan (vrt. myös R u m m u k a i n e n 1954 d, s. 18) vv. 1951—53 sääskirunsaus kävyssä saattoi nousta 100—200 kappaleeseen 65:nneen leveyspiirin tienoilla ja sitä pohjoisempana.

Kun sääskiä on kävyssä hyvin runsaasti, niiden kaivamia onteloita jokaisessa käpysuomussa ja jopa lapakossa vierä vieressä (ks. kuva 6),

tuntuu ymmärrettävältä, että niillä saattaa olla siementen kehittymistä hidastava vaikutus. Erityisesti sääskitoukan tyypillisen sijainnin käpysuomun tyvässä, kehittyvän siemenen alla (ks. kuva 7), voisi uskoa häiritsevän kävyn ja siemenen välistä yhteyttä. Tätä koetettiin selvittää esillä olevassa tutkimuksessa siten, että etsittiin siemeniä sellaisista suomuista, joiden tyveen sääsken toukka oli kaivautunut, sekä vertailusiemeniä mahdollisimman läheltä terveistä suomuista. Sen jälkeen molempien ryhmien siemenien alkiokehitystä tutkittiin K u j a l a n (1927) menetelmän mukaan. Pohjoissuomalaisista kävyistä ei saatu aineistoa sääskien runsauden takia. Etelä- ja keskisuomalaisia siemeniä tarkastettiin 110 paria. Ne oli saatu kävyistä, joiden halkaisupinnassa oli säännöllisesti näkyvissä vähemmän kuin 10 sääskiesiintymää, yleensä vähemmän kuin 5. Tällaisissa tapauksissa ei sääskitoukan käpysuomun tyvässä esiintyessään voitu todeta aiheuttaneen siemenen kehityksen hidastumista. Ilmeisesti sääsken merkitystä olisi tutkittava Pohjois-Suomessa kenttäkokein estämällä hyönteisen iskeytyminen osaan koekäpyjä.

Nyt suoritetujen tutkimusten yhteydessä todettiin useita kertoja, että sääsken kotelo oli ikäänkuin työntänyt kasaan kehittymässä olevan siemenen toukan silti siemenen koskematta. Epämuotoisia siemeniä lähemmin tarkastettaessa havaittiin ne säännöllisesti tyhjiksi eli niistä oli siis kehittynyt vain kuoriossa. Ei voida sanoa, oliko siementen tyhjyyteen syynä pölytyksen puute vaiko sääskiesiintymä.

Kuusen tuomiruoste, Pucciniastrum padi (Kunze ja Schum.) Dietel ja kuusen talvikkiruoste, Chrysomyxa pirolae (DC.) Rostr.

Käpyruosteiden esiintymisestä ja sen syistä yleensä

Molemmat kuusen kävyissä loisivat ruostesienet tavattiin jokaisena kolmena tutkimusvuonna. Niiden yleinen merkitys oli verraten pieni (vrt. taulukko 11). Runsaimpana kumpikin esiintyi v. 1951, jolloin varsinkin eräin paikoin näyttää olleen jopa pahoja tuhoja. *Chrysomyxa* oli tällöin yleisempi kuin *Pucciniastrum*.

Muiden tutkijoiden tekemien havaintojen mukaan näyttää siltä, että molemmat lajit saattavat esiintyä aivan pohjoisilla seuduilla, mutta etelään päin mentäessä *Chrysomyxan* merkitys vähenee (Lagerberg 1914; Liro 1917, ss. 235, 241; Neger 1919, ss. 198, 206; Dillner 1922; Jørstad 1925, ss. 82—84, 89—90; 1928, ss. 376—379; Tahvonen



Kuva 7. *Kaltenbachella strobin* kotelokehto käpysuomun tyvässä siemenen alla.

Bild 7. Puppenwiege von *K. strobi* am Grund einer Zapfenschuppe, unter einem Samen.

1931, s. 379; Ferdinandsen og Jørgensen 1938—39, ss. 270, 283—284; Kangas 1940, ss. 19—21; Schwerdtfeger 1944, s. 101; Kujala 1950, ss. 92, 98).

Ruosteiden esiintymisen arvellaan olevan yhteydessä kuusen kukkimisajan sateisuuteen. Jos tällöin on sateista, ovat ruosteet yleisiä (vrt. mm. Jørstad 1925, s. 90) ja päinvastoin. Kävyt saastuvat juuri kukkimisen yhteydessä (Kujala 1950, s. 92). Sarvaksen (1956 b, s. 461) mukaan kuusi kukkii Etelä-Suomessa touko—kesäkuun vaihteessa ja Pohjois-Suomessa 2—3 viikkoa myöhemmin, joten kesäkuun satella ilmeisesti on suuri merkitys. Seuraavissa tarkasteluissa on lisäksi pidetty silmällä myös toukuun sateisuutta.

Kuten taulukosta 17 ilmenee, oli v:n 1951 toukokuu koko maassa hyvin kuiva. Kesäkuu oli maan pohjoisosissa normaalia sateisempi, mutta muualla Vaasan lääniä lukuunottamatta tavallista kuivempi. Myös v. 1952 oli toukokuu kuiva, mutta kesäkuu sitävastoin miltei kaikkialla hyvin sateinen. Ruosteiden osuus kuusen käpynäytteissä oli tällöin kuitenkin paljon pienempi kuin v. 1951. V:n 1953 toukokuu oli sateisempi kuin v:n 1952 ja kesäkuu Etelä- ja Keski-Suomessa huomattavasti normaalia kosteampi, Pohjois-Suomessa sensijaan hyvin kuiva. Ruosteiden määrä käpynäytteissä oli vieläkin vähäisempi kuin v. 1952. Kuusi kukki mainittuina vuosina Helsingin lähellä seuraavina ajankohtina (Sarvas 1955, s. 19):

1951, alku	1. 6.,	maksimi	5. 6.,	loppu	10. 6.,
1952, »	31. 5.,	»	—,	»	7. 6.,
1953, »	19. 5.,	»	21. 5.,	»	26. 5.

Kukkimisella tarkoitetaan tässä siitepölyn leviämisen vuotuisen jakson pääosaa.

Tämän mukaan siis v:n 1951 kevätkesän sääsuhteet ilmeisesti saattoivat Pohjois-Suomessa tarjota sateiden puolesta hyvät edellytykset ruosteiden esiintymiselle. Mutta niin v. 1952 kuin 1953 oli kesän alku koko maan huomioon ottaen tässä suhteessa vielä paljon edullisempi. Kuitenkin v. 1951 oli selvästi näitä pahempi ruostevuosi.

V. 1951 oli tutkimuskauden paras käpyvuosi (ks. taulukko 3). Näytti lisäksi siltä kuin ruosteiset käpynäytteet olisi v. 1951 saatu pääasiassa tietystä osasta maata. Kun poimitaan esille esim. 10 pahinta *Pucciniastrum*- ja samoin 10 pahinta *Chrysomyxa*-näytettä ja asetetaan näkyviin niiden hankintapaikkakunnat, saadaan seuraavat yhdistelmät:

Pucciniastrum padi:

Ruosteisia käpyjä näytteessä, %

- 17.2, Veteli, Vaasan lääni,
- 8.8, Kullaa, Turun ja Porin lääni,
- 8.3, Kiihtelysvaara, Kuopion lääni,
- 5.0, Kiuruvesi, Kuopion lääni,
- 5.0, Liperi, Kuopion lääni,
- 4.7, Konnevesi, Kuopion lääni,
- 4.1, Sonkajärvi, Kuopion lääni,
- 3.0, Säyneinen, Kuopion lääni,
- 3.0, Sotkamo, Oulun lääni,
- 2.7, Pielisjärvi, Kuopion lääni,

Chrysomyxa pirolae:

- 34.3, Kuusamo, Oulun lääni,
- 16.5, Nurmes, Kuopion lääni,
- 16.5, Rovaniemi, Lapin lääni,
- 15.7, Taivalkoski, Oulun lääni,
- 11.0, Pyhäntä, Oulun lääni,
- 10.0, Pielisjärvi, Kuopion lääni,
- 7.6, Konnevesi, Kuopion lääni,
- 4.0, Veteli, Vaasan lääni,
- 3.9, Viitasaari, Vaasan lääni,
- 3.1, Kuru, Hämeen lääni.

Näistä ruosteisimmista käpynäytteistä saatiin siis 10 Kuopion, 4 Oulun, 3 Vaasan, 1 Lapin, Turun ja Porin sekä Hämeen läänistä.

Paras käpysato saatiin ko. vuonna (vrt. taulukko 3) Kuopion läänissä. Sen alueella suoritettujen sadon arviointien keskiarvo oli 4.2. Toiseksi paras sato saatiin Oulun läänissä; arviointien keskiarvo oli 4.1, ja kolmanneksi paras Vaasan läänissä (3.75). Lähinnä paras oli Hämeen läänin sato (3.3) muiden läänien jäädessä alle 3.0:n.

Voidaan siis todeta, että 50 % pahimmista ruostenäytteistä saatiin läänistä, jonka käpysato oli paras, mutta jossa sateisuus niin touko- kuin kesäkuussakin oli huomattavasti normaalia vähäisempi. 85 % näytteistä saatiin niistä kolmesta läänistä, joissa sato oli selvästi muita parempi ja loput 15 % yhteensä 6:sta huonompisatoisesta läänistä. Myös tämän esi-merkin mukaan siis ruosteisuus oli kiinteämmässä riippuvuussuhteessa käpysadon runsauteen kuin kukkimiskauden sateisuuteen.

Myös muutamina aikaisempina vuosina on tehty havaintoja ruosteiden esiintymisestä sekä samaan aikaan vallinneista sato- ja sääolosuhteista.

V. 1900 on sato ollut erittäin hyvä (Metsänystävä 1900, s. 128), mutta sen on pilannut ilmeisesti *Chrysomyxa*. Sekä touko- että kesäkuu ovat olleet poikkeuksellisen kuivat (Observations . . . 1900; Korhonen 1951, kartat 5 ja 6). Myös v. 1915 on *Chrysomyxa* pilannut hyvän käpysadon (Vesterinen 1915; Tapio 1915, s. 288). Toukokuussa on tällöin satanut vähän normaalia enemmän, kesäkuussa suunnilleen normaalisesti (Kuukausikatsaus . . . 1915, toukokuu, kesäkuu). Vv. 1925—30 oli kuusella vain yksi hyvä käpyvuosi, 1928 (Heikinheimo 1929; 1932, s. 44). Se oli myös paha ruostevuosi (vrt. Liro 1928; Metsätilasto 1928, s. 38) erityisesti *Chrysomyxan* takia. Sekä touko- että kesäkuu olivat harvinaisen sateisia (vrt. taulukko 17). Seuraava hyvä käpyvuosi oli 1931 (Heikinheimo 1932 b, ss. 96, 111—112; Enbom 1932), mutta jälleen sekä *Chrysomyxa* että *Pucciniastrum* turmelivat sen pahasti. Toukokuussa satoi Pohjois-Suomessa, kesäkuussa koko maassa tavallista enemmän. V. 1934 on käpyjä ollut keskinkertaista enemmän (Heikinheimo 1935, ss. 379—382). Sienituhoista on mainittu etenkin Lounais-Suomessa ja Hämeessä (ks. myös Heikinheimo 1937 b, s. 23). Lounais-Suomea ja Hämettä lukuunottamatta on tällöin toukokuussa satanut tavallista enemmän, kesäkuussa sitävastoin koko maassa vähän. V. 1937 oli Kankaan (1940, s. 25) mukaan paras käpysato Itä- ja Pohjois-Suomessa. Samoilla seuduilla näyttää myös ruosteisuus, erityisesti *Chrysomyxan* aiheuttama, olleen yleisintä. Toukokuussa on yleensä satanut tavallista enemmän, kesäkuussa taas vähemmän.

Verrattaessa mainittujen vuosien alkukesän sateisuutta ja käpyjen ruosteisuutta toisiinsa voidaan todeta, että kesäkuun on ollut erittäin kostea vuosina 1928 ja 1931, muulloin normaalia vähäsateisempi tai jopa poikkeuksellisen kuiva kuten vuosina 1900, 1934 ja 1937. Toukokuu on ollut keskimäärin hyvin sateinen vv. 1928, 1934 ja 1937, tavallista kosteampi myös v. 1915, suunnilleen normaalin v. 1931 ja hyvin vähäsateinen v. 1900. Näistä vaihtelevista sääoloista huolimatta ruosteita ilmeisesti on kaikkina vuosina ollut runsaasti siellä, missä käpysato on ollut hyvä. Näyttää siltä, että myös toukokuun sateisuus on vaikuttanut tautien esiintymiseen, mikä olisikin ymmärrettävää, koska kuusi saattaa toisinaan kukkia jo tällöin varsinkin maan eteläosissa.

Kummankaan kuukauden sateisuudet eivät selitä ruosteiden runsasta esiintymistä v. 1900. Myös 1915 kosteuden merkitys on epäselvä. Samoin v. 1934 on tautisuutta erityisesti valitettu (vrt. Heikinheimo 1935, ss. 379—382) niillä seuduilla, Lounais-Suomessa ja Hämeessä, missä molempina kuukausina ja varsinkin kesäkuussa on satanut normaalia vähemmän.

Kaikille mainituille ruoste-epidemoille on yhteistä se, että ne ovat esiintyneet hyvän käpysadon vallitessa. Mm. v. 1934 sato on ollut selvästi paras juuri Lounais-Suomessa ja Hämeessä (vrt. Heikinheimo 1935, s. 381).

Taulukko 17. Touko- kesäkuun sateisuus lääneittäin eräinä vuosina. T = toukokuu, K = kesäkuu. (Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin, 1928, 1931, 1934, 1937, 1951, 1952, 1953, vihkot 5 ja 6)

Tafel 17. Die Niederschlagsverteilung während des Mai und Juni nach Verwaltungsbezirken während gewisser Jahre. T = Mai, K = Juni.

Lääni	1928		1931		1934		1937		1951		1952		1953	
	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K	T	K
	Sadetta % normaalista — Regen in % von der Normalmenge													
Ahvenanmaa, Turun ja Porin Uudenmaan	202	142	63	103	96	61	109	95	31	61	49	77	75	129
Kymen (e. 1951 Viipurin) ..	99	151	41	109	132	65	105	25	49	64	81	89	100	110
Hämeen	208	105	110	83	86	59	160	47	58	52	80	101	86	113
Mikkelin	104	201	85	179	126	73	194	39	54	76	104	120	100	118
Vaasan	110	180	107	173	123	58	154	56	25	109	83	106	46	104
Kuopion	114	143	116	236	159	105	191	32	48	79	77	130	71	90
Oulun	111	125	189	220	153	87	148	66	43	97	101	168	97	78
Lapin	—	—	—	—	—	—	—	—	49	137	60	142	151	49
Keskim. — Durchschn.	144	156	101	152	123	70	141	53	42	84	78	116	90	102

Myös Norjassa ja Ruotsissa on useina vuosina tehty havaintoja ruosteiden esiintymisestä kuusen kävyissä (Jørstad 1925, 1928; Lagerberg 1914; Lie 1921; Dillner 1922; Juul 1925). Kun niitä vertaa samaan aikaan käpysadosta tehtyihin havaintoihin (ks. ed. lisäksi mm. Tirén 1935; Skogforvalternes... 1914; 1924; 1925; Skogtraernes... 1921; 1926; Vikhammer 1920) ja säätilastoihin (Oversigt... 1892; 1913; 1914; 1919; 1921; 1924; 1925; 1926; Statens... 1921), voidaan panna merkille, että

- ns. ruostevuosina on käpysato tuhoalueilla poikkeuksetta ollut hyvä,
- ruostevuosille on sateinen kesäkuu ollut tunnusomainen,
- toukokuu on ruostevuosina saattanut olla sateinen tai kuiva. Joissakin tapauksissa se kuitenkin on ollut runsassateinen kesäkuun ollessa kuivempi.

Hyvinä käpvyvuosina ruosteiden esiintyminen tulee tietysti helpommin huomatuksi kuin huonoina, koska tällöin käpysatoon sellaisenaan kiinnitetään tavallista enemmän huomiota. Täten hyvät käpvyvuodet saattavat näyttää ruostevuosilta, vaikka ne ehkä eivät sitä todellisuudessa olisi enempää kuin huonotkaan vuodet. Tautien esiintymiseen vuosina 1951—53 tämä seikka ei kuitenkaan voinut vaikuttaa. Huonojen käpvyvuosien 1952—53 sadot tulivat päinvastoin huomattavasti tarkemmin tutkituiksi kuin hyvän vuoden 1951 sato, koska käpynäytteet em. vuosina edustivat melkoista osaa kunkin paikkakunnan käpysadosta (ks. ss. 14—15), kun ne v. 1951 olivat siitä vain murto-osa erityisesti niillä paikkakunnilla, missä käpyn ruosteisuus oli suurin.

Eräiden havaintojen (vrt. mm. Austin 1954, s. 38) mukaan *Pucciniastrum padi*-ruostetta esiintyy eniten aukeilla paikoilla kuten metsikön reunamilla kasvavien ja vähemmän metsikön sisässä kasvavien puiden kävyissä. Ei kuitenkaan ole todennäköistä, että näytekävyt olisi v. 1951 kerätty aukeammilta paikoilta kuin vv. 1952—53. Pikemminkin viimeksi mainittuina vuosina kävyt saatiin ruosteille alttiilta paikoilta, koska käpyjä useissa tapauksissa ei muodostunut metsiköiden sisässä kasvaneissa puissa laisinkaan (vrt. s. 15).

Näyttää siis siltä, että vaikka edellä selostetuissa tapauksissa käpyruosteiden runsaus yleensä onkin selitettävissä vanhastaan tiedossa olevan alkukesän sateisuuden vaikutuksen perusteella tai siten, että ruostevuosina on satoa satuttu tavallista huolellisemmin tarkkailemaan, ei siten ilmeisesti kuitenkaan aina voida selittää epidemioiden yleisyyttä hyvissä käpysadoissa.

Dillner (1922) teki v. 1921 Pohjois-Ruotsin *Chrysomyxa*-epidemia-alueilla havaintoja taudin esiintymisestä erilaisissa kuusissa ja ympäristöissä. Niin ylimalkaisia kuin hänen havaintonsa ovatkin, on niissä tiettyjä mielenkiintoisia piirteitä. Ruostetta esiintyi kaikenikäisissä kuusissa, mutta eniten hän ilmoittaa huomanneensa sitä nuorien puiden voimakkaissa kävyissä, ja etelärinteillä kasvavien puiden kävyissä tuhoa näytti olevan enemmän kuin pohjoisrinteillä kasvavien puiden kävyissä.

Pucciniastrumin taas tiedetään pystyvän saastuttamaan käpyjen lisäksi myös kuusen kasvaimia (vrt. Klebahn 1904, ss. 394—395; Fischer 1906, s. 229; Roll-Hansen 1947, ss. 504—506; 1948, s. 71). Roll-Hansenin (1947, s. 506; 1948, s. 71) mukaan niin taimitarhoissa kuin metsätaimistoissakin on havaittu ruoste sitä yleisemmäksi, mitä voimakkaampia taimet ovat olleet. Näissäkin lisäksi latvakasvaimen, siis taimen voimakkaimman verson, ilmoitetaan olleen erityisen alttiin saastumaan.

Niin Dillnerin kuin Roll-Hanseninkin mukaan siis käpyruosteet näyttävät parhaiten menestyvän voimakkaasti kasvavassa puussa. Viimeksi mainitun luotettavina pidettävät havainnot taudin rajoittumisesta voimakkaimpiin taimiin ja niissä edelleen voimakkaimpaan kasvaimeen osoittavat, että verraten vähäisiltä näyttävät ominaisuuksien muutokset saattavat ratkaisevasti vaikuttaa ruosteen esiintymiseen. Kun hyvänä käpyvuonna kävyt usein ovat tavallista suurempia ja kaikin puolin voimakkaamman näköisiä kuin huonona vuonna (vrt. Rummukainen 1958), näyttää siltä, että niillä tekijöillä, jotka aikaansaavat hyvän käpyvuoden ja voimakkaat kävyt, on myös joko välillisesti tai välittömästi käpyruosteiden esiintymistä säätelevä vaikutus saastunta-ajan — lähinnä kesäkuun — sadeolojen rinnalla. — Todettakoon, että Pohjakallio (1951) havainnot ruostetautien esiintymisestä kevätiljoissa käyvät samaan suuntaan: ruostevuosina on saatu suhteellisen hyvät sadot.

Ruosteiden biologiasta tehtyjen havaintojen mukaan (vrt. mm. P o h j a - k a l l i o 1936; 1951; yhdessä V a a r t a j a n kanssa 1948) nämä sienet ovat obligatorisia parasitteja ja siten isäntäkasvin hyvästä tai huonosta voinnista enemmän riippuvaisia kuin monet muut patogeenit. Valossa ruosteet yleensä kehittyvät paremmin kuin pimeässä, ja nuoret kasvit ja kasvinosat ovat arempia saastumaan kuin vanhat. Ilman CO₂-pitoisuuden kasvu kiihdyttää, tiettyyn rajaan asti, autotrofien kasvien yhteyttämistä mutta samalla myös kasvissa loisivien ruosteiden itiömuodostusta. Näyttää siis siltä, että ruosteet viihtyvät sitä paremmin, mitä paremmin niiden isäntäkasvit jaksavat. Sensijaan sateiden vaikutus epidemian syntyyn saattaa olla rajoitettu. Kosteus kylläkin edistää ruosteitiöiden itämistä, mutta sen ei tarvitse vielä johtaa kasvin sairastumiseen. Sienirihmat tunkeutuvat yhtä hyvin kestäväään kuin arkaankin kasviin ja kasvinosaan, mutta kestävässä kasvissa ne kuolevat mm. ravinnon puutteeseen. Suurin mahdollisuus epidemian syntymiseen on ilmeisesti silloin, kun sienen saastutusaikana sataa runsaasti ja isäntäkasvit ovat hyvässä kunnossa.

Kun vertaa näitä, pääasiassa eri vilja- ja heinälajeissa tauteja aiheuttavien ruostesienien yleisessä esiintymisessä todettuja piirteitä kuusen käpyruosteista tehtyihin havaintoihin, näyttää mahdolliselta, että myös käpyruosteiden vaatimukset tuhonkohteeseen nähden ovat samanlaisia kuin ruosteilla yleensä. Silloin lienee myös kävynalkujen kunnolla merkitystä niiden saastumiselle siten, että voimakkaat alut ovat arempia taudille kuin heikot. Ruosteiden suhteellisen runsas esiintyminen hyvinä käpvyvuosina on tällöin ymmärrettävissä. Kysymyksen lopullinen selvittäminen vaatii kokeellisia tutkimuksia.

Ruosteiden esiintymisestä yksittäisissä kävyissä

Pucciniastrum padin saastuttama käpy on aina täydellisesti pilalla (vrt. mm. L a g e r b e r g 1914, s. 38; L i r o 1917, s. 241; E i d e 1927, s. 35; F e r d i n a n d s e n ja J ø r g e n s e n 1938—39, s. 285; K a n g a s 1940, s. 21). Yksi itiö pystyy saastuttamaan koko kävyn (J ø r s t a d 1925, s. 83). Tuho on seuraus siitä, että sieni käyttää hyväkseen siemenien ravinnon, joten ne eivät pääse kehittymään (vrt. L a g e r b e r g 1914, s. 38). Käpyjen pituuskasvua *Pucciniastrum* ei haittaa niin pahasti. E i d e n (1927, s. 35) suorittamien mittausten mukaan oli v. 1924 Pohjois-Norjassa ruosteisten käpyjen pituus keskim. 69.2 mm ja terveiden käpyjen 77.4 mm.

Nyt suoritetuissa tutkimuksissa *Pucciniastrum padin* aikaansaamista tuhoista tehdyt havainnot olivat samanlaisia. Mm. koko tutkimuskauden suurimmat kävyt, jotka saatiin Helsingin läheltä syksyllä 1951, olivat tämän sienen saastuttamia.

Myös *Chrysomyxa piroloae* tuhoaa kävyn siemensadon Lagerbergin (op. c., s. 41) mukaan kokonaan; Ferdinandsen ja Jørgensen (op. c., s. 270) yhtyvät häneen. Liron (op. c., s. 235) mukaan sienirihmat kasvavat kaikkiin käpysuomuihin, mutta itiöitä ei aina kaikissa muodostu. Kangas (op. c., s. 21) ja Kujala (1950, s. 92) ovat hänen kanssaan samaa mieltä tuhojen vahingollisuudesta. Eide (op. c., s. 36) sai käpyjä karistaessaan *Chrysomyxan* saastuttamista kävyistä itävää siementä n. 1/3:n normaalista siemenmäärästä. Hänen mittaustensa mukaan *Chrysomyxan* saastuttamien käpyjen pituus oli keskim. 69.6 mm eli miltei sama kuin *Pucciniastrumin* saastuttamien.

Nyt suoritetuissa tutkimuksissa todettiin Eiden tapaan, että osa *Chrysomyxan* saastuttamista kävyistä muodosti normaalisesti kehittyneen näköisiä siemeniä. V. 1951 jakautuivat tämän sienen voittamat kävyt käpytuholuokkiin seuraavasti:

Tuholuokka		
I	II	III+IV
<i>Chrysomyxa</i> -kävyistä, %		
19.0	10.6	70.4

Vuosina 1952—53 ruostetta esiintyi hyvin vähän. Kun samoissa kävyissä lisäksi useimmiten oli muitakin tuhoja, jotka osaltaan vaikuttivat siihen, mihin tuholuokkaan käpy joutui, ei vastaavanlaista lukusarjaa tältä ajalta ole mahdollista esittää. Kuitenkin myös näinä vuosina saatiin tutkittavaksi *Chrysomyxan* voittamia käpyjä, joiden siemenistä ainakin osa oli täysin kehittynyt ja joissa ruosteitiöitä oli muodostunut vain osassa käpysuomuja.

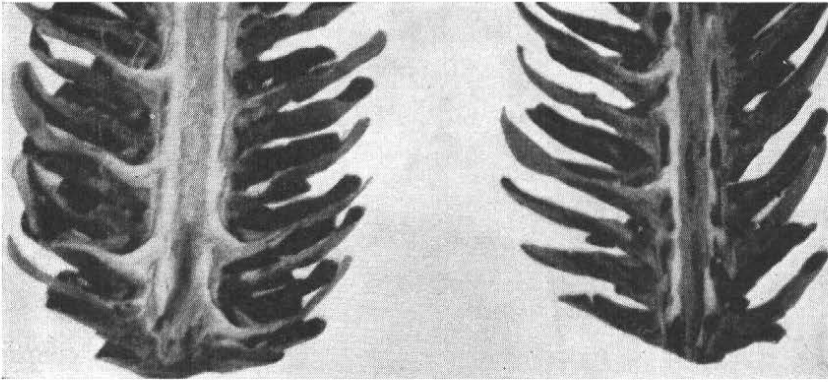
Pucciniastrum padin helmi-itiökopat kehittyvät käpysuomujen pinnalla. Kun käpy, kuten edellä ilmeni, aina saastuu kokonaan ja itiökoppia muodostuu kaikkiin suomuihin, on koppien ja siis myös itiöiden määrä riippuvainen suomujen luvusta ja koosta eli kävyn suuruudesta. Suomujen muoto taas vaihtelee sen mukaan, mistä osasta käpyä ne otetaan, joten itiökoppien luku esim. samanpituisissa keskisuomuissa on toinen kuin kärkisuomuissa. Erään havaintosarjan mukaan oli keskenään samanpituisissa suomuissa kävyn eri osissa itiökoppia keskim. seuraavasti:

		Suomun pituus, mm	
		19	21
Itiökoppia kärkisuomuissa, kpl		65.7	87.4
» tyvi	»	79.2	109,1
» keski	»	83.1	113.6

Kukin luku on 10 mittauksen keskiarvo.

Suurin määrä itiökoppia laskettiin eräästä 24 mm pitkstä suomusta, jossa niitä oli 137 kpl.

Itiökoppien laskennan yhteydessä suoritetun karkean arvioinnin mukaan yhdessä keskikokoisessa kuusen kävyssä muodostuu *Pucciniastrum*-itiöpölyä



Kuva 8. Halkaistuja *Ernobius abietis*'en vioittamia käpyjä. Hyönteistoukat kaiva-
neet erityisesti käpyjen tyviosia edistäen siten niiden putoamista puusta.

Bild 8. Gespaltene Zapfen, von *Ernobius abietis* beschädigt. Die Larven des Insekts
haben besonders in der Gegend des Zapfengrundes gegraben und dadurch am Abfallen
der Zapfen mitgewirkt.

n. 750 mm³ eli n. 600 miljoonaa itiötä. Kun yhdessä kuudessa saattaa hyvänä käpyvuonna muodostua 650—800 käpyä (vrt. R u m m u k a i n e n 1956, s. 14), ei ruosteisuuden tällöin tarvitse olla suuri, kun yhden puun itiöntuotto nousee kymmeneen miljardiin kappaleisiin. Samoin on ilmeistä, että Pohjois-Suomessa itiöntuotanto on vähäisempää kuin Etelä-Suomessa, koska pohjoisessa kävyt ovat pienempiä (vrt. m m . H e i k i n h e i m o 1920, s. 61) ja niitä muodostuu keskim. vähemmän (vrt. m m . R u m m u k a i n e n 1956, s. 14).

L a g e r b e r g i n (1914, s. 38) mukaan *Pucciniastrum padin* saastuttamat kävyt pysyvät puussa kauemmin kuin terveet. F e r d i n a n d s e n i n ja J ø r g e n s e n i n (1938—39, s. 284) mukaan ruostekävyt ovat oksissa kiinni niin lujasti, että niiden putoaminen usein tapahtuu oksan katkeamisen eikä kävyn tavanomaisen irtoamisen seurauksena.

Käpyjen pysyminen puussa helpottaa ruosteitiöiden leviämistä. Kuten R o l l - H a n s e n (1947, s. 508) on osoittanut, itiöt säilyttävät itämiskykynsä ainakin kaksi kesäkautta käpyjen tuleentumissyksyn jälkeen. Hänen mukaansa huomattava osa aecidioista avautuu vasta toisena kesänä. Jos kävyt putoaisivat puusta tavalliseen tapaan, jäisi ilmeisesti melkoinen osa kopista avautumatta ennen sitä ja itiötä joutuisi hukkaan käpyjen hautautuessa heiniin ja karikkeisiin. Täten kaikki ne tekijät, jotka jouduttavat ruosteisten käpyjen putoamista, vähentävät ruosteen leviämismahdollisuuksia. Nyt suoritettujen tutkimusten yhteydessä on todettu (vrt. R u m m u k a i n e n 1954 b, s. 75), että m m . käpykytry, *Ernobius abietis* F., kuuluu näihin tekijöihin (ks. kuva 8).

Kehittymättömistä kävyistä

Kehittymättömiksi katsottiin kävyt, joissa oli havaittavissa seuraavia tuntomerkkejä:

a) käpysuomut olivat joko kokonaan tai osaksi pehmeitä ja puutumattomia; esim. kävyn tyvessä ne saattoivat olla puutuneita, mutta kärkiosassa pehmeitä (vrt. K i h l m a n 1890, s. 238),

b) pehmeäsuomuinen käpy oli yleensä tavallista hoikempi, mutta usein myös lyhyempi kuin samalta seudulta saadut kehittyneet kävyt,

c) pehmeäsuomuinen käpy oli usein taipuillut, ilman että hyönteis- tai muu vastaava tuho olisi sen aiheuttanut.

Kehittymättömissä kävyissä eivät myöskään siemenet olleet kehittyneet, joten ne olivat täysin käyttökelvottomia.

Käpyjen ja siementen kehittymättömyys on yleisintä Pohjois-Suomessa (vrt. mm. K i h l m a n 1890, s. 238; H e i k i n h e i m o 1920 b, s. 106; 1921, s. 32; K u j a l a 1927, ss. 64—65). Ilmiön tärkein syy on liian lyhyt ja viileä kesä.

Tämän tutkimuksen yhteydessä saatiin kehittymättömiä käpyjä eri vuosina seuraavat määrät (ks. myös taulukko 11):

1951	1.3 %	koko käpymäärästä
1952	2.3 »	»
1953	0.4 »	»

Vaikka kehittymättömien käpyjen osuus kaikkina vuosina olikin varsin vähäinen, oli niitä kuitenkin v. 1952 verraten selvästi enemmän ja v. 1953 taas vähemmän kuin muina vuosina. Kuten Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen tiedotuksista ilmenee (K u u k a u s i k a t s a u s S u o m e n s ä ä o l o i h i n 1951, 1952, 1953, numerot 5—9), oli v:n 1952 kesä tavallista viileämpi ja kesä 1953 taas varsin lämmin. Ilmeisesti siis näinäkin vuosina kehittymättömyys on selitettävissä lämpöolojen perusteella.

Nyt kuten ennenkin saatiin kehittymättömät kävyt pääasiassa Pohjois-Suomesta, n. 64:nnelta leveyspiiriltä ja sitä pohjoisempaa. Joissakin tapauksissa niitä kuitenkin oli jopa maan eteläisimpien osien näytteissä. Myös K u j a l a (1927, s. 45) on pannut merkille, että toisinaan huonosti kehittyntä siementä saattaa tavata sellaisillakin seuduilla, missä ilmiö ei selity alueen yleislämpötilojen perusteella. Hän arvelee tällaisissa tapauksissa lämpöolojen aivan paikallisesti vaikuttaneen siementen kypsymistä ehkäisevästi.

Näyttää siltä (ks. taulukko 18), että kehittymättömiä käpyjä on vv. 1951—53 esiintynyt suhteellisen runsaasti soistuneiden ja yleensä aukeiden paikkojen (pihamaiden, pellon reunojen, tien varsien jne.) puissa.

Taulukko 18. Tietoja metsiköistä, joista vv. 1951—53 saatiin kehittymättömiä kuusen käpyjä

Tafel 18. Angaben über die Bestände, denen während der J. 1951—53 unentwickelte Zapfen entnommen wurden.

Selityksiä: EMT = *Empetrum-Myrtillustyyppi*, HMT = *Hylocomium-Myrtillustyyppi*, EVT = *Empetrum-Vaccinium* tyyppi, CCIT = *Calluna-Cladinatyyppi*

Vuosi Jahr	Paikkakunta Probenfundort	Leveys- piiri Breiten- grad	Metsikkö — Bestand				Käpy- sato- lk. Zapfen- ernteekl.	Kehitty- mättömiä näytteen kävyistä, % Unent- wickelte Probep- zapfen, in %
			Ku-% Fichten- %	Tiheys Dichte	Ikä, v. Alter, in J.	Metsä- tyyppi Wald- typ		
1951	Inari	68	80	?	150	EMT	1	40.0
»	Muonio	»	?	?	?	?	?	1.0
»	Rovaniemi	66	5	0.4	200	Isovarp. räme Zwerg- strauch- moor	1	
»	»	»	15	0.5	120	EMT	1	14.3
»	»	66	10	0.8	200	HMT	1	
»	Kuusamo	»	30	0.7	70	EVT	?	
»	»	»	50		170	EVT	?	4.2
»	»	»	30	0.3	160	EVT	?	
»	Toivakka	62	40	0.4	70	MT	5	1.0
				0.3				
1952	Inari	68	80	0.1	150	EMT	2	
»	»	»	?	0.4	Mä 250	?	2	
»	»	»	80	0.3	150	?	2	
»	»	»	?	0.1	350	CCIT	2	27.0
»	»	»	?	Ranta	Mä 250	?	2	
»	»	»	80	Ufer	150	?	2	
»	»	»	?	?	350	CCIT	2	
»	Pelkosenniemi ..	67	40	?	?	?	1	
»	» ..	»	30	?	?	?	1	15.5
»	» ..	»	60	0.8	?	?	1	
»	» ..	»	70	0.5	?	?	1	
»	Kuusamo	66	15	0.4	80	EMT	3	
»	»	»	75	0.7	160	HMT	3	22.0
»	»	»	60	0.6	70	Soist. EMT	2	
				0.7		Versumpft		
»	Puolanka	65	40	0.7	90	VT	1	5.7
»	»	»	80	0.7	120	HMT	1	
»	Yli-Ii	»	20	(0.6) tienvarsi	50	VT	?	5.4
»	»	»	25	Wegrand	60	VT	?	
»	Hyrnsalmi	64	80	Pihamaa	90	Soist. MT	3	1.0
				Hofraum		Versumpft		
»	Pattijoki	»	70		60	VT	1	
»	»	»	?	Pellonr.	?	—	1	32.8
»	»	»	?	Ackerrain	?	?	1	
»	Kinnula	63	60	0.7	70	MT	?	1.0
»	Juva	61	80	0.8	45	MT	2	1.0
»	Paimio	60	90	0.7	40	MT	3	1.0
1953	Hyrnsalmi	64	30	0.6	100	EVT	?	2.3
»	Vilppula	62	70	0.7	70	OMT	1	17.5

Vuosien 1951—53 aineiston perusteella ei voi sanoa, voisiko myös käpysadon suuruus ja käpyjen kehittyneisyys olla riippuvuussuhteessa toisiinsa. V. 1951 kehittymättömiä käpyjä saatiin tosin enimmäkseen paikoilta, missä ratkaisevana tekijänä oli epäilemättä lämpöolojen vaikutus eikä käpysato. V. 1952 kehittymättömiä käpyjä saatiin suhteellisen runsaasti metsiköistä, joiden käpysato oli arvioitu luokkaa 3 vastaavaksi eli sen vuoden oloihin nähden keskimääräistä paremmaksi (koko maan sadon arvo oli vain 1.9).

Siementuhojen torjunnasta

Siementuhojen torjuntatoimenpiteet voidaan jakaa kahteen ryhmään: tuhojen väistämiseen ja suoranaiseen torjuntaan tähtääviin.

Tuhojen väistäminen käy ilmeisesti parhaiten päinsä, jos voidaan odottaa huonojen käpvyvuosien jälkeen seuraavaa hyvää vuotta, jolloin ainakin hyönteistuhojen vaikutus todennäköisesti on suhteellisen vähäinen. Tällaisina vuosina, jolloin sato muutenkin on tavallisesti hyvä — vähän tyhjiä siemeniä ja kävyt usein suuria — olisi syytä kerätä siementä monien vuosien tarpeiksi.

Hyvä käpvyvuosi ei aina satu yhtä aikaa koko maassa. Siten pahoinakin tuhovuosina saattaa löytyä seutuja, missä siemenen suurisuuntainen hankinta on mahdollista (vrt. K a n g a s 1940, ss. 30—31). Toisaalta hyvinä käpvyvuosina tuhoja saattaa esiintyä runsaasti erityisesti silloin, kun useat hyvät käpvyvuodet seuraavat lähellä toisiaan. On aina syytä ennen keräämiseen ryhtymistä pistokokein ottaa selvää käpyjen terveyssuhteista.

Mitä pahimpiin h y ö n t e i s tuhojen aiheuttajiin tulee, näyttää siltä, että nykyisten ilmasto-olojen vallitessa *Dioryctria abietellan* tuhoja voidaan jossain määrin väistää pyrkimällä keräämään kävyt mahdollisimman pohjoisesta. *Pegohylemyia anthracinaa* tuskin voidaan täten väistää ja *Laspeyresia strobilella*akin — keräämällä kävyt etelästä — vain niin vähän, että sillä tuskin on käytännöllistä merkitystä. *Kaltenbachiella strobini* haitallinen erittäin runsas esiintyminen vältetään keräämällä kävyt maan etelä- ja keskiosista. Kun kävyissä tavallisesti esiintyy yhtä aikaa monia tuholaisia, ei tällaisilla väistämisyrittäyksillä liene paljon vaikutusta; jos yhden lajin väistämässä onnistutaan, saattaa toinen tuhota kävyn. Lisäksi on muistettava, että Pohjois-Suomen epäedullisten tuleentumisolojen vuoksi kuusen käpyjen kerääminen sieltä yleensä ei käy päinsä esiintyvä tuhoja tai ei, joten ajatus jonkin hyönteistuhon väistämismahdollisuudesta sijoittamalla käpyjen keräys sinne on jokseenkin vailla käytännöllistä merkitystä.

Yhtä vaikeaa on ilmeisesti koettaa päästä hyönteistuhouista eroon keräämällä käpyjä tietynlaisista metsiköistä tai metsikön osista. Vaikka tuhot keskimäärin ottaen saattavat ehkä ollakin tietynlaisissa oloissa vähäisemmät

kuin toisissa, on vaihtelu yksittäisten tapausten välillä suuri. Kannattanee kuitenkin panna merkille puhtaan, keski-ikäisen ja verraten tiheän kuusikon edullisuus. Tällaisessa metsikössä tyhjäsiemensadannes on minimaalinen ja myös tuhot ilmeisesti vähäisempiä kuin toisenlaisessa kuusikossa. Metsikön erikoispiirteiden merkitystä vähentää se, että ne näyttävät tuntuvan selvimminä huonojen käpyvuosien jälkeen seuraavana hyvänä vuonna, jolloin yleensä kaikenlaisissa kuusikoissa siementä on saatavissa.

Myös hyönteistuhojen suoranainen torjunta tuottaa vaikeuksia (vrt. K a n g a s 1952, s. 299; G ä b l e r 1955 b, ss. 281, 287). Eräs mahdollisuus lienee kuitenkin kukkien ja kävynalkujen ruiskuttaminen tai pölyttäminen hyönteismyrkyillä. Varsinaisissa metsissä se tuskin tulee kysymykseen puiden pituuden vuoksi. Sen sijaan pituuden aiheuttama haitta on pienempi siemenviljelmissä, missä käpytuhojen torjunta muutenkin on tärkeintä. Siemenviljelmien puut erikoisolosuhteissa kasvaessaan alkavat tuottaa käpyjä jo alle 10 v:n ikäisinä ja huomattavia siemenmääriä saadaan jo 1—2 m:n pituisista yksilöistä (vrt. m m. K i e l l a n d e r 1956, s. 82; H a g m a n 1957, ss. 13—14). Näin matalien ja vielä jonkin verran korkeampienkin puiden käsittely on mahdollista jopa selässä kannettavilla välineillä.

Myrkkykäsittelyjä on ilmeisesti suoritettava kesän kuluessa ainakin kaksi kertaa. Ensimmäisen käsittelyn on tapahduttava kuusen kukkimisen aikoihin tai jo vähän ennen sitä, jotta ehditään varautua *Laspeyresia strobilellan*, *Pegohylemyia anthracinan*, *Kaltenbachiella strobini*, *Plemeliella abietinan*, *Megastigmus strobilobius*'en ja osaksi myös *Eupithecia*-lajien iskeytymistä estämään. Kesäkuun lopussa suoritettava toinen käsittely tähtää *Dioryctria abietellan* ja myöhäisempien *Eupithecioiden* tuhoamiseen, ennen kuin ne ehtivät munia käpyihin. Kun eri lajien parveilun alkamista ja kestämistä on hankala todeta, lienee suositeltavaa käyttää mahdollisimman kauan vaikutuksensa säilyttäviä hyönteismyrkkyjä kuten DDT- ja lindaani-valmisteita (vrt. F j e l d d a l e n 1953; B e c h e r 1953). Tehoa lisännee vielä jonkin tartuntaa ja pysymistä edistävän aineen sekoittaminen ruiskutukseen. Ruiskutusta on pidettävä suositeltavampana kuin pölyttämistä, koska sateet ja tuulet karistavat helposti pölyn pois puista.

Maassa talvehtivia tuholaisia (*Dioryctria*, *Pegohylemyia*, *Laspeyresia illutana* ja osa *Eupithecia*-lajeista) voidaan myös yrittää hävittää niiden talvehtimissijoilla maassa. Tällöinkin ilmeisesti tulee kysymykseen mieluummin kaksi käsittelyä, joista ensimmäinen — heinäkuun alkupuolella suoritettava — tähtää lähinnä *Pegohylemyian* hävittämiseen ja toinen — elokuun loppupuolella suoritettava — torjumaan myöhemmin kävyistä laskeutuvien talvehtimistä. Tässä tapauksessa tulevat lähinnä kysymykseen lindaani- ja vastaavasti vaikuttavat hyönteismyrkyt, joita käytetään erityisesti maassa elävien hyönteisten torjuntaan (vrt. F j e l d d a l e n op. c.; B e c h e r op. c.). Yksikin käsittely ehkä riittää vähäsateisina kesinä, jolloin myrkyt

huuhtoutumisvaara on vähäinen, sillä lindaanivalmisteiden vaikutus maassa saattaa eräiden tietojen (Fuchs 1952, s. 306) mukaan säilyä maassa jopa kaksikin kesäkautta. Nyt suoritettujen tutkimusten mukaan *Pegohylemyian* toukat eivät maahan pudottautumisen jälkeen liiku juuri laisinkaan ja *Dioryctriankin* toukat vain hyvin vähän, joten tärkeintä ilmeisesti on suoraan latvusten alapuolella olevan maan käsittely. Lindaanipölyä käytettäessä voidaan laboratoriossa tehtyjen havaintojen mukaan kemikaali sekoittaa ensin esim. hienoon hiekkaan noin suhteessa 1 : 100—1 : 200, jolloin levitys maahan on helpompi suorittaa kuin myrkyä sellaisenaan käytettäessä. Tällöin säästetään myös ainekustannuksia. Tällaisen myrkytyksen edellytyksiä on tähän mennessä selvitetty pääasiassa *Larix*-lajien karpästuhoja tutkittaessa. Lisätutkimukset ovat tarpeen.

Maan käsittelyyn on luonnollisesti syytä ryhtyä vain siinä tapauksessa, että tuhoja kävyissä todetaan, sekä vasta sitten, kun tuhottavien toukkien havaitaan kehityksessään lähestyvän kävyistä poistumisen hetkeä.

Mikäli maan käsittely tulevaisuudessa osoittautuu tehokkaaksi ja taloudelliseksi toimenpiteeksi, voitaneen sitä käyttää myös varsinaisissa kuusikoissa, koska myrkyä levitys suurien puiden alle ei liene sen vaikeampaa kuin pienienkään puiden alle. Lähinnä tällöin luultavasti tulisivat kysymykseen ns. pluskuusikot, joita Metsäpuiden rodunjalostussäätiö on valinnut ja saneeraushakkuin käsitellyt siemenen hankintaa varten.

Sekä siemenviljelmät että valiokuusikot sijaitsevat niin etelässä, että *Kaltenbachiella strobis* vaikutusta ei tarvitse ottaa huomioon. Ainoa todella merkittävä hyönteinen, johon maanmyrkytystoimenpiteet eivät ulotu, on ilmeisesti *Laspeyresia strobilella*. Sitä voidaan kukkimisen tienoissa suoritettavan ruiskutuksen ohella koettaa torjua myös siten, että suojeltavasta metsiköstä vuodesta toiseen kerätään myös vikaiset kävyt ja hävitetään ne, jolloin kävyissä talvehtivat hyönteiset tuhoutuvat pääsemättä kehittymään aikuisiksi perhosiksi ja levittämään tuhoa seuraavan vuoden satoon. Tuhojen torjunnan kannalta on tärkeää kerätä kävyt, vaikka siemenen hankintaa esim. käpysadon pienuuden takia ei suoritettaisikaan. Juuri huonon käpyvuoden harvojen käpyjen tuhoamisella saattaa olla huomattava vaikutus *Laspeyresian* esiintymiseen, koska sen ei tiedetä elävän muualla kuin kuusen kävyissä. Käpyjen tarkka kerääminen ei liene mahdollista muualla kuin siemenviljelmissä.

Myös lintujen suojeleminen niiden metsiköiden tienoilla, mistä käpytuhoja halutaan torjua, on varmasti suositeltavaa, koska monet lintulajit käyttävät hyönteisiä ravintonaan suuria määriä (vrt. Berlepsch 1928, ss. 151—161).

Käpyruosteiden torjuminen metsiköstä saattaa olla hyönteistuhojenkin torjuntaa vaikeampaa. Kemikaalien käytöstä ei liene kokemuksia. Niitä ehkä kannattaisi tutkia, koska on olemassa aineita (vrt.

J a m a l a i n e n 1954), joiden tiedetään vaikuttavan moniin muihin ruostelajeihin.

Toinen mahdollisuus on koettaa hävittää ruosteiden väli-isäntäkasveja. *Chrysomyxa pirolae*n vastustaminen sillä lailla tuskin käy päinsä, koska talvikkien hävittäminen ei käytännössä liene helppoa ja koska niiden merkitys väli-isäntäkasveina on epäselvä (vrt. mm. L i r o 1906, ss. 19—21; J ø r s t a d 1925, s. 88).

Pucciniastrum padin, joka usein lieneekin edellistä pahempi kuusen käpyjen tuhoaja, esiintymisen riippuvuudesta väli-isäntäkasvin tuomen läheisyydestä sitävastoin on niin luotettavia todisteita (J ø r s t a d 1925, s. 86; R o l l - H a n s e n 1948, s. 71), että tuomen hävittäminen suojeltavien kuusikoiden läheisyydestä ilmeisesti on omiaan rajoittamaan ruostevaraana, vaikka täydellinen torjunta ehkä ei olisikaan mahdollista. J ø r s t a d i n mukaan tuomet täytyy hävittää useiden satojen metrien etäisyydeltä kuusikosta. Olisi kiintoisaa selvittää, onko ruosteitiöiden leviäminen samantapaista kuin siitepölyn. S a r v a k s e n (1956) mukaan koivun siitepöly ei huomattavassa mitassa leviä kuin n. 400 m:n päähän lähtökohdasta. R o l l - H a n s e n i n (op. c.) havainnot ruosteen esiintymisestä kuusen taimistoissa puhuvat sen puolesta, että myös tehokas *Pucciniastrum*-itiöiden leviäminen rajoittuu lyhyiden matkojen päähän.

Havainnot (vrt. mm. A u s t i n 1955, s. 38), joiden mukaan tuomi-ruostetta esiintyy pääasiassa aukeiden paikkojen laitamilla kasvavissa puissa ja vähemmän metsän sisässä, näyttäisivät viittaavan siihen, että suojeltavaa metsikköä ympäröivä muu metsä on omiaan estämään itiöpölyn pääsyä suojattaviin puihin.

Edellä esitetyn perusteella näyttää siltä, että kuusisiemenviljelmissä esiintyviä käpytuhoja voidaan rajoittaa sitä enemmän, mitä useampia seuraavista toimenpiteistä suoritetaan

- a) viljelmä perustetaan mieluummin toisen puulajin metsikön sisään,
- b) tuomi hävitetään ainakin 0.5 km:n etäisyydeltä viljelmästä,
- c) kuusen kukkimisen aikaan tai vähän sitä ennen ruiskutetaan viljelmän puut hyönteismyrkyllä,
- d) kesäkuun lopussa suoritetaan toinen ruiskutus,
- e) heinäkuun alkupuolella (kävyissä tavattujen karpästoukkien kehitysteestä riippuen) käsitellään maa puiden alla lindaani- tai vastaavalla hyönteismyrkyllä,
- f) elokuun lopussa (koisantoukkien kehitysteestä riippuen) suoritetaan toinen maan käsittely,
- g) syksyisin kerätään ja hävitetään vikaiset kävyt,
- h) suojellaan hyönteisiä syöviä lintuja viljelmän läheisyydessä.

*

Vielä käpyjen varastoinnin yhteydessä on syytä kiinnittää huomiota *Laspeyresia strobilellan* aiheuttamien tuhojen torjuntaan (vrt. L a m p a 1907; Tr ä g ä r d h 1914, 1939; S a a l a s 1949; R u m m u k a i n e n 1954 c). Jos käpyjä ei karisteta heti keräämisen jälkeen, vaan niitä säilytetään lämpimässä varastossa, jatkavat kävyissä olevat *Laspeyresian* toukat siellä siementen hävittämistä. Ruotsalaisten havaintojen mukaan tällaisen varastoinnin aikana tuhoutuu monta vertaa enemmän siemeniä kuin koko keräämistä edeltäneenä kesänä. Siitä syystä kerätyt kävyt on karistamiseen asti säilytettävä viileässä varastossa, jolloin toukat pysyvät horroksissa eivätkä tee vahinkoa.

Tutkimustulosten tiivistelmä

Esillä olevan tutkimuksen tuloksista voidaan tehdä tiivistelmä, josta ilmenee mm. seuraavaa.

1. Kuusen käpytuhoista aikaisemmin, pääasiassa 1920—1940-luvuilla eri yhteyksissä tehtyjen havaintojen mukaan tuhot ovat olleet krooninen ilmiö, joka varsinkin 1930—1940-luvuilla suhteellisen yleisistä ja runsaista käpyvuosista huolimatta on saattanut ehkäistä siemenen riittävän saannin edes taimitarhojen tarpeiksi. — Tuhonaiheuttajista mainitaan useimmiten hyönteiset, erityisesti *Laspeyresia strobilella* ja *Dioryctria abietella*, sekä käpyruosteet *Pucciniastrum padi* ja *Chrysomyxa pirolae*.

2. Esillä olevan tutkimuksen yhteydessä selvitettiin kuusen siemen-sadon suuruuteen ja laatuun vaikuttavia tekijöitä vv. 1951—53 analysoimalla käpynäytteitä (yht. n. 16 000 kuusen käpyä), suorittamalla tuhoja koskevia erikoistutkimuksia ja arvioimalla käpysatoja. Näytteitä saatiin 1 028:sta metsiköstä.

3. Tutkimusvuonna 1951 oli verraten hyvä käpyvuosi useiden huonojen jälkeen. Käpysadon arvo koko maassa oli 0—5-asteikon mukaan arvioituna 3.4. V. 1952 sadon arvo oli 1.9 ja v. 1953 1.4.

4. V. 1951 oli kävyistä terveitä keskim. 45 %, v. 1952 = 25 % ja v. 1953 = 15 %. Vaikka tuhojen suhteellinen määrä vuosi vuodelta lisääntyi, olivat absoluuttiset tuhot v. 1951 ilmeisesti paljon runsaammat kuin muulloin (vrt. s. 21). V. 1951 tuhot olivat suhteellisesti lievimmät, mutta absoluuttisesti ottaen kaikkein ankarimpiakin — koko kävyn pilanneita — tuhoja esiintyi tällöin eniten.

5. Tuhot olivat suhteellisesti sitä vähäisemmät ja lievimmät, mitä paremmasta sadosta (kämpysatoluokasta) oli kysymys (vrt. taulukko 5), vaikka samansuuruisiksi arvioidusta sadosta kerättyjen yksittäisten käpynäytteiden vikaisuudessa saattoikin esiintyä suuria eroja. Erityisen selvästi kämpysatoluokat erosivat toisistaan vv. 1951 ja 1953, epäselvemmin v. 1952. — Tuhoja esiintyi ehkä odotettua runsaammin keskinkertaista paremmissa ja odotettua vähemmän sitä huonommissa kämpysadoissa.

6. Eri metsätyypeistä (OMT, MT, VT) kerättyjen käpyjen vikaisuudessa ei ollut suuria eroja (vrt. taulukko 6). Tuhot olivat jonkin verran lievempiä OMT:n kuin muiden tyyppien ja ankarimpia VT:n kävyissä. Ero oli selvin v. 1951.

7. Metsikön kuusisadannes vaikutti kaikkina tutkimusvuosina siten, että sadanneksen ollessa 1—10 tuhot olivat suhteellisesti yleisimmät ja pahimmat (ks. taulukko 7). Erityisen selvä oli ero muihin kuusisuusluokkiin (11—40, 41—70, 71—100 %) nähden v. 1951.

8. Metsikön tiheys vaikutti tuhojen esiintymiseen siten, että harveikoissa (tiheysluokat 0.3—0.5) vikaisuus oli runsaampaa ja ankarampaa kuin niitä tiheimmissä metsiköissä (vrt. taulukko 9). Tiheysluokkien 0.6—1.0 tuhojen välillä ei havaittu eroja.

9. Puiden iällä ei näyttänyt olevan paljon vaikutusta tuhojen esiintymiseen. Kuitenkin 76—100-vuotuisissa puissa oli kaikkina tutkimusvuosina suhteellisesti eniten käyttökelpoisia käpyjä ja vähiten pahasti vioittuneita (vrt. taulukko 10).

10. Metsikön eri ominaisuuksien vaikutusta keskenään verrattaessa havaittiin (ks. s. 34), että kuusisadanneksen muutoksilla oli suurin ja tiheyden muutoksilla lähes yhtä suuri vaikutus tuhojen esiintymiseen. Metsätyyppin ja puiden iän vaikutus oli pienempi ja keskenään yhtä suuri. Yleensä kaikkien ominaisuuksien vaikutus näkyi selvimmin huonojen käpyvuosien jälkeisenä hyvänlaisena vuonna 1951 ja heikoimmin v. 1952.

11. Käpytuhojen aiheuttajista olivat yleisimmät (vrt. taulukko 11) *Laspeyresia strobilella*, *Dioryctria abietella* ja *Pegohylemyia anthracina*. Muilla hyönteisillä (*Eupithecia* spp., *Plemeliella abietina*, *Kaltenbachiella strobi*) oli vähäinen vaikutus siemensadon laatuun, vaikka *Kaltenbachiella* olikin käpyjen yleisin hyönteinen. *Megastigmus strobilobiusta* ei tavattu, ei myöskään *Laspeyresia illutanaa*, jonka viimeksimainitun puuttuminen saattoi kuitenkin johtua siitä, että hyönteinen, jonka tuhon jäljet ovat samanlaisia kuin *L. strobilellan*, oli tutkimuksen syksyisin alkaessa ehtinyt poistua kävyistä maahan talvehtimaan. *Ernobius abietis* esiintyi vain ylivuotuisissa kävyissä. Käpyruosteita (*Pucciniastrum padi* ja *Chrysomyxa pirolae*) esiintyi vähän.

12. Verrattaessa kuusen siementuhoja vuosina 1951—53 vuonna 1937 esiintyneisiin, oli havaittavissa eroja, jotka saattavat johtua ilmaston kylmenemisestä v:n 1937 jälkeen (vrt. ss. 36—37).

13. *Laspeyresia strobilellan* aiheuttamat tuhot lisääntyivät vuosi vuodelta, samoin tuhojen ankaruus (vrt. taulukot 11 ja 12). Tuhot olivat Pohjois-Suomessa jonkin verran yleisempiä kuin muualla maassa, mutta erityisesti v. 1952 hyvin pahoja myös etelässä (vrt. taulukko 13). Tämän hyönteisen tuhojen erottaminen kävyistä niitä päällisin puolin tarkastellen ei näytä olevan mahdollista muuta kuin erittäin ankarien tuhojen sattuessa.

14. *Dioryctria abietellan* tuhot lisääntyivät vuodesta 1951 vuoteen 1952, mutta eivät enää vuodesta 1952 vuoteen 1953 (vrt. taulukko 11 ja kuva 4). Yksittäisissä kävyissä tuhot olivat ankaria (vrt. taulukko 14). Hyönteinen oli huomattavasti yleisempi maan etelä- ja keski- kuin pohjoisosissa (vrt. taulukko 15).

15. *Pegohylemyia anthracinan* tuhot olivat kaikkina tutkimusvuosina suunnilleen yhtä runsaat (vrt. taulukko 11). Tuhot olivat enimmäkseen lievänlaisia (vrt. taulukko 16). Toukat poistuivat kävyistä Etelä-Suomessa heinäkuun puolenvälin tienoissa, Pohjois-Suomessa jopa kuukautta myöhemmin.

16. *Eupithecia*-lajien aiheuttamia tuhoja esiintyi kautta koko maan suunnilleen yhtä runsaina (vrt. s. 50), mutta lievinä.

17. *Plemeliella abietinan* aiheuttamia tuhoja todettiin vain maan etelä- ja keskiosissa satunnaisesti (vrt. s. 50).

18. *Kaltenbachiella strobi* oli erittäin yleinen (vrt. taulukko 11); erityisesti n. 65:nneen leveyspiirin tienoilta pohjoiseen sitä esiintyi runsaasti (vrt. s. 52). Harvakseltaan esiintyessään se ei näytä aiheuttavan siementen kehittymiselle haittoja.

19. *Pucciniastrum padi* ja *Chrysomyxa pirolae* olivat v. 1951 huomattavasti yleisempiä kuin muina vuosina (vrt. taulukko 11). V. 1951 ruosteita oli eniten siellä, missä sato oli paras. Yleensäkin ruosteet näyttävät olevan sitä yleisempiä, mitä parempi on käpysato sen lisäksi, että ruostevuosille on tunnusomaista sateinen kesäkuu. — *Pucciniastrum padin* saastuttamista kävyistä ei saatu siementä, mutta kyllä *Chrysomyxa pirolaen* saastuttamista useissa tapauksissa. — Keskikokoinen *Pucciniastrumin* saastuttama käpy tuottaa n. 600 milj. ruosteitiötä. — *Ernobius abietis*-kova-kuoriainen ylivuotisiin käpyihin iskeytyessään jouduttaa käpyjen putoamista puusta ja siten ilmeisesti rajoittaa *Pucciniastrum*-taudin leviämistä.

20. Kehittymättömiä käpyjä saatiin suhteellisesti eniten viileän kesän 1952 sadosta ja vähiten lämpimän kesän 1953 sadosta. Havainnot näyttävät viittaavan siihen, että kehittymättömyys olisi suhteellisen runsasta soistuneiden maiden ja aukeilla paikoilla kasvavissa puissa (vrt. taulukko 18, s. 62).

21. Kuusen siementuhojen väistäminen käy parhaiten päinsä, jos käpyjen keruu voidaan suorittaa huonojen käpyvuosien jälkeen seuranneena hyvänä vuonna. Tällöin on syytä kerätä useiden vuosien siementarve. Metsikön rakenteellisilla ominaisuuksilla siemensadon laatuun ja runsauteen on vähemmän vaikutusta, vaikka lieneekin syytä panna merkille, että hyvän metsätyypin puhtaasta, verraten tiheästä ja keski-ikäisestä kuusikosta nyt suoritettujen tutkimusten mukaan saadaan terveintä siementä. — Tuhojen torjumiseksi kuusisiemenviljelmistä laadittiin aikaisempiin ja nyt suoritettuihin tutkimuksiin perustuen ehdotus (vrt. s. 67).

Kirjallisuutta

- Ahola, V. K. 1946. Kuivumistuoja esiintyy kuusikoissa. Metsälehti, n:o 36, s. 1.
- Austin, T. 1955. Skogtraernes frøsetning 1954. Tsg, 63, ss. 27—40.
- Baer, W. 1906. Beobachtungen und Studien über *Dioryctria splendidella* HS. und *abietella* S. V. TFJ, 56, ss. 63—85.
- Baker, F. S. 1950. Principles of silviculture. N. Y., Toronto, London.
- Bakke, A. 1955. Insects reared from spruce cones in Northern Norway 1951. Norsk ent. tidsskr., 9, ss. 152—212.
- Becher jun., C. 1953. Schädlingbekämpfungsmittel. Halle.
- Berlepsch, H. v. 1928. Yleinen lintusuojelu. Porvoo.
- Blomqvist, A. G. 1876. Några iakttagelser rörande fröbildningens periodicitet hos tallen och granen samt ekorrens förekommande i Finland. MFFIF, hft 1, ss. 47—54.
- »— 1883. Granen. Helsingfors.
- Gerike, H. 1889. *Grapholita strobilella*. ZFJ, 21, ss. 321—326.
- Dillner, C. 1922. Epidemi av *Chrysomyxa pyrolae*. ST, 20, ss. 89—100.
- Eide, E. 1927. Undersøkelse av nordenfjelsk granfrø 1925. MNS, hft 8, ss. 15—39.
- Enbom, K. U. 1932. Tämän vuotiset männyn ja kuusen kävyt. Tapio, 25, ss. 39—40.
- E. N. 1904. Käpy- ja siemenvuosista. Metsänystävä, 10, ss. 53—56.
- Escherich, K. 1938. Die phytophagen *Megastigmus*-Arten (*Chalcididae*) als Zerstörer von Nadelholzsamen. ZAE, 25, ss. 364—380.
- »— 1942. Die Forstinsekten Mitteleuropas. V. Berlin.
- Ferdinandson, C. og C. A. Jørgensen 1938—39. Skovtraernes sygdomme. I, II. København.
- Ferrant, V. 1911. Die schädlichen Insekten der Land- u. Forstwirtschaft, ihre Lebensweise und Bekämpfung. Luxemburg.
- Fischer, E. 1906. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Uredineen. Centr. bl. f. Bakt. etc., Abt. II, 15.
- Fjeldalen, J. 1953. Nykyaikaiset hyönteismyrkyt, niiden etu- ja varjopuolet. Maatalous, n:o 9—10.
- Fuchs, W. H. 1952. Bodenentseuchung. Handb. d. Pflanzenkrankh., VI, 1, ss. 144—333.
- Gäbler, H. 1955. Forstliche Samenschädlinge und ihre Bedeutung. Archiv. f. Forstwes., 4, ss. 434—438.
- »— 1955 b. Forstschutz gegen Tiere. Berlin.
- Hagman, M. 1957. Selostus säätiön käytännöllisestä toiminnasta vuonna 1956. Metsäpuiden Rodunjalostussäätiö. Tiedoituksia n:o 3.
- Hansen, V., W. Hellén, A. Jansson, Th. Munster, A. Strand 1939. Catalogus coleopterorum Daniae et Fennoscandiae. Helsingforsiae.

- Heikinheim, O. 1920. Kuusimuodoista ja niiden metsätaloudellisesta arvosta. Referat: Über die Fichtenformen und ihren forstwirtschaftlichen Wert. CIFF, 2.
- 1920 b. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder. CIFF, 3.
- 1921. Suomen metsärajametsät ja niiden vastainen käyttö. Referat: Die Waldgrenzenwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. CIFF, 4.
- 1922. Männyn- ja kuusensiemenen laadusta eri osissa maata. Tapio, 15, ss. 142—146.
- 1925. Tietoja vuoden 1924—1925 männyn ja kuusen siemenen laadusta. Tapio, 18, ss. 111—113.
- 1926. Kasvusuhteet ja siemenvuosi. Tapio, 19, ss. 7—9.
- 1927. Kasvusuhteet ja siemenvuosi. Tapio, 20, ss. 6—8.
- 1928. Kasvusuhteet ja siemenvuosi. Tapio, 21, ss. 10—11.
- 1929. Kasvusuhteet ja siemenvuosi. Tapio, 22, ss. 13—15.
- 1931. Männyn ja kuusen käpyjen runsaus kevättalvella 1931. Metsätietoa, I, ss. 34—38.
- 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. CIFF, 17, 3.
- 1932 b. Vuosi 1932 männyn ja kuusen siemenvuotena ja sen antama opetus. Metsätietoa, I, 3, ss. 106—114.
- 1933. Vuosi 1933 männyn ja kuusen siemenvuotena sekä lisähavaintoja havupuiden siemenen tuleentumisesta. Metsätietoa, I, 5, ss. 188—195.
- 1934. Vuosi 1934 männyn ja kuusen siemenvuotena. Metsätietoa, I, 7, ss. 285—290.
- 1935. Vuosi 1935 männyn ja kuusen siemenvuotena. Metsätietoa, I, 9, ss. 378—382.
- 1936. Vuosi 1936 männyn ja kuusen siemenvuotena. Metsätietoa, II, 1, ss. 17—22.
- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. CIFF, 24, 4.
- 1937 b. Vuosi 1937 männyn ja kuusen siemenvuotena. Referat: Jahr 1937 als Samenjahr der Kiefer und Fichte. Metsätietoa, II, 3, ss. 121—126.
- 1940. Metsäpuiden siemensadot vuosina 1940—1941 ja 1941—1942. Metsälehti, n:o 44, ss. 4—6.
- 1947. Taimitarhamme tuottivat viime vuonna . . . Metsälehti, n:o 15, ss. 2—3.
- 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä. III. Summary: On the seeding capacity of forest trees. III. CIFF, 35, 3.
- Hellén, W. Ks. Hansen, V.
- Holste, G. 1922. Fichtenzapfen- und Fichtensamenbewohner Oberbayerns. ZAE, 8, ss. 125—160.
- Ilvessalo, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Helsinki.
- 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Helsinki.
- 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. CIFF, 47, 1.
- Jamalainen, E. A. 1954. Uusista kasvitautien torjunta-aineista. Maatal. koe-lait. kasvitautios. tied. ant., n:o 11.
- Jansson, A. Ks. Hansen, V.
- Juul, J. G. 1925. Skader paa grankonglene i Nordland. TSg, 33, s. 547.

- Juutinen, P. 1952. Oravan kuusen siemensadolle aiheuttamasta vahingosta. MA, 69 (15), ss. 219—221.
- 1952 b. Isonkäpylinnun (*Loxia pytyopsittacus* BORKH.) esiintymisestä ja ravinnosta Pohjois-Karjalassa kesinä 1947—50. Luonnon tutk., 56, ss. 52—54.
- 1953. Pikkukäpylinnun (*Loxia curvirostra* L.) ravinnosta ja metsätaloudellisesta merkityksestä. Referat: Über Nahrung und forstwirtschaftliche Bedeutung des Fichtenkreuzschnabels (*Loxia curvirostra* L.). CIFF, 41, 3.
- Jørstad, I. 1925. Norske skogsykdommer. I. Nåletresykdommer bevirket av rustsopper, ascomyceter og fungi imperfecti. MNS, 2, ss. 19—186.
- 1928. Nord-Norges skogsykdommer. TSg, 36, ss. 365—456.
- Kangas, E. 1937. Hyönteistuhoja runsaasti kuusenkävyissä. Metsälehti, n:o 5, ss. 1—2.
- 1937 b. Kuuset kuivuneet monin paikoin. Metsälehti, n:o 38, s. 3.
- 1937 c. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. Referat: Untersuchungen über die in Kiefernpflanzenbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. CIFF, 24, 1.
- 1938. Kuusen siemenen tarve kohonnut jo n. 7 000 kiloon vuodessa. Metsälehti, n:o 1, s. 1.
- 1940. Kuusen siemensato ja käpytuhot v. 1937. Referat: Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte im J. 1937. CIFF, 29, 2.
- 1942. Kuusenkävyissä todettu uusia tuholaisia. Metsälehti, n:o 9, s. 5.
- 1942 b. *Laspeyresia illutana* H.—S. AEF, 8, s. 192.
- 1945. Eine neue *Megastigmus*-Art (*Hym., Chalcididae*) als Samenschädling an *Abies sibirica*. AEF, 11, ss. 177—184.
- 1945 b. Käpy- ja siementuhoista suoritettu tuloksellisia tutkimuksia. Metsälehti, n:o 49, ss. 1—2.
- 1949. Metsätuhot. Suuri Metsäkirja. I, ss. 487—532. Porvoo—Helsinki.
- 1952. Metsätuhojen torjunnan kohteet ja tämänhetkiset mahdollisuudet Suomessa. MA, 69 (15), ss. 297—303.
- 1956. Metsätuhojen tuntemisesta ja torjunnasta. Tapion taskukirja, 13. painos, ss. 147—161.
- ja K. Leskinen 1943. *Pegohylemyia anthracina* CZERNY (*Dipt., Muscidae*) als Zapfenschädling an der Fichte. AEF, 9, ss. 195—212.
- ja P. Lovász 1940. Zur Biologie und forstlichen Bedeutung von *Callimome azureum* BOH. (*Hym., Chalcididae*). AEF, 6, ss. 140—154.
- Keller, C. 1905. Untersuchungen über die Höhenverbreitung forstschädlicher Tiere in der Schweiz. MSFV, 8, ss. 3—80.
- Keränen, J. 1955. Die Temperaturschwankungen in Finnland seit dem Jahre 1830. Meteorol. Abh., II, Hft 4, ss. 25—38.
- Keskusmetsäseura Tapion toiminta v. 1938 ja Metsänhoitolautakuntien vv. 1929—1938. 1939. Helsinki.
- Kiellander, C. L. 1956. Beskränning och formning av barrträdsympar i fröplantager. ST, 54, ss. 75—93.
- Kihlman, A. O. 1890. Pflanzenbiologische Studien aus Russisch Lappland. AFFIF, VI, 3.
- Klebahn, H. 1904. Die wirtwechselnden Rostpilze. Berlin.
- Kohmann, Ch. D. 1954. Granfrø 1954. TSg, 62, ss. 63—67.
- Korhonen, V. V. 1951. Die mittlere Niederschlagshöhe in Finnland in den Jahren 1886—1935. Ilmatiet. Keskuslait. toimit., n:o 34.

- Kujala, V. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. Selostus: Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenen rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. CIFF, 12.
- 1928. Kuluva vuosi siemenvuotena ja siemenen kotipaikan merkitys. Tapio, 21, ss. 127—129.
- 1950. Über die Kleinpilze der Koniferen in Finnland. Selostus: Havupuiden pikkusienistä Suomessa. CIFF, 38, 4.
- Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin v. v. 1915, 1928, 1931, 1934, 1937, 1951, 1952, 1953.
- Lagerberg, T. 1914. Grankottens svampsjukdomar. Skogen, 1, ss. 37—41.
- Lampa, S. 1912. Undersökningar av grankottar 1907. Uppsats i prakt. entom., 17, ss. 49—55.
- Lampio, T. 1948. Luontaiset edellytykset maamme oravatalouden perustana. Suomen riista, 2, ss. 79—144.
- 1952. Squirrel hunting based on the ecology of the species. Riistatiet. julk., 8, ss. 44—49.
- 1953. Oravan metsästys. Suomen riista, 8, ss. 114—119.
- Leskinen, K. Ks. Kangas, E. 1943.
- Lie 1921. Granens fröar i Innherredsbyddene. Skogeieren, 8, s. 302.
- Liro, J. I. 1906. Kulturversuche mit finnischen Rostpilzen. I. AFFIF, 29, 6.
- 1913. Kuusen käpyruosteet. Tapio, 6, ss. 288—290.
- 1917. Tärkeimmät tuhosienet. Helsinki.
- 1928. Punapölyisistä kuusenkävyyistä. Tapio, 21, ss. 349—351.
- Lovász, P. 1941. Beobachtungen über die Biologie und das Auftreten des Fichtenzapfenwicklers (*Laspeyresia strobilella* L.) und seiner Parasiten. AEF, 7, ss. 93—103.
- 1942. Fliegenlarven als Zapfenschädlinge. AEF, 8, ss. 79—83.
- 1942 b. Über das schädliche Auftreten von *Laspeyresia illutana* H.—S. (*Lep., Tortricidae*). AEF, 8, ss. 214—217.
- ja Kangas, E. 1940. Ks. Kangas, E.
- Metsälehti 1935. Käpyjen tarjonta ollut harvinaisen runsasta. N:o 12, s. 1.
- 1938. Hyvä siemenvuosi ensi syksynä männyllä. N:o 39, s. 2.
- 1939. Kelvollisista kuusenkävyyistä tänäkin vuonna puute. N:o 8, s. 3.
- 1939 b. Metsäpuiden taimia ... N:o 11, s. 1.
- 1941. Minkälaiset mahdollisuudet on nyt saada uutta männyn ja kuusen siementä? N:o 51—52, s. 2.
- 1942. Käpyjen keruu ... N:o 2, s. 1.
- 1942 b. Kuusella kohtalaisen hyvä käpyvuosi. N:o 37, s. 3.
- 1943. Kuusenkävyt. N:o 10, ss. 5—6.
- 1943 b. Kuusen käpyjen keräyksestä oli Etelä-Suomessa luovuttava. N:o 16—17, s. 3.
- 1943 c. Havupuiden käpy- ja siemenvuosi koko maassa heikko. N:o 47, s. 1.
- 1945. Havupuillamme heikonlainen siemenvuosi. N:o 17, s. 5.
- 1946. Metsäpuiden siemensato. N:o 8, ss. 1—2.
- 1947. Metsäpuiden siemenhankinta ... N:o 9, ss. 1—2.
- 1947 b. Kuusen siementä tuskin lähivuosina saadaan. N:o 39, s. 1.
- 1948. Metsäpuiden siemenhankinta ... N:o 20, ss. 1—2.
- 1949. Männyn siemensato lähivuosina kohtalainen. N:o 3, s. 1.
- 1950. Kuusella jälleen siemenkato. N:o 4, s. 1.
- 1950 b. Käsätsato heikko ... N:o 45, s. 1.

- Metsälehti 1951. Hyvää kuusen siementä maan keski- ja itäosissa. N:o 46, s. 1.
- Metsänystävä 1900. Tuon erittäin runsaan siemenvuoden . . . 6. vuosik., s. 128.
- Metsätaloudellinen Aikakauskirja 1921. Granen blommar . . . 38. vuosik., s. 127.
- Metsätilasto vv. 1895—1950.
- Metsätilastokomitean mietintö 1956. Summary: Report of the committee on forest statistics. SF, 89.
- Munster, Th. Ks. Hansen, V.
- Neger, F. W. 1919. Die Krankheiten unserer Waldbäume und wichtigsten Gartengehölze. Stuttgart.
- Nowotny 1911. Vorkommen des Fichtenzapfen-Zünlers. Deutsche Forstz., 26, s. 1010.
- Observations météorologiques année 1900. Observ. météor. publ. par. l'inst. météor. centr. d. l. soc. d. Finl. 1899—1900. Helsingfors.
- Översigt over luftens temperatur og nedbøren i Norge i aaret 1892, 1913, 1914, 1919, 1921, 1924, 1925, 1926.
- Pohjakallio, O. 1936. Sokerien vaikutuksesta kasvien ruosteenarkuuteen. MaA, 8, ss. 89—114.
- »— 1951. Om den ekonomiska betydelsen av vårsädens rostsjukdomar i Finland. Nordisk jordbr. forskn., ss. 480—485.
- »— und O. Vaartaja 1948. Über Vorkommen und Sporenbildung von *Coleosporium melampyri* Kleb. auf verschiedenen Standorten und Wirtspflanzen. Selostus: *Coleosporium melampyri* Kleb.-sienen esiintymisestä ja itiömuodostuksesta erilaisilla kasvupaikoilla ja eri isäntäkasvilajeissa. AFF, 55, 2.
- Purhonen, O. A. 1911. Pieni tutkimus kuusen kävyistä ja siemenistä. SMJ, 28, ss. 456—457.
- Pynnönen, A. 1939. Beiträge zur Kenntnis der Biologie finnischer Spechte. I. Selostus: Lisiä Suomessa tavattavien tikkalajien biologiaan. I. AZV, 7, 2.
- »— 1943. Beiträge zur Kenntnis der Biologie finnischer Spechte. II. Die Nahrung. Selostus: Lisiä suomalaisten tikkalajien biologiaan. II. Ravinto. AZV, 9, 4.
- Raesfeldt 1889. Ein Fichtenzapfenfrass. FC, 11, ss. 268—270.
- Ramberg, S. 1934. Litt kongleinnsamling og klengning — et forslag. TSg, 42, ss. 106—116.
- Ratzeburg, J. Th. Chr. 1840, 1844. Die Forst-Insecten. II, III. Berlin.
- Rieck, W. und P. Vité 1953. Beobachtungen über den kleinen Fichtenzapfennagekäfer *Ernobius abietis* F. (*Col., Anobiidae*). FC, 72, ss. 28—37.
- Röll-Hansen, F. 1947. Nytt om lokkrusten (*Pucciniastrum padi*). MNS, 34, ss. 503—510.
- »— 1948. Lokkrusten (*Pucciniastrum padi*) kan gjøre stor skade på toppskudd av gran. TSg, 56, ss. 70—73.
- Rumukainen, U. 1952. Kuusen siementuhoista vuonna 1951. MA, 69 (15), ss. 44—46.
- »— 1952 b. »Oravaa pienemmät» kuusen käpyjen kimpussa. Metsätietoa, n:o 5, ss. 71—78.
- »— 1954. Männyn ja kuusen käpysadosta ja sen arvioinnista vuosina 1950—53. Referat: Über den Zapfenertrag von Kiefer und Fichte sowie dessen Schätzung in Finnland in den Jahren 1950—53. AFF, 61, 20.
- »— 1954 b. Beobachtungen über die Bedeutung des Fichtenzapfennagekäfers, *Ernobius abietis* F. (*Col., Anobiidae*) als Fichtenzapfennageschädling. AEF, 20, ss. 69—75.

- Rummukainen, U. 1954 c. Kuusen siemensatoon vaikuttavia tekijöitä pitäen silmällä vuoden 1954 satoa. Summary: Factors affecting the spruce seed crop in 1954. MA, 71 (17), ss. 481—483.
- »— 1954 d. Eräiden kuusenkäpytuholaisten esiintymisestä eri leveysasteilla. Referat: Über das Auftreten einiger Zapfenschädlinge der Fichte auf verschiedenen geographischen Breiten in Finnland. CIFF, 42, 4.
- »— 1955. Käpytuhojen esiintymisestä metsikössä erään esimerkin valossa. Summary: On cone injuries in a larch stand. AEF, 21, ss. 45—50.
- »— 1956. Käpysadon arvioinnista. Referat: Über die Abschätzung der Zapfenernte. CIFF, 46, 7.
- »— 1958. Käpyjen pituuteen vaikuttavista syistä. Konekirjoite.
- Saalas, U. 1917, 1923. Die Fichtenkäfer Finnlands. Ann. acad. sc. Fenn., A 8, A 22.
- »— 1924. Suomen metsien tärkeimmät tuhohyönteiset ja niiden torjuminen. Porvoo.
- »— 1927. Toukkia kuusenkävyissä. Tapio, 20, ss. 18—22.
- »— 1949. Suomen metsähyönteiset ja muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. Suomen Tiedettä, 5.
- Sahlberg, J. 1890. *Cecidomyia Strobi* WINNERTZ, en skadeinsekt uti nordens granskogar. MFFIF, 17, ss. 14—16.
- Sarvas, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of Southern Finland. CIFF, 37, 5.
- »— 1955. Investigations into the flowering and seed quality of forest trees. Selostus: Tutkimuksia metsäpuiden kukkimisesta ja siemensadon laadusta. CIFF, 45, 7.
- »— 1956. Investigations into the dispersal of birch pollen with a particular view to the isolation of seed source plantations. Selostus: Tutkimuksia koivun siitepölyn leviämisestä erityisesti siemenviljelysten eristämistä silmällä pitäen. CIFF, 46, 4.
- »— 1956 b. Puulajit. Metsäkäsikirja. I, ss. 454—474. Helsinki.
- Schimitscheck, E. 1937. Forstschädlingaufreten in Österreich 1936. CF, 63, ss. 1—25.
- Schwerdtfeger, F. 1944. Die Waldkrankheiten. Berlin.
- Schütze, K. T. 1931. Die Biologie der Kleinschmetterlinge unter besonderer Berücksichtigung ihrer Nährpflanzen und Erscheinungszeiten. Frankfurt am Main.
- Schøyen, W. M. 1914. Insekt- og soppskade paa gran- og furukongler. TSg, 22, ss. 216—224.
- Seitner, M. 1908. Die Fichtensamengallmücke (*Plemeliella abietina*). CF, 34, ss. 185—190.
- »— 1916. Über Nadelholzsamen zerstörende *Chalcididen*. CF, 42, ss. 210—324.
- »— 1929. *Chortophila laricicola* KARL., die Lärchenzapfen- und Samenfliege und ihre Feinde. CF, 55, ss. 153—167.
- Šimák, M. 1955. Bestämning av insektskador på granfrö medelst röntgenfotografering. NSKT, 53, ss. 299—310.
- Skogforvalternes frørapporter 1914, 1924, 1925. TSg, 22, s. 513; 32, s. 606; 33, ss. 548—549.
- Skogtraernes frøsaetning 1921, 1926. TSg, 29, s. 341; 34, ss. 523—525.
- Spessivtseff, P. 1924. Grankottmätaren (*Eupithecia abietaria* och *strobilata*) och deras skadegörelse. MS, 21, ss. 295—310.
- Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt. Årsbok 3. 1921.

Strand, A. Ks. Hansen, V.

Tahvonen, E. 1931. Kuusenkäpyjen asukkaista. Tapio, 24, ss. 470—476.

Tapio 1910. Kuusen kävyissä . . . Vuosik. 3, ss. 308—309.

—»— 1915. Ruostesieni kuusen kävyissä. Vuosik. 8, s. 288.

—»— 1915 b. Käpy- ja siemensato Ruotsissa. Vuosik. 8, s. 31.

—»— 1921. Puiden siemeniä . . . Vuosik. 14, s. 120.

—»— 1928. Toukat kuusenkävyissä. Vuosik. 21, s. 35.

Tiensuu, L. 1936. Die bischer aus Finnland bekannten *Musciden*. AFFIF, 58, 4.

Tirén, L. 1935. Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. MS, 28, ss. 413—524.

Trägårdh, I. 1914. Gran- och tallkottarnas vanligaste skadeinsekter. Skogen, 1, ss. 42—50.

—»— 1917. Undersökningar över gran- och tallkottarnas skadeinsekter. MS, 13—14, ss. 1141—1204.

—»— 1921. Skogsinsekternas skadegörelse under år 1918. MS, 18, ss. 281—314.

—»— 1924. Skogsinsekternas skadegörelse under åren 1919—1921. MS, 21, ss. 259—294.

—»— 1924 b. Trägnagarestudier. MS, 21, ss. 311—338.

—»— 1939. Sveriges skogsinsekter. Stockholm.

Ursin, E. 1943. Insektangreb paa Kongler af Rødgran (*Picea abies* L.) Vinteren 1942—43. DST, 6, ss. 270—287.

Vaartaja, O. Ks. Pohjakallio, O. 1948.

Wahlgren, A. 1893. Några ord om årets grankottsjukdom. Skogsvännen, n:o 3, ss. 40—45.

Vartiio, E. 1946. Oravan talvisesta ravinnosta käpy- ja käpykatovuosina. Suomen riista, 1, ss. 49—72.

Vesterinen, E. 1915. Kuusen ja männyn käpysato syksyllä 1915. Tapio, 8, ss. 328—331.

Vikhammer, P. 1920. Granfrø i Troms fylke. TSg, 28, ss. 218—220.

Yli-Vakkuri, P. 1954. Maamme taimitarhat ja niiden tuotanto. MA, 71 (17), ss. 435—438.

—»— 1955. Metsänviljelytöiden taimi- ja siemenhuollon nykyvaihe. MA, 72 (18), ss. 145—149.

—»— 1956. Luentoja metsänviljelystä. Konekirjoite.

JULKAISUSARJOJEN LYHENNYKSET:

- AEF = Annales entomologici fennici
 AFF = Acta forestalia fennica
 AFFIF = Acta societatis pro fauna et flora fennica
 AZV = Annales zoologici Vanamo
 CF = Centralblatt für das gesamte Forstwesen
 CIFF = Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae
 (1—16); Communicationes instituti forestalis Fenniae (17—)
 DST = Dansk Skovforeningens Tidsskrift
 FC = Forstwissenschaftliche Centralblatt
 MA = Metsätaloudellinen aikakauskirja (1—54); Metsätaloudellinen aikakauslehti
 (55—)
 MaA = Maataloustieteellinen aikakauskirja
 MFFIF = Meddelanden från societatis pro fauna et flora fennica
 MNS = Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen
 MS = Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt
 MSFV = Mitteilungen der schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Ver-
 suchswesen (1—17); Mitteilungen der schweizerischen Anstalt für das
 forstliche Versuchswesen (18—)
 NSkT = Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift
 SF = Silva fennica
 SMJ = Suomen metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja
 ST = Skogsvårdsföreningens tidskrift
 TFJ = Tharandter forstliches Jahrbuch
 TSg = Tidsskrift for skogbrug
 ZAE = Zeitschrift für angewandte Entomologie
 ZFJ = Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen

ÜBER REICHLICHKEIT UND ART DER SAMENSCHÄDEN BEI DER FICHTE

Deutsches Referat

Nach den hauptsächlich während der Periode 1920—1950 gemachten Beobachtungen über die Verheerungen an Fichtenzapfen in Finnland zu urteilen handelt es sich hier um eine chronische Erscheinung. Mehrmals haben sie die Beschaffung von Samen selbst für die Baumschulen erschwert, und dies obschon vor allem zwischen 1930 und 1950 verhältnismässig viele Jahre mit reichlichen Zapfenernten vorkamen. — Als Verursacher werden meistens die Insekten *Laspeyresia strobilella* und *Dioryctria abietella* sowie die Pilze *Pucciniastrum padi* und *Chrysomyxa pirolae* genannt. Die wichtigsten abiotischen Ursachen sind grosse Niederschlagshäufigkeit während der Blütezeit sowie ungünstige Reifeverhältnisse.

In der vorliegenden Arbeit werden anhand von Feststellungen bei einer Analyse verschiedener Zapfenproben (insgesamt rd. 16 000 Fichtenzapfen aus 1 028 Beständen), bei Spezialuntersuchungen über die vorgekommenen Verheerungen, sowie bei Schätzungen des Umfangs der Zapfenernten die Faktoren herausgestellt, die auf Umfang und Art der Samenernten bei der Fichte in Finnland während der Jahre 1951—53 eingewirkt haben. Die Untersuchungen über das Vorkommen der Verheerungen wurden — der Form nach unverändert — in jedem der drei Untersuchungsjahre wiederholt. Daran schloss sich immer im Herbst das Einsammeln der Zapfenproben. Nach den Vorschriften waren in dem Gebiet der betreffenden Ortschaften aus je 10 Beständen im ganzen mindestens 100 Zapfen einzusammeln. Die Bestände mussten wenigstens 0.5—1.0 km von einander entfernt liegen. Ausserdem umfasste das Programm noch Aufzeichnungen über Dichte, Waldtyp, Baumartverhältnisse und Alter für jeden Bestand.

Jeder Zapfen wurde eingehend untersucht. Die Schäden wurden teils nach den in den Zapfen noch vorhandenen Insekten, teils nach den Spuren, die sie hinterlassen hatten, durch die folgende Einteilung verschiedenen »Schadenklassen« zugewiesen: 0 = gesunder Zapfen, I = von den Samen 1—25 % zugrunde gegangen, II = v.d. Samen 26—50 % zugr. geg., III = v.d. Samen 51—75 % zugr. geg., IV = v.d. Samen 76—100 % zugr. geg. Die Klassen 0—I bildeten die Gruppe der sog. verwertbaren Zapfen, zur Klasse II zählten die mittelschwer und zu den Klassen III und IV die schwer beschädigten Zapfen.

Mit dem ersten Untersuchungsjahr (1951) war auf mehrere sehr dürrtige Zapfenernten eine, nach der 0—5-Einteilung betrachtet, überdurchschnittliche Ernte gefolgt (Tafel 3). Sowohl das Jahr 1952 als auch vor allem 1953 brachten dann wieder schlechte Ernten. Auf diese Weise bot sich die Gelegenheit, das Auftreten der Verheerungen während einiger hinsichtlich der Zapfenernten recht verschiedener Jahre zu beobachten.

Das Jahr 1951 zeigte einen Durchschnitt von 45 % gesunden Zapfen, das J. 1952: 25 %, und das J. 1953: 15 % (Tafel 4). Obgleich die relative Menge und der Grad der Zapfenschäden von Jahr zu Jahr zunahm, war der absolute Schaden 1951 allem

Anschein nach bedeutend grösser als in den anderen Jahren. Nach einem Beispiel zu urteilen gab es 1951 allein an stark beschädigten Zapfen (von den Samen 76—100 % zugrunde gegangen) ungefähr doppelt so viel wie 1953 überhaupt, wenschon die Verheerungen gerade 1951 sonst verhältnismässig am geringsten waren.

Je besser die Zapfenernte, um so geringer und leichter waren im Verhältnis die Samenschäden (Tafel 5); dabei wiesen die einzelnen Proben, die von als gleich gross bezeichneten Ernten einsammelt worden waren, hinsichtlich des Grades ihrer Schadhafteigkeit oft erhebliche Unterschiede auf. Besonders deutlich trat diese Verschiedenheit der Zapfenernteklassen in den Jahren 1951 und 1953 zutage, undeutlicher im Jahre 1952.

Die Zapfen, die in Beständen von verschiedenen Waldtypen (*Oxalis-Myrtillus*, *Myrtillus* und *Vaccinium*) eingesammelt waren, unterschieden sich in Bezug auf ihre Schadhafteigkeit nicht sehr stark von einander (Tafel 6). Vielleicht war der Schaden etwas geringer bei Beständen vom *Oxalis-Myrtillus*- als bei denen der übrigen Typen, und am grössten bei Zapfen aus Beständen des *Vaccinium*-Typs. Am deutlichsten zeigten sich die Unterschiede 1951.

Wo der Prozentsatz der Fichten in einem Bestand 1—10 betrug, waren die Verheerungen während der fraglichen Jahre immer verhältnismässig allgemeiner und schwerer als dort, wo diese Zahl höher lag (Tafel 7). Besonders deutliche Unterschiede hatte das Jahr 1951 aufzuweisen.

In sehr lichten Beständen (Dichteklassen: 0.3—0.5) waren die Zapfen mehr und stärker beschädigt als in dichteren Beständen (Tafel 9). Über die Verhältnisse bei den Dichteklassen 0.1—0.2 konnten wegen der Knappheit an Unterlagen keine Schlüsse gezogen werden.

Das Alter der Bäume schien keinen besonderen Einfluss auf das Vorkommen der Verheerungen zu haben (Tafel 10). Angaben über Fichten von mehr als 100 Jahren fanden sich in so geringem MaBe, dass auch hier an Schlussfolgerungen nicht zu denken war.

Die Stärkegrade, womit die verschiedenen Eigenschaften eines Bestandes sich auswirken, versuchte man mit einander so zu vergleichen, dass man für den Teil dieser Eigenschaften, dem die meisten Verheerungen zuzuschreiben waren, die Zahl 100 setzte, und nach dieser entsprechend Verhältniszahlen für die übrigen Eigenschaften errechnete. An Hand der sämtlichen Verhältniszahlen wurde dann auf die übliche Weise der Durchschnittswert bestimmt. Je höher die Durchschnittszahl über 100 lag, um so stärker war die Wirkung gewesen, die man auf Veränderungen bei der jeweiligen Eigenschaft zurückführen durfte. Durch Vergleichen dieser Kennzahlen einer jeden Eigenschaft gelangte man zu einer Wertordnung für die verschiedenen Eigenschaften. Nach den solchermaßen durchgeführten Berechnungen war die Kennzahl für den Prozentsatz der Fichten in den Jahren 1951—53: 136, für die Dichte: 132, für den Waldtyp: 114, und für das Alter: 113. Hiernach wirkten die Veränderungen beim Prozentsatz der Fichten und diejenigen der Dichte also am stärksten auf das verhältnismässige Auftreten der Verheerungen ein, während der Einfluss von Waldtyp und Alter geringfügiger blieb. Als man die Kennzahlen für jedes Untersuchungsjahr einzeln ausrechnete, zeigte es sich, dass der Einfluss der gesamten Eigenschaften des Bestandes am deutlichsten im Jahre 1951 hervorgetreten war und am undeutlichsten im Jahre 1952.

Ein Vergleich der Zapfenverheerungen in den Jahren 1951—53 mit denjenigen des Jahres 1937 — worüber eine Untersuchung von Kangas (1940) vorliegt — ergab die folgenden Verschiedenheiten: In den Jahren 1951—53 traten *Dioryctria abietella* und *Ernobius abietis* so gut wie ausschliesslich in den südlichen und mittleren

Teilen des Landes auf, während sie 1937 viel weiter nördlich angetroffen wurden; *Kaltenbachiella strobi*, als nördliche Insektenart bekannt, war in den Jahren 1951—53 sehr allgemein, 1937 hingegen recht selten. Ebenso war die auf nördlichen Breitengraden besonderes Aufsehen erregende *Laspeyresia strobilella* während der Jahre 1951—53 allgemeiner verbreitet als 1937 (Tafel 11). Die Unterschiede dürften eine Folge der bedeutenden Abkühlung des Klimas nach 1937 sein.

Laspeyresia strobilella war von den eigentlichen Samenschädlingen der häufigste (Tafel 11). 1951 wurden vorwiegend nur unerhebliche Schäden angerichtet, da es Zapfen in reichlicher Menge gab und der Insektenbestand gering war, so dass auf jeden Zapfen im allgemeinen nur eine Larve entfiel. Von Jahr zu Jahr wuchs jedoch der Grad des Schadens (Tafel 12), indem die Menge der Larven in den Zapfen sich mehrte. In Nordfinnland waren die Verheerungen allgemeiner als in Südfinnland (Tafel 13). Geringere Schäden, wobei sich in jedem Zapfen zumeist nur eine Larve befand, konnten bei einer nur äusserlichen Besichtigung der Zapfen nicht entdeckt werden. Wenn in einem Zapfen mehrere Larven sassen, öffnete er sich nicht richtig, und oft waren die typischen Frassspuren bis zur Oberfläche des Zapfens sichtbar.

Dioryctria abietella stand unter den am häufigsten auftretenden Samenschädlingen an zweiter Stelle (Tafel 11). Im Jahre 1951 war dies das einzige Insekt, das die Zapfen schwer beschädigte. Es richtete im allgemeinen immer beträchtliche Verheerungen an (Tafel 14), wenschon sie oft schlimmer aussahen als sie in Wirklichkeit waren. Dieselbe Larve konnte mehrere Zapfen beschädigen. Die Verheerungen beschränkten sich auf Süd- und Mittelfinnland (Tafel 15). Ihr Umfang nahm von 1951 bis 1952 zu, aber im Gegensatz zu demjenigen der durch *Laspeyresia strobilella* verursachten Schäden dann nicht mehr von dieser Zeit bis 1953 (Tafel 11, Bild 4). Dies erklärt sich vielleicht daraus, dass *Dioryctria* im sehr schlechten Zapfenjahr 1953 andere Orte für das Fortpflanzungsgeschäft aufsuchte als die Fichtenzapfen, an die dieser Schädling nicht ebenso unbedingt gebunden ist wie *Laspeyresia*.

Pegohylemyia anthracina ist als dritter der gewöhnlichsten Samenschädlinge zu nennen (Tafel 11). Die Verheerungen, die in den Zapfen so gut wie ausschliesslich die Samen betrafen, waren im allgemeinen mehr oder weniger geringfügig (Tafel 16). Eine besondere Tragweite erhielten sie aber dadurch, dass es sich dabei vorzugsweise um die besten, im Mittelteil des Zapfens befindlichen Samen handelte. Deutliche Unterschiede hinsichtlich der Gebiete ihres Vorkommens konnten nicht festgestellt werden. 1951 verliessen die Larven ihre Zapfen unter den verschiedenen Breitengraden zu den folgenden Zeiten: 62° — hauptsächlich während der zweiten Hälfte des Juli, 63° — um die Wende Juli—August, 66° — vom 1. bis zum 10. 8., und 68° — vor dem 25. 8.

Der Einfluss der *Eupithecia*-Arten auf die Samenernten war unerheblich (Tafel 11), wenschon sie im ganzen Lande, selbst in den nördlichsten Gebieten auftraten.

Rein zufällig kam *Plemeliella abietina* vor, und zwar beschränkt auf die Landesteile südlich ungefähr des 62. Breitengrades.

Kaltenbachiella (Perrisia) strobi war während aller drei Untersuchungsjahre das häufigste unter den von Zapfen lebenden Insekten (Tafel 11). Besonders reichlich wurde dieser Schädling in Nordfinnland angetroffen. Er greift nicht unmittelbar die Samen an, doch bleiben nach E i d e (1927) solche Zapfen, die 100—200 Individuen beherbergen, beim Ausklengen geschlossen. Solche Mengen traten 1951—53 nördlich ungefähr des 65. Breitengrades auf. Als man der Entwicklung der Samenkeime nachging, erwies es sich, dass sie durch die Larve, die sich am Grunde der Zapfenschuppe aufhält (Bild 7), offensichtlich nicht gehemmt wird, jedenfalls nicht, wenn sich in einem Zapfen höchstens 10 Larven befinden.

Die Zapfenrostarten *Pucciniastrum padi* und *Chrysomyxa pirolae* traten während den Jahren der Untersuchung nur vereinzelt auf (Tafel 11). Das Vorkommen dieser Roste soll von der Regenhäufigkeit um Zeit der Fichtenblüte abhängig sein, und zwar so, dass diese Krankheiten zu regenreichen Zeiten häufiger sein sollen als bei Trockenheit. Während der Jahre 1951—53 schien jedoch ein engerer Zusammenhang mit dem Umfang der Zapfenernte zu bestehen. Ohne dass die Regenverhältnisse dabei eine Rolle gespielt hätten, waren die beiden Krankheiten während des guten Zapfenjahres 1951 am meisten verbreitet, und zwar unverkennbar am meisten in den Teilen des Landes, wo die Ernte am reichsten war. Dabei hatte es sogar weniger als normal geregnet. Nach der Feststellung P o h j a k a l l i o s (1951) kommen besagte Roste auch im Sommergetreide bei einer guten Ernte reichlicher vor als bei einer schlechten. D i l l n e r (1922) hat beobachtet, dass *Chrysomyxa* vielleicht am reichlichsten sich in den kräftigen Zapfen junger Fichten aufhält, und R o l l - H a n s e n (1947, 1948) traf *Pucciniastrum* in den kräftigsten Jahrestrieben der Fichtensetzlinge, zumal in den Wipfelsprossen an. Auch die Beobachtungen aus den Jahren 1951—53 deuten darauf, dass die Rostkrankheiten am häufigsten ausser bei guten Ernten auch in kräftigen (= grossen) Zapfen vorkamen. Die von *Pucciniastrum* infizierten Zapfen waren vollkommen verdorben und lieferten keinen einzigen keimfähigen Samen. Etwa ein Drittel der von *Chrysomyxa* infizierten Zapfen enthielt wenigstens eine gewisse Menge Samen. — Ein mittelgrosser *Pucciniastrum*-Zapfen ergibt nach bisherigen Berechnungen rd. 600 Millionen Sporen. Das Abfallen besonders fest an den Zweigen sitzender, von *Pucciniastrum* infizierter Zapfen wird beschleunigt durch *Ernobius abietis*, welcher Schädling sich am Zapfengrund festsetzt.

Unter den Zapfenproben befanden sich an solchen, die in der Entwicklung stehen geblieben waren, im Jahre 1951 1.3 %, 1952 2.3 % und 1953 0.4 %. Der Sommer 1952 war erheblich kühler als normal und der Sommer 1953 wiederum besonders warm. Die unentwickelten Zapfen wurden im allgemeinen ungefähr nördlich des 64. Breitengrades angetroffen. Es schien, dass diese mehr im Süden verhältnismässig oft an sumpfigen und offenen Orten vorkamen.

Das sicherste Mittel, gesunde Fichtensamen zu gewinnen, ist, die Einsammlungen auf ein nach mehreren schlechten Zapfenjahren folgendes gutes Jahr zu verlegen, wodurch man sich den Bedarf für viele Jahre deckt. Die strukturellen Eigenschaften eines Bestandes spielen offenbar keine besonders entscheidende Rolle beim Auftreten von Verheerungen, wenschon mit Reinheit, mittlerem Alter sowie verhältnismässig grosser Dichte des Fichtenbestandes als begünstigenden Umständen durchaus gerechnet werden sollte.

Eine direkte Verhütung der Zapfenbeschädigungen kommt nur in Fichtensamenplantagen in Frage. In diesen lassen sich Verheerungen durch Vornahme einer möglichst grossen Zahl der folgenden Regelungen weitgehend begrenzen:

- 1) Die Plantage wird innerhalb eines Bestandes von einer anderen Baumart angelegt;
- 2) alle Exemplare des Traubenkirschbaums sind auf mindestens rd. 0.5 km Entfernung von der Plantage auszurotten, um die Ausbreitung von *Pucciniastrum padi* zu verhindern;
- 3) zur Zeit der Fichtenblüte werden die Bäume der Plantage mit Insektengift gespritzt, um zu verhindern, dass insbesondere *Laspeyresia strobilella* und *Pegohylemyia anthracina* sich festsetzen;
- 4) Ende Juni wird zum zweiten Mal gespritzt, um vor allem den Befall durch *Dioryctria abietella* zu verhindern;

5) Anfang Juli (je nach dem Entwicklungsstadium der in den Zapfen vorgefundenen *Pegohylemyia*-Larven) wird der Boden unter den Bäumen mit Lindan oder einem entsprechenden Insektengift behandelt, um die sich auf dem Boden zur Überwinterung lagernden Larven zu vernichten. Auf Grund von Erfahrungen bei Laborversuchen lässt sich das Lindan z.B. mit feinem Sand im Verhältnis 1 : 100—1 : 200 vermengen, und diese Mischung kann dann ausgebreitet werden, wodurch man Gift einspart;

6) Ende August (je nach dem Entwicklungsstadium der *Dioryctria*-Larven) wird eine zweite Bodenbehandlung vorgenommen;

7) im Herbst werden auch die beschädigten Zapfen eingesammelt und beseitigt, um die in ihnen überwinternden Schädlinge, darunter namentlich *Laspeyresia strobilella* zu vernichten;

8) insektenfressende Vögel, die sich in der Nähe der Plantage aufhalten, werden geschützt.

KOIVUVANERITUKKIEN JA
SORVIPÖLKKYJEN HALKEAMINEN

PAAVO ARO

DIE RISSBILDUNG IN FURNIERBLÖCKEN
UND FURNIERABSCHNITTEN

HELSINKI 1960

Helsinki 1960. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat

Kun koivuvaneripölkkyjen päissä miltei aina on sydän- tai muita halkeamia, ei niistä saada sorvattaessa koko pölkyn pituudelta virheetöntä viilua, vaan osa viilusta on reunoistaan haljennutta. Sen jälkeen kun on ruvettu käyttämään entistä ohuempia pölkyn kiinnityskaroja sorvissa ja sorvaamaan pölkyt ilman purilassorvia samalla sorvilla loppuun asti, on vaneritehtaissa alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota sorvipölkkyissä esiintyviin halkeamavikoihin. Vaikka kasvavissa puissa tavattavien halkeamien syntyä ja merkitystä on selvitelty puun rakennetta koskevista tutkimuksissa, ei kaadetussa puussa ja siitä valmistettavassa tavarassa tavattavia halkeamia ole tutkittu. Kun halkeamisilmiöllä on vanerin valmistuksessa erittäin tärkeä taloudellinen merkitys ja kun Fennia Faneriosakeyhtiön taholta esitettiin toivomus tutkimuksen suorittamiseksi halkeamien esiintymisestä koivuraaka-aineessa, ryhtyi tekijä näitä tutkimuksia suunnittelemaan. Koivukeskuksen myönnettyä aineiston keräämistä varten varoja saatiin tutkimukset käyntiin. Tutkimusaihe osoittautui heti alkuvaiheessaan siksi monisäikeiseksi ja laajaksi, että siinä tarvittiin syvällisempää ja pitempiaikaista tutkimustyötä. Tämän vuoksi tekijä ottikin tämän kysymyksen korkeimman hengenviljelyn edistämiseksi asetetuista valtion varoista saamallaan apurahalla suoritettavaksi tutkimusaiheeksi. Esillä oleva julkaisu käsittää sen osan tutkimuksista, joissa on pyritty selvittämään, missä laajuudessa sydänhalkeamia koivupuussa esiintyy ja mikä merkitys niillä on vanerin valmistuksessa.

Tutkimuksia on suoritettu Fennia Faneriosakeyhtiön hakkuutyömailla talvella ja kesällä 1959 Asikkalassa ja Sysmässä sekä Lahden ja Vammalan tehtailla. Myöskin pieni koe on tehty Viiala Oy:n tehtaalla Viialassa.

Aineiston keräyksen ovat suorittaneet metsänhoitajat T a p i o K o r p e l a ja S i m o V a r t i o, jotka myöskin ovat käsitelleet aineistoja.

Fennia Faneriosakeyhtiön metsäpäällikkö ja metsänhoitajat samoin kuin tehtaiden johto- ja toimihenkilöt sekä työntekijät ovat auliisti antaneet apuaan. Haluankin tässä lausua heille kaikille samoin kuin Koivukeskukselle ja aineiston kerääjille ja käsitelijöille parhaimmat kiitokset.

Helsingissä, kesäkuun 1 päivänä 1960

Paavo Aro

Sisällysluettelo

	Sivu
Alkusanat	3
Johdanto	7
Halkeamisilmiö puussa	8
Tutkimusaineisto	11
Metsäaineisto	11
Talvikaatotukit	11
Rasiinkaatotukit	11
Tehdasaineisto	11
Talvikaatotukit	11
Rasiinkaatotukit	14
Hankintasorvipölkyt	14
Tutkimusmenetelmät	15
Mittaukset hakkuutyömailla	15
Tutkimusvaiheet tehtaalla	15
Mittaukset tehtaalla	16
Tutkimustulokset	18
Halkeamat vaneritukeissa metsäkäsittelyn aikana	18
Talvikaato	18
Rasiinkaato	19
Halkeamat vaneritukeissa ja sorvipölkyissä tehdaskäsittelyn aikana	21
Halkeamat sorvipölkyn sorvauserroksessa	26
Haljenneen viilun osuus koko viilumäärästä	26
Loppupäätelmiä	31
Kirjallisuutta	33
Deutsches Referat	34

Johdanto

Koska puutavara kuorittuna kuivuu helposti ja kuivana yleensä säilyy ja ui hyvin sekä on muutenkin kevyempää kuljettaa, on yleisenä tapana kuoria se ennen varastoimista ja kuljetusta. Kuivumisesta on seurauksena kuitenkin pölkkyjen halkeilu. Kaikissa tapauksissa tästä ei ole haittaa, mutta saha- ja vaneripuissa se aiheuttaa tuotoksen alenemista. Vaneripuiden halkeilun estämiseksi ne varastoidaan ja kuljetetaan kuoripäällisinä. Tästä varotoimenpiteestä huolimatta sekä vaneritukkien että niistä leikatujen sorvipölkkyjen päihin ilmestyy aina halkeamia. Näiden halkeamien on katsottu tähän asti pääasiallisesti aiheutuvan siitä kuivumisesta, joka tapahtuu päiden kautta.

On kuitenkin ilmeistä, että syynä ensimmäisten halkeamien syntymiseen ei olekaan kuivumisilmiö. Voidaan nimittäin todeta, että sydänhalkeamia syntyy vaneritukkeihin sangen nopeassa tahdissa heti kaadon jälkeen ja sorvipölkkyihin varastoitujen vaneritukkien pölkyttämisen jälkeen.

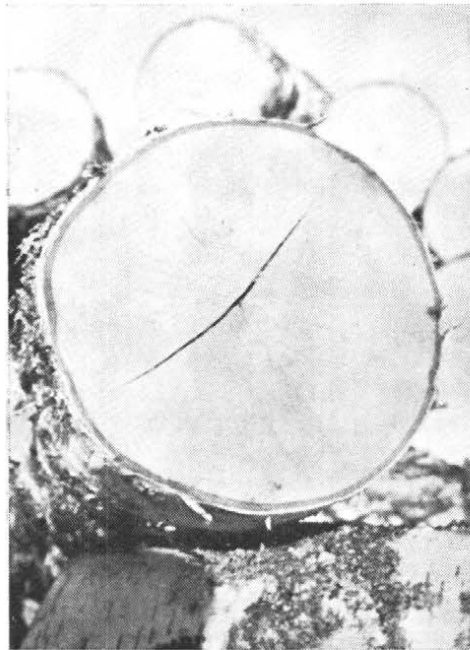
Esillä olevassa tutkimuksessa on pyritty selvittämään halkeamisilmiötä sekä hakkuutyömailla että tehtailla. Hakkuutyömailla suoritettujen tutkimuksien tarkoituksena on ollut päästä selville, onko koivupuulla luontaisia taipumuksia halkeiluun ja minkälaatuisessa puussa ja minkälaisissa olosuhteissa tällaisia taipumuksia esiintyy. Lisäksi on tarkkailtu, mitä vaikutusta puun erilaisella käsittelyllä metsässä on halkeamien syntymiseen. Tehtailla suoritettujen tutkimuksien tarkoituksena taas on ollut selvittää, mitä vaikutusta tukkien ja pölkkyjen tehdaskäsittelyllä on halkeamien syntymiseen tai lisääntymiseen. Tällöin on pyritty selvittämään, onko edullisempaa hautoa puut pitkinä vai katkottuina, mitä hautoma-ajan pituus vaikuttaa halkeamien lisääntymiseen, lisääkö sorvisalissa varastointi pölkkyjen halkeamia ja onko niillä lämpövaihteluilla, joiden alaiseksi puu tehtaalla joutuu, merkitystä halkeilun edistäjänä. Lisäksi on tutkittu, missä laajuudessa halkeamia eri käsittelyvaiheissa esiintyy ja mitä ne vaikuttavat sorvaustulokseen.

Halkeamisilmiö puussa

Kun puu kaadetaan ja sen runko paloitellaan erilaisia käyttötarkoituksia varten, huomataan sen puuaineessa erilaisia vikanaisuuksia. Pahimpia tällaisista vikanaisuuksista ovat erikoisesti mekaanisesti työstettävissä puutavaralajeissa esiintyvät erilaiset halkeamat. Nämä halkeamisilmiöt puussa ovat olleet jo kauan aikaa kasvifysiologien ja metsätiedemiesten huomion kohteena. Huomattavimmat tutkimukset, joihin alla oleva esitys perustuu, sisältyvät julkaisun lopussa olevaan kirjallisuusluetteloon. Puuaineessa esiintyy pääasiassa kahdenlaisia halkeamia: pinta(puu)halkeamia ja sydän(puu)halkeamia. Ensiksi mainittuihin halkeamiin luetaan ns. pakkshalkeamat, joiden katsotaan syntyvän siten, että pakkas- ja suojasään vaihteluiden johdosta puun pintakerroksissa tapahtuu kutistumis- ja laajenemisilmiöitä, jotka aiheuttavat niissä sisäisiä halkeamia. Myöskin tuuli ja myrsky aiheuttavat puun pintakerroksessa fysikaalisia jännityksiä, joiden seurauksena siihen syntyy halkeamia. Tällaisia puun pintakerroksessa esiintyviä halkeamia tavataan kuitenkin verrattain harvoin. Sydänhalkeamat sensijaan ovat tavattoman yleisiä. Aikaisemmin oltiin sitä mieltä, että sydänhalkeamat syntyvät kaadettuun ja katkaistuun puutavaraan kuivumisen vaikutuksesta, mutta ei kuitenkaan voitu olla huomaamatta, että useihin puulajeihin, ennen kaikkea järeihin lehtipuihin, ilmestyi niitä heti kaadon jälkeen. Ilmiötä koetettiin selittää mm. väittämällä puun kuumentuvan sahatessa ytimen tienoilta niin paljon, että puu ytimen ympäriltä pääsi kuivumaan ja aiheutti halkeamia siinä. Tällainen selitys ei kuitenkaan tyydyttänyt vakavia tiedemiehiä, vaan lähdettiin etsimään syitä syvemmältä. Yleiseksi oli aiemmin muodostunut se käsitys, että puun sisäosissa kasvun aikana tapahtuvien erilaisten kasvujännityksien vaikutuksesta jo kasvavan puun ytimeen syntyy pieniä halkeamia tai ainakin halkeama-aiheita, jotka sitten suurenevat heti, kun jännitykset pääsevät katkaisemisen johdosta purkautumaan, vaikka tätä ei tutkimuksilla olekaan voitu todistaa. Kaikessa tapauksessa tutkijat näyttävät olevan yksimielisiä siitä, että sydänhalkeamien syntyminen ja edelleen kehittyminen tapahtuu puussa esiintyvien kasvujännityksien vaikutuksesta. Eräät tutkimukset viittaavat siihen, että puun sisäosissa on pituussuuntaista puristusjännitystä ja manto-

puussa, siis pintaosissa taas pituussuuntaista vetojännitystä. Kun puu katkaistaan, niin puun keskustassa oleva puristus laukeaa ja keskustan solut työntyvät pituussuunnassa ulospäin. Samalla pintakerroksessa oleva vetojännitys laukeaa, jolloinka pintakerroksen solukot supistuvat. Tästä on seurauksena puun halkeaminen ytimeistä. Paitsi pituussuunnassa on rungon sisässä jännityksiä myöskin säteen ja tangentin suunnassa. Ulomaiset puukerrokset ovat tangentinsuuntaisessa puristusjännityksessä ja sisimmäiset puukerrokset taas säteensuuntaisessa vetojännityksessä. Näidenkin jännitysten arvellaan saavan aikaan sydänhalkeamia kasvavassa puussa. Pituussuuntaisten jännitysten katsotaan voivan nousta aina kahteensataan atmosfääriin. Niiden katsotaan syntyvän kasvun aikana nestevirtauksissa ja olevan kaikista jännityksistä tärkeimpiä sekä alkuna useimmille muille puun sisäisille jännityksille. Niiden katsotaan myöskin vaikuttavan kasvavan puun kasvuvaihteluihin ja niiden vaikutuksesta katsotaan syntyvän mm. monet muut puun sisäiset vikaisuudet. Puun sisäosien erilainen kosteuspitoisuus ja sen vaihtelut eri vuodenaikoina sekä myöskin veto- ja lyllypuun osuudet puussa vaikuttavat jännityksien erilaisuuteen eri puulajeissa ja puun eri osissa. Mitä suurempia rungot ovat sitä enemmän niissä on jännityksiä. Vetopuun vaikutus mm. puun tyvässä ilmenee sillä tavalla, että ensimmäinen sydänhalkeama on vetosuuntaa vastaan kohtisuorassa ja samalla kohtisuorassa suurinta läpimittaa ja useassa tapauksessa myöskin kohtisuorassa kaatosuuntaa vastaan, varsinkin silloin, jos puu on johonkin suuntaan lenko. Toinen, pienempi sydänhalkeama syntyy tätä ensimmäistä sydänhalkeamaa vastaan kohtisuoraan. Halkeama yleensä syntyy sinne, missä sisäiset jännitykset ovat maksimissaan ja niiden suunta muuttuu tai uusia halkeamia kehittyi siellä, missä on lähin suurin jännityskasautuma.

Halkeamia aiheuttavien puun sisäisten jännityksien syntymiseen on useita muitakin selityksiä. Koska puun pintaosissa olevia halkeamia tavaataan varsin harvoin, mutta puun sydänhalkeamia on usein tavattavissa, näyttää siltä, että puun kehäkasvu on suurempaa kuin sädekasvu. Tästä on seurauksena, että kehällä syntyy tangentinsuuntaista puristusjännitystä ja sisäosissa säteensuuntaista vetojännitystä. Kun puussa tässä suhteessa saattaa olla perinnöllistä erilaisuutta kasvusuhteista riippuen, niin siitä johtuu, että toiset puut ja puulajit osoittavat suurempaa taipumusta halkeiluun kuin toiset. On myöskin mahdollista, että kasvusuhteet vaihtelevat kasvuedellytyksien mukaan. Kehäkasvun ja sädekasvun suhde voi olla toisenlainen nopeakasvuissa kuin hitaasti kasvavassa puussa. Se voi muuttua samassakin puussa läpimitan kasvun muuttuessa. Mahdollisesti myös äkinäinen kasvunopeuden muutos lisää syntyneitä jännityksiä selittäen mm. sen seikan, että esim. hyvin harvassa kasvavat puut, jotka ovat jääneet harvennuksen jälkeen jällelle, halkeavat enemmän kuin tiheässä met-



Kuva 1. Sydänhalkeama vaneripölkyn päässä

*Abb. 1. Kernriss auf der Hirnfläche eines
Furnierabschnittes*

sässä kasvaneet puut. Poikittaisjännityksiä voidaan katsoa syntyvän myöskin silloin, kun vanhat turvonneet solut kuolevat. Sillä tunnettua on, että elävät solut turpoavat osmoottisesta paineesta, mutta kun ne kuolevat, niin paine häviää ja solut kutistuvat. Myöskin voidaan ajatella, että kun mantopuun sisimmäiset solut muuttuvat sydänpuuksi, syntyy joksikin ajaksi molekyylien uudelleen järjestymisestä kemiallisia muutoksia sydänpuussa aiheuttaen siinä supistuksia ja tästä johtuvia halkeamia.

Halkeamia ja sisäisiä jännityksiä on tutkittu sekä havu- että lehtipuissa. Suurimman huomion kohteeksi ovat joutuneet hickorin, pyökin ja eukalyptuksen halkeamat. Niiden esiintymisrunsautta ja vaikutuksen laajuutta raakapuutavarasta valmistettavissa tuotteissa ei tutkimuksissa ole selvitetty, vaan ne ovat kohdistuneet pääasiassa halkeamia aiheuttaviin ja halkeamisen puuaineessa aikaansaamiin ilmiöihin.

Tutkimusaineisto

Metsäaineisto

Metsäaineisto jakaantuu kahteen osaan: 1. talvikaatotukit, 2. rasiinkaatotukit.

Talvikaatotukit

Talvikaatoaineisto käsittää ne Asikkalassa kaadetut rungot, joista valmistetut tukit ja sorvipölkyt tutkittiin Lahden tehtaalla. Tämä aineisto selostetaan lähemmin tehdasaineiston talvikaatotukkien yhteydessä.

Rasiinkaatotukit

Rasiinkaatoaineisto, joka käsittää 50 runkoa OMT-tyypiltä, 36 runkoa VT-tyypiltä ja 40 runkoa korvesta, kerättiin Sysmän kunnan Rapalan kartanon metsästä. Korpikoivuista oli 33 kpl hieskoivuja kaikkien muiden ollessa rauduskoivuja. Rasiinkaato suoritettiin 18. 8. 1959 sekä katkominen ja karsiminen 14—15. 9. 1959. Käsillä olevassa tutkimuksessa on käytetty tästä aineistosta kaato- ja katkomisvaiheissa saatuja halkeamamittaus-tuloksia. Aineisto on tarkemmin esitetty tulostaulukossa 7. Halkeamien kehitystä on vielä seurattu suorittamalla mittauksia keväällä 1960 varas-tolla, mutta nämä tutkimustulokset esitetään myöhemmin toisessa yhtey-dessä.

Tehdasaineisto

Tehdasaineisto jakaantuu kolmeen osaan: 1. talvikaatotukit, 2. rasiinkaatotukit, 3. hankintasorvipölkyt.

Talvikaatotukit

Talvikaatotukkeja ja niistä valmistettuja sorvipölkyjä tutkittiin pääasiassa Lahden vaneritehtaalla sekä eräs pieni erä Vammalan ja Viialan vaneritehtailla. Lahdessa tutkittu talvikaatoaineisto käsittää 50 runkoa, jotka kaadettiin 5—6. 3. 1959 Asikkalan kunnan Kopsuon kylässä sijaitse-valta Asikkalan kunnan omistamalta metsäpalstalta. Taulukosta 1 nähdään

edellämainituista rungoista katkottujen tukkien jakautuminen läpimitta- ja pituusluokkiin. Samassa taulukossa on esitetty myöskin Vammalan ja Viialan tukkien läpimitta- ja pituusjakautuminen. Kaiken kaikkiaan sisältää talvikaatoaineisto 146 tukkia, joista 111 Lahdesta, 15 Vammalasta ja

Taulukko 2. Talvikaatotukkien jakautuminen kuutiojalkaluokkiin.

Tabelle 2. Winterfällung. Einteilung der Blöcke in Kubikfussklassen.

Sorvauspaikka <i>Furnierwerk</i>	Tukin kuutio, kuutiojalkaa — <i>Inhalt des Blockes, Kubikfuss</i>																Yht. <i>Ingesamt</i>	Keski- määrin <i>Im Durch- schnitt</i>
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				
	Tukkeja, kpl — <i>Blöcke, St.</i>																	
Lahti	1	1	9	10	16	16	15	15	11	9	7	—	1	—	111	8.9		
Vammala . . .	—	—	—	2	1	2	4	—	2	1	1	1	—	1	15	8.1		
Viiala	—	1	1	3	3	7	2	2	—	—	—	1	—	—	20	7.7		
Yhteensä — <i>Ingesamt..</i>	1	2	10	15	20	25	21	17	13	10	8	2	1	1	146	8.7		

Taulukko 3. Rasiinkaatotukkien jakautuminen läpimitta- ja pituusluokkiin.

Tabelle 3. Sommerfällung (in Laub). Einteilung der Blöcke in Durchmesser- und Längenklassen.

Tukin pituus, jalkaa <i>Blocklänge, Fuss</i>	Tukin läpimitta keskeltä kuoren päältä, tuumaa <i>Blockdurchmesser mit Rinde in der Mitte, Zoll</i>								Yhteensä <i>Ingesamt</i>
	6	7	8	9	10	11	12	13	
	Tukkeja, kpl — <i>Blöcke, St.</i>								
10	—	—	—	—	1	—	—	—	1
11	—	—	—	—	1	—	—	—	1
12	—	—	—	1	—	—	—	—	1
13	—	—	1	—	—	—	—	—	1
14	—	—	1	1	—	2	—	—	4
15	1	1	—	1	1	1	—	—	5
16	—	—	4	3	3	—	1	—	11
17	—	1	2	2	1	—	—	—	6
18	—	—	5	4	4	3	—	1	17
19	—	—	1	—	—	—	—	—	1
20	—	—	1	3	4	1	1	—	10
21	—	—	1	3	2	—	—	—	6
22	—	2	2	1	—	—	—	—	5
23	—	—	1	—	—	1	—	—	2
24	—	—	1	—	—	1	—	—	2
25	—	—	2	—	—	—	—	—	2
26	—	—	—	1	—	—	—	—	1
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	1	—	1	—	—	2
31	—	—	2	—	—	—	—	—	2
32	—	—	1	—	—	—	—	—	1
Yhteensä — <i>Ingesamt</i>	1	4	25	21	17	10	2	1	81

20 Viialasta. Taulukko osoittaa, että tukit jakautuvat hyvin moneen pituusluokkaan, kun taas läpimitan vaihtelu tapahtuu pääasiassa 4 tuumaluokan kesken. Tukkien keskipituudeksi on tullut 18 jalkaa ja keskipaksuudeksi n. $9 \frac{1}{2}$ tuumaa keskeltä kuoren päältä. Seuraava taulukko 2 osoittaa tukkien jakautumisen kuutiojalkaluokkiin. Sen mukaan keskikuutio on kaikille tukeille n. 8.7 j^3 ja Lahden tukeille, jotka muodostavat pääaineiston, 8.9 j^3 . Vammalan 15 tukkia oli hankittu A. Ahlström Osakeyhtiöltä Noormarkusta ja tukkien kuoren perusteella arveltiin niiden kaikkien olevan rauduskoivuja.

R a s i i n k a a t o t u k i t

Rasiinkaatoaineisto käsittää kaiken kaikkiaan 81 kpl tukkeja. Ne oli Lahden tehtaalle ajettu aikaisemmin ja otettiin tutkimukseen suoraan varastosta. Tukkien jakautuminen läpimitta- ja pituusluokkiin on esitetty taulukossa 3. Rasiinkaatotukkien keskimääräiseksi pituudeksi saatiin 19 jalkaa ja keskimääräiseksi läpimitaksi n. $9 \frac{1}{2}$ tuumaa keskeltä kuoren päältä. Tukkien jakautuminen kuutiojalkaluokkiin nähdään taulukosta 4, joka osoittaa keskimääräisen kuutiosisällön olevan 9.1 j^3 .

Taulukko 4. Rasiinkaatotukkien jakautuminen kuutiojalkaluokkiin.

Tabelle 4. Sommerfällung (in Laub). Einteilung der Blöcke in Kubikfussklassen.

Tukin kuutio, kuutiojalkaa — <i>Inhalt des Blockes, Kubikfuss</i>																				Yht. <i>Insgesamt</i>	Keski- määrin <i>Im Durchschnitt</i>
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Tukkeja, kpl — <i>Blöcke, St.</i>																					
1	—	4	12	9	11	13	8	8	5	4	1	1	1	2	—	—	1	81	9.1		

H a n k i n t a s o r v i p ö l k y t

Koska tehtaalle tuodaan myöskin valmiiksi sorvipölkyiksi (ks. s. 23) katkottua raaka-ainetta, otettiin tästä 124 kappaleen tutkimusaineisto. Näiden sorvipölkkyjen jakautuminen läpimitalluokkiin nähdään taulukosta 5. Pölkkyjen keskimääräinen pienin latvaläpimitta oli 23.7 cm kuoren alta.

Tutkimusmenetelmät

Mittaukset hakkuutyömailla

Välittömästi kaadon jälkeen mitattiin kaatoleikkauksessa olevat halkeamat sekä kaatokohtaan läpimitta ristimittauksella cm:n tarkkuudella alenevaa mittausta käyttäen ja tehtiin valmiiksi painettuun lomakkeeseen piirros halkeamista, niiden asemasta ilmansuuntaan nähden sekä lahovioista. Lisäksi määritettiin metsätyyppi ja koivulaji. Talvikaatotyömaalla ei metsätyyppiä voitu määrittää ja koivulajinkin määrittäminen oli epävarmaa. Katkotuista tukeista mitattiin pituus, läpimitta latvasta kuoren alta ristimittauksella cm:n tarkkuudella sekä keskeltä kuoren päältä puolen tuuman tarkkuudella. Välittömästi katkomisen jälkeen tehtiin tukkien päissä olevista halkeamista ja lahovioista mittaukset ja piirrokset. Rasiinkaato- ja -tukeista tehtiin kaikki samat mittaukset ja halkeamamerkinnot kuin talvikaato- ja -tukeista.

Tutkimusvaiheet tehtaalla

Kun tutkimuksien yhtenä tarkoituksena oli selvittää, mitä vaikutusta hautoma-ajalla on halkeamien esiintymiseen ja mikä merkitys halkeamien esiintymiseen on sillä, että puut haudotaan kokonaisina tukkeina tai katkottuina sorvipölkkyinä, jaettiin sekä talvikaatoaineisto että rasiinkaatoaineisto kahteen osaan. Toinen osa haudottiin tukkeina ja toinen puoli pölkkyiksi katkottuina. Hautoma-ajat olivat 1, 2 ja 4 vrk. Hautomisen jälkeen tukit syötettiin tehtaaseen ja katkottiin siellä sorvipölkkyiksi. Kun sorvipölkkyt olivat kuljetinta myöten tulleet sorvaushuoneeseen, sorvattiin osa pölkkyistä heti, osa pölkkyistä varastettiin sorvisaliin 1 vuorokaudeksi ja osa 2 vuorokaudeksi. Tällä tavalla koetettiin selvittää varastoinnin vaikutusta halkeamien lisääntymiseen pölkkyissä. Hankintasorvipölkkyt jaettiin myös kolmeen osaan, joista yhtä osaa haudottiin 1 vuorokausi, toista osaa 2 vuorokautta ja kolmatta osaa 4 vuorokautta, minkä jälkeen niitä käsiteltiin sorvisalissa samalla tavalla kuin edellä on mainittu. Tukit ja pölkkyt numeroitiin pölkyn päihin tehdyillä juoksevilla numeroilla. Sorvausaineiston jakautuminen läpimittaluokkien ja varastointiaikojen kesken nähdään seuraavasta taulukosta 5.

Taulukko 5. Sorvipölkkyaineiston jakautuminen läpimittaluokkien ja varastointiaikojen kesken.

Tabelle 5. Furnierabschnitte. Einteilung des Materials nach Durchmesserklassen und Lagerdauer.

Pölkkyjen pienin latvaläpi- mitta, cm <i>Kleinster Zopfdurch- messer der Abschnitte, cm</i>	Talvikaato — Winterfällung								Rasiinkaato — Sommerfällung (in Laub)								Hankintasorvi- pölkkyt Lieferabschnitte			
	Haudottu — Eingeweicht																			
	sorvipölkkyinä als Abschnitte				tukkeina als Blöcke				sorvipölkkyinä als Abschnitte				tukkeina als Blöcke				sorvipölkkyinä als Abschnitte			
	Varastoitu, vrk — Gelagert, Tage																			
0	1	2	Yht. Ins- ge- samt	0	1	2	Yht. Ins- ge- samt	0	1	2	Yht. Ins- ge- samt	0	1	2	Yht. Ins- ge- samt	0	1	2	Yht. Ins- ge- samt	
	Kpl — St.																			
15	3	—	—	3	1	—	—	1	—	1	—	1	2	2	—	4	—	—	—	
16	1	2	—	3	3	1	—	4	—	1	—	1	3	1	—	4	—	—	—	
17	9	1	—	10	8	1	4	13	—	2	3	5	3	—	1	4	—	—	—	
18	8	3	4	15	6	3	—	9	1	4	1	6	5	5	4	14	—	—	—	
Yhteensä Insgesamt	21	6	4	31	18	5	4	27	1	8	4	13	13	8	5	26	—	—	—	
19	10	1	3	14	9	2	4	15	—	6	1	17	6	6	3	15	—	1	—	
20	6	7	4	17	8	5	4	17	5	3	5	13	6	6	3	15	1	2	3	
21	8	5	4	17	11	3	7	21	4	8	6	18	4	6	1	11	2	6	3	
22	9	6	7	22	8	5	5	18	5	5	4	14	3	5	9	17	8	14	12	
23	8	1	6	15	12	9	3	24	10	5	11	26	2	6	6	14	8	5	9	
24	6	2	6	14	9	4	2	15	6	5	3	14	—	4	4	8	8	3	5	
Yhteensä Insgesamt	47	22	30	99	57	28	25	110	30	32	30	92	21	33	26	80	27	31	32	
25	13	7	3	23	4	4	7	15	3	4	4	11	2	1	3	6	3	6	3	
26	6	2	1	9	3	4	4	11	1	3	4	8	4	1	3	8	2	4	2	
27	3	2	4	9	1	5	3	9	—	1	1	4	4	3	3	10	—	2	2	
28	—	1	3	4	—	1	2	3	—	1	—	1	4	—	1	5	—	3	2	
29	1	—	2	3	—	—	2	2	—	—	—	—	1	—	3	4	—	1	1	
30	—	—	—	—	2	1	2	5	—	1	1	2	4	—	1	5	—	—	1	
31	1	—	1	2	—	—	1	1	—	—	1	1	1	—	—	1	—	—	—	
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	1	1	
Yhteensä Insgesamt	24	12	14	50	10	15	21	46	4	9	11	24	21	5	14	40	5	17	12	
Koko aineisto Das gesamte Material	92	40	48	180	85	48	50	183	35	49	45	129	55	46	45	146	32	48	44	

Mittaukset tehtaalla

Jokaisesta tukista mitattiin ennen altaaseen panoa läpimitta keskeltä ristimitauksella $\frac{1}{2}$ tuuman tarkkuudella sekä pituus jalan tarkkuudella alenevaa mittauksella käyttäen. Lisäksi mitattiin jokaisen tukin ja sorvipölkyn molempien päiden läpimitta ristimitauksella sekä sorvipölkyn pie-

nin latvaläpimita em:n tarkkuudella. Tukiin ja sorvipölkyn kummastakin päästä mitattiin halkeamien pituus merkitsemällä jokaisella tarkastuskerralla halkeamat pölkkyjen päihin eri värillä, jotta uusintatarkastuksessa tiedettiin, mikä halkeama oli uusi ja kuinka pitkä entinen halkeama oli ollut aikaisemmin. Jokaiselle tukille ja sorvipölkylle oli oma lomakkeensa, johon kaikki mittausmerkinnät tehtiin sekä kirjoittamalla että piirtämällä. Hautomisen jälkeen halkeamamittaukset suoritettiin sorvisalissa heti pölkkyjen sinne tultua ja eri varastointierissä varastointiajan jälkeen ennen sorvausta. Mittausten yhteydessä suoritettiin sorvipölkkyjen laatuluokan määrittäminen.

Tutkimustulokset

Halkeamat vaneritukeissa metsäkäsittelyn aikana

Talvikaato

Kun talvikaatotyömaalla ei voitu määritellä puiden kasvupaikan metsätyyppiä, ei kasvupaikan vaikutuksesta halkeamiin voida talvikaatoaineiston perusteella sanoa mitään. Vaikka aineistosta on laskettu taulukkoon 6 erikseen tulokset rauduskoivuille ja hieskoivuille, ei niistä hieskoivujen vähälukuisuuden takia voida tehdä mitään johtopäätöksiä siitä, onko eri koivulajeilla jotakin eroa halkeamisessa. Kun eri koivulajeista saadut tulokset eivät näy poikkeavan paljonkaan toisistaan, on niiden aineistot yhdistetty. Näin on tehty senkin takia, että tehdasaineistossa, jonka hal-

Taulukko 6. Vaneritukkeihin metsässä syntyneiden sydänhalkeamien pituus. Talvikaatoaineisto Asikkalasta.

Tabelle 6. Länge der im Wald in den Furnierblöcken festgestellten Kernrisse. Winterfällungsmaterial aus Asikkala.

Koivulaji <i>Birkenart</i>	Tukkien — <i>Die Blöcke</i>				Sydänhalkeamat kaadettaessa <i>Kernrisse beim Fällen</i>				
	lukumäärä, kpl <i>Anzahl, St.</i>	läpimitta keskeltä, tuumaa <i>Durchmesser in der Mitte, Zoll</i>	pituus, j <i>Länge, f</i>	kuutio, j ³ <i>Inhalt, cbf</i>	tyvipäässä <i>am Stammende</i>		latvapäässä <i>am Zopfende</i>		
					yht. <i>Ingesamt</i>	pisin <i>Der Längste (Riss)</i>	yht. <i>Ingesamt</i>	pisin <i>Der Längste (Riss)</i>	
cm									
Rauduskoivut — <i>Raubbirke</i>									
tyvitukit — <i>Stammblocke</i>	44	10.3	17.8	10.3	4.5	2.7	5.1	3.0	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	55	8.7	18.0	7.5	5.8	3.6	3.5	2.1	
Hieskoivut — <i>Nordische Birke</i>									
tyvitukit — <i>Stammblocke</i>	6	9.8	17.8	9.3	2.3	1.5	4.2	2.5	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	6	8.8	18.3	8.1	5.3	3.0	2.8	1.7	
Yhteensä — <i>Ingesamt</i>									
keskimäärin — <i>Im Durchschnitt</i>	111	9.4	17.9	8.8	5.1	3.1	4.1	2.5	
tyvitukit — <i>Stammblocke</i>	50	10.2	17.8	10.2	4.2	2.6	5.0	2.9	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	61	8.7	18.0	7.6	5.8	3.5	3.4	2.1	

keamatuloksia verrataan metsäaineistosta saatuihin tuloksiin, ei ole voitu erottaa eri koivulajien tukkeja toisistaan eikä myöskään tyvi- ja latvatukkeja. Tämän vuoksi on taulukkoon tyvi- ja latvatukkien tuloskeskiarvojen lisäksi laskettu kaikkien tukkien tuloskeskiarvot.

Tarkasteltaessa halkeamien yhteispituuksien ja pisimpien halkeamien lukuarvoja tyvi- ja latvatukeissa taulukosta 6, josta nähdään myöskin aineiston tunnusluvut, havaitaan ensinnäkin, että tyvitukkien latvapäässä halkeamat ovat jonkin verran suurempia kuin tyvipäässä ja latvatukeissa taas päin vastoin, tyvipäässä suurempia kuin latvapäässä. Toiseksi havaitaan, että katkottaessa tyvitukin ja latvatukin leikkauskohdassa tyvitukin latva on halennut jonkin verran vähemmän kuin latvatukin tyvi. Tässä yhteydessä on syytä huomauttaa, että halkeamien pituusmittaukset on tehty välittömästi kaadon ja sitä seuranneen katkaisemisen jälkeen ja että kysymyksessä eivät ole mitkään kuivumishalkeamat, vaan oletetuista puun sisäisten jännitysten muutoksista aiheutuvat sydänhalkeamat. Pisin halkeama on mitattu puun ytimestä lähtien pintaan päin.

R a s i i n k a a t o

Seuraavassa taulukossa 7 on esitetty rasiinkaatoaineiston tunnusluvut sekä saadut halkeamatulokset sekä erilaisilta metsätyypeiltä hakatuille raudus- ja hieskoivuille että koko aineiston tukeille. Rauduskoivutukkeja sisältyy aineistoon OMT:ltä 88 kpl, VT:ltä 67 kpl ja saniaiskorvesta 11 kpl, hieskoivuja vain korvesta 48 kpl. Eri kangastyypeillä kasvaneet rauduskoivut eivät halkeamien puolesta näytä eroavan toisistaan. Korvessa kasvaneiden raudus- ja hieskoivujen halkeamaluvut ovat parissa tapauksessa kangastyypin rauduskoivujen halkeamalukuja suuremmat, mutta testaukset ovat osoittaneet, että niiden perusteella ei vielä voi tehdä johtopäätöstä koivulaatujen ja kasvupaikan vaikutuksesta halkeamiin. Korpi-koivujen aineistotkin ovat varsin pieniä, rauduskoivuaineistossa on vain 7 runkoa ja 11 tukkia. Täydellisen sattuman täytyy varmaan olla vaikuttanut sen, että näiden rauduskoivujen latvatukeissa ei ole ollut ollenkaan halkeamia. Vaikka loppulaskelmissa kaikki osa-aineistot on yhdistetty, voidaan niiden tuloksista tehdä kuitenkin kiintoisia havaintoja. Niinpä taulukon luvut osoittavat, samoin kuin talvikaatoaineistonkin luvut, että katkomisvaiheessa tyvitukin latvassa halkeamat ovat hieman pienempiä kuin latvatukin tyvessä. Että halkeamaluvut tyvitukin tyvessä kaadettaessa ovat huomattavasti pienempiä kuin katkomishetkellä, johtuu siitä, että rungot ovat olleet kaadettuina noin kuukauden ajan ennenkuin ne on katkottu. Tänä aikana on jännityshalkeaminen jatkunut ja halkeamien lisääntymiseen on päässyt jo vaikuttamaan mahdollisesti kuivuminenkin, josta on ollut

Taulukko 7. Vaneritukkeihin metsässä syntyneiden sydänhalkeamien pituus. Rasiinkaatoaineisto Sysmästä.

Tablelle 7. Länge der im Wald in den Furnierblöcken festgestellten Kernrisse. Sommerfällungsmaterial (in Laub) aus Sysmä.

Metsätyyppi ja koivulaji <i>Waldtyp und Birkenart</i>	Tukkien — Die Blöcke				Sydänhalkeamat — Kernrisse						
	lukumäärä, kpl <i>Anzahl, St.</i>	läpimittakeskeltä, tuumaa <i>Durchmesser in der Mitte, Zoll</i>	pituus, j <i>Länge, f.</i>	kuutio, j ³ <i>Inhalt, cbf</i>	tyvipäässä <i>am Stammende</i>		latvapäässä <i>am Zopfende</i>				
					kaadettaessa <i>beim Fällen</i>		katkottaessa <i>beim Ablängen</i>				
					yht. Ingesamt	pisin der Länge	yht. Ingesamt	pisin der Länge	yht. Ingesamt	Pisin der Länge	
cm											
OMT, rauduskoivu — <i>Rauhbirke</i>											
tyvitukit — <i>Stammblöcke</i>	50	9.1	21.6	9.7	4.9	2.7	10.1	5.2	2.3	1.5	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	38	8.2	19.4	7.4	—	—	3.1	1.8	0.6	0.4	
VT, rauduskoivu — <i>Rauhbirke</i>											
tyvitukit — <i>Stammblöcke</i>	36	8.7	21.4	8.8	4.3	2.6	10.3	5.7	2.0	1.3	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	31	7.2	17.4	5.0	—	—	2.1	1.3	0.5	0.3	
Korpi, rauduskoivu — <i>Bruchmoor, Rauhbirke</i>											
tyvitukit — <i>Stammblöcke</i>	7	8.9	21.0	9.1	5.8	2.7	17.7	7.7	0.4	0.3	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	4	7.5	16.0	4.9	—	—	0	0	0	0	
Korpi, hieskoivu — <i>Bruchmoor, Nordische Birke</i>											
tyvitukit — <i>Stammblöcke</i>	33	9.1	20.6	9.2	5.4	3.4	14.6	7.8	1.6	0.9	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	15	8.1	16.3	5.9	—	—	2.7	1.5	0.5	0.3	
Yhteensä — <i>Insgesamt</i>											
keskimäärin — <i>im Durchschnitt</i>	214	—	—	—	—	—	8.0	4.3	1.3	0.8	
tyvitukit — <i>Stammblöcke</i>	126	9.0	21.2	9.2	4.9	2.9	11.8	6.2	1.9	1.2	
latvatukit — <i>Zopfblöcke</i>	88	7.8	18.0	6.2	—	—	2.5	1.5	0.5	0.3	

seurauksena pisimmän halkeaman piteneminen ja uusien sydänhalkeamien syntyminen. Tästä seikasta johtuu myöskin se poikkeavuus talviaineistosta, että katkomishetkellä tyvitukin latvapään pisin halkeama samoin kuin halkeamien yhteispituuskin ovat hieman pienempiä kuin tyvipäässä, kun asiain tila talvikaadossa oli päin vastainen. Latvatukeissa on tilanne samanlainen kuin talviaineistossa, ts. latvatukkien tyvipään halkeamat ovat suurempia kuin tyvitukin latvan. Tulokset osoittavat myös, että koivun tyvileikkaukseen syntyy yhtä paljon ja yhtä pitkiä halkeamia sekä talviettä kesäkaadossa. Rasissa kuivuessaan koivusta näyttävät sisäiset jännitykset kuitenkin laukeavan niin, että myöhemmässä katkomisvaiheessa tyvitukin latvaan ja latvatukin molempiin päihin syntyy vähemmän ja lyhyempiä halkeamia kuin talvella kaadon yhteydessä katkottaessa.

Halkeamat vaneritukeissa ja sorvipölkkyissä tehdaskäsittelyn aikana

Vaneritukkeja tehtaalla tutkittaessa sisältyi talvikaatoaineistoon samat tukit, mitkä oli mitattu metsässä Asikkalassa. Ne ajettiin nimittäin tehtaalle välittömästi katkomisen jälkeen. Rasiinkaatoaineisto taas otettiin tehtaan varastosta ja sisälsi kaikkiaan 81 tukkia. Tehtaalla ei voitu enää erottaa tyvi- ja latvatukkeja erikseen. Halkeamien yhteispituus on lopullisissa taulukoissa laskettu tukkien ja pölkkyjen latva- ja tyvileikkauksien halkeamien keskiarvona. Pisimmän halkeaman keskiarvoluvut on laskettu niistä leikkauksista, joissa pisin halkeama on ollut. Taulukossa 8 on esitetty tehtaan eri käsittelyvaiheissa kuhunkin eri aineistoon kuuluneiden tukkien tai pölkkyjen lukumäärä sekä halkeamien yhteispituuden ja pisimmän halkeaman keskimääräiset mittaluvut. Taulukon yläosassa ensimmäisellä rivillä on metsässä tukeista saatujen mittausten lopputulokset sekä talvikaatopuille että rasiinkaatoopuille. Kummassakin metsäaineistossa sekä halkeamien yhteispituus että pisin halkeama on ollut suunnilleen saman suuruinen. Kun tarkastellaan tukkien halkeamalukuja tehtaan varastolla huomataan, että halkeamat ovat lisääntyneet jo huomattavan paljon. Rasiinkaatotukeissa lisääntyminen on ollut erikoisen suuri johtuen luonnollisesti pitkästä ajasta, mikä on kulunut metsässä katkomisesta varastolla mittaamiseen (vrt s. 14). Niissä tukkierissä, jotka haudottiin sorvipölkkyinä ja katkottiin pölkkyiksi tehtaan varastolla ennen hautomista, ovat pölkkyjen halkeamien keskiarvot luonnollisesti pienempiä kuin tukkien halkeamien keskiarvot. Tukkien päissä hän halkeaminen oli päässyt jatkumaan sinä aikana, kun ne tuotiin metsästä tehtaan varastolle. Näiden pölkkyjen halkeamalukujen tarkastelu osoittaa, että talvikaatopuissa halkeamien pituusluvut ovat jonkin verran suurempia kuin rasiinkaatopuissa. Vaikka ero ei olekaan suuri, saattaa se hyvinkin johtua siitä, että rasiinkaatotukeissa pitkän rasissaoloajan ja varastoimisajan johdosta jännitykset ovat niin paljon päässeet laukeamaan, että pölkkyjen yhteiset halkeama-arvot eivät enää nouse niin korkeiksi kuin talvikaatopuissa, joissa ei tällaista jännityksen laukeamistapahtumaa ole päässyt syntymään. Olihan rasiinkaatotukkien keskimääräinen kosteussadanneskin vain 48.7, kun se talvikaatotukeilla oli 80.9. Hankintasorvipölkkyt olivat taas olleet jo kauan aikaa pölkkytettyinä, jotenka niihin oli päässyt jo kuivumisenkin takia syntymään enemmän halkeamia kuin muunlaatuisiin pölkkyihin.

Kun tarkastellaan sorvipölkkyjen halkeamalukuja heti hautomisen jälkeen sorvisalissa havaitaan, että halkeaminen on jatkunut sorvipölkkyinä haudotuissa talvikaato- ja rasiinkaatopuissa hautomisen aikanaikin. Kun hautomisajalla ei näyttänyt olevan selvää vaikutusta halkeamien lisääntymiseen, on halkeamaluvut laskettu keskiarvoina kaikista haudotuista pölkkyistä. Hankintasorvipölkkyt ovat tässä suhteessa poikkeuksellisessa ase-

Taulukko 8. Vaneritukkien ja sorvipölkkyjen sydänhalkeamien pituus eri mittauspaikoilla.

Tabelle 8. Länge der Kernrisse in Furnierblöcken und Furnierabschnitten an verschiedenen Messorten.

Halkeamien mittauspaikka <i>Messort der Risse</i>	Talvikaato <i>Winterfällung</i>			Rasiinkaato <i>Sommerfällung (in Laub)</i>			Hankintasorvipölkkyt <i>Lieferabschnitte</i>		
	Tuk- keja tai pölk- kyjä, kpl <i>Blöcke oder Ab- schnitte, St.</i>	Sydän- halkeamien yhteis- pituus, cm <i>Ge- samt- länge der Kern- risse, cm</i>	Pisin sydän- hal- keama, cm <i>Längs- ter Kern- riss, cm</i>	Tuk- keja tai pölk- kyjä, kpl <i>Blöcke oder Ab- schnitte, St.</i>	Sydän- halkeamien yhteis- pituus, cm <i>Ge- samt- länge der Kern- risse, cm</i>	Pisin sydän- hal- keama, cm <i>Längs- ter Kern- riss, cm</i>	Tuk- keja tai pölk- kyjä, kpl <i>Blöcke oder Ab- schnitte, St.</i>	Sydän- halkeamien yhteis- pituus, cm <i>Ge- samt- länge der Kern- risse, cm</i>	Pisin sydän- hal- keama, cm <i>Längs- ter Kern- riss, cm</i>
Ennen hautomista: — <i>Vor dem Einweichen:</i>									
Tukkeina metsässä — <i>Als Blöcke im Wald</i>	111	4.6	2.8	214	4.7	2.5	—	—	—
Tukkeina tehtaan varastolla — <i>Als Blöcke im Fabriklager</i>	111	8.6	6.3	81	13.8	9.0	—	—	—
sorvipölkkyinä haudottavat — <i>als Blöcke einzuweichen</i>	57	9.6	6.9	41	12.4	8.5	—	—	—
tukkeina haudottavat — <i>als Abschnitte einzuweichen</i>	54	7.6	5.6	40	15.1	9.4	—	—	—
Sorvipölkkyinä tehtaan varastolla — <i>Als Abschnitte im Fabriklager</i>	184	5.9	3.7	129	4.7	2.6	142	10.5	6.7
Jälkeen hautomisen: — <i>Nach dem Einweichen:</i>									
Sorvipölkkyinä sorvisalis- sa — <i>Als Abschnitte in der Schälerei</i>									
Sorvipölkkyinä haudottu — <i>Als Abschnitte eingeweicht</i>	184	—	—	129	—	—	142	—	—
0 vrk varastoitu — 0 <i>Tage gelagert</i>	184	9.4	6.1	129	8.4	5.5	142	7.2	5.5
1 vrk varastoitu — 1 <i>Tag gelagert</i>	41	9.8	6.2	49	9.4	6.0	48	8.9	6.5
2 vrk varastoitu — 2 <i>Tage gelagert</i>	51	9.9	6.3	45	8.6	5.6	44	8.8	5.8
Tukkeina haudottu — <i>Als Blöcke eingeweicht</i>	184	—	—	146	—	—	—	—	—
0 vrk varastoitu — 0 <i>Tage gelagert</i>	184	4.3	3.4	146	3.0	2.7	—	—	—
1 vrk varastoitu — 1 <i>Tag gelagert</i>	48	7.3	4.9	46	5.5	4.0	—	—	—
2 vrk varastoitu — 2 <i>Tage gelagert</i>	50	6.9	4.8	45	6.6	4.5	—	—	—

massa, sillä sen jälkeen kun ne oli haudottu, niiden kummastakin päästä leikattiin kiekko pois tasoittaen ne sorvipölkyn mittaiseksi. Silloin niihin syntyi uudet leikkaukset, joissa oli pienemmät halkeamat kuin varastolla. Kun sitten seurataan sorvipölkkyinä haudottujen pölkkyjen halkeamien kehitystä edelleen yhden tai kahden vuorokauden varastoimisen jälkeen, huomataan, että halkeamien lisääntyminen on verrattain vähäistä ja epätaisaista, jotenka varastoimisajan pituudella ei näytä olevan kovinkaan suurta merkitystä näille pölkylle. Asian tila on kuitenkin toinen, kun tarkastellaan niitä sorvipölkkyjä, jotka on haudottu tukkeina. Heti sorvisaliin saapumisen jälkeen niiden halkeamaluvut ovat kyllä paljon pienempiä kuin sorvipölkkyinä haudottujen, mutta alkavat sitten suureta. Kahden vuorokauden varastoimisen jälkeen tukkeina haudotut talvikaato- ja rasiinkaato-pölkkyt näyttävät saavuttavan suunnilleen saman halkeamisasteen.

Taulukossa 9 on esitetty Vammalan ja Viialan halkeamamittauksien tulokset. Vaikka niissä eräät lukuarvot ovat toista suuruusluokkaa kuin Lahden tuloksissa, on niistä todettavissa kuitenkin samantapaista suuntausta halkeamien lisääntymisessä kuin Lahden tuloksistakin.

Taulukko 9. Vammalassa ja Viialassa suoritettujen sydänhalkeamamittauksien tulokset.

Tabelle 9. Die Ergebnisse der Kernrissmessungen in Vammala und Viiala.

Halkeamien mittauspaiikka <i>Messort der Risse</i>	Talvikaato — <i>Winterfällung</i>		
	Tukkeja tai pölkkyjä, kpl <i>Blöcke oder Abschnitte, St.</i>	Sydän- halkeamien yhteis- pituus, cm <i>Gesamt- länge der Kernrisse, cm</i>	Pisin sydän- halkeama, cm <i>Längster Kernriss, cm</i>
Ennen hautomista: — <i>Vor dem Einweichen:</i>			
Tukkeina tehtaan varastolla — <i>Als Blöcke am Fabriklager</i>			
Vammala	15	13.4	8.7
Viiala: kuoritut tukit — <i>Entrindete Blöcke</i>	10	9.7	7.2
kuorelliset tukit — <i>Unentrindete Blöcke</i>	10	5.6	4.4
Jälkeen hautomisen: — <i>Nach dem Einweichen:</i>			
Sorvipölkkyinä sorvisalissa — <i>Als Abschnitte in der Schälerei</i>			
Vammala: sorvipölkkyinä haudottu — <i>Als Abschnitte eingeweicht</i>			
0 vrk — 0 Tage	44	10.5	6.7
Viiala: tukkeina haudottu — <i>Als Blöcke eingeweicht</i>			
kuoritut tukit — <i>entrindete Blöcke</i>	28	—	—
0 vrk — 0 Tage	—	4.9	3.5
1 vrk — 1 Tage	—	6.3	4.4
kuorelliset tukit — <i>unentrindete Blöcke</i>	31	—	—
0 vrk — 0 Tage	—	1.5	1.6
1 vrk — 1 Tag	—	2.4	2.0

Taulukkolukujen tarkastelu osoittaa, että rasiinkaato puut saadaan tehtaalle yleensä vähemmän haljenneina kuin talvikaato puut. Myöskin sorviin ne saadaan tukkeina haudottuina vähemmän haljenneina, sikäli kuin ne sorvataan heti sorvisaliin tultuaan. Suurta eroa ei kuitenkaan ole talvikaatopuidenkaan halkeamisessa, jos nekin haudotaan tukkeina. Sorvipölkkyinä hautominen ei todennäköisesti ole eduksi kummassakaan tapauksessa.

Varastoinnin vaikutusta halkeamien lisääntymiseen valaisee vielä taulukko 10, josta nähdään sorvipölkkyjen halkeamien yhteispituuden ja pisimmän halkeaman pituuden lisääntyminen sadanneksina halkeamien pituudesta heti sorvisaliin tuotuna. Pölkkyinä haudotuilla halkeamien pituuden lisääntyminen on sadanneksina hyvin pieni, kun taas tukkeina haudotuilla sadannesluvut ovat melko suuria. Selvä ero yhden ja kahden vuorokauden varastoinnin välillä on vain rasiinkaatotukeilla. Taulukko osoittaa myöskin, että halkeamien yhteispituus on lisääntynyt suhteellisesti paljon enemmän kuin pisin halkeama. Tämä on aiheutunut siitä, että

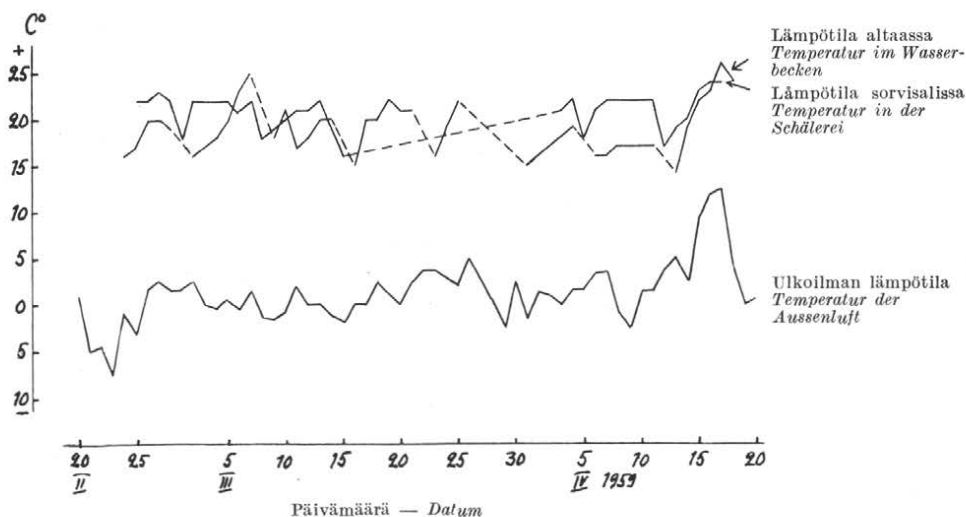
Taulukko 10. Sorvipölkkyjen sydänhalkeamien lisääntyminen varastoitaessa sorvisalissa.

Tabelle 10. Die Zunahme der Kernrisse in den Furnierabschnitten während der Lagerung in der Schälerei.

Hankinta- ja hautomistapa Art der Beschaffung und des Einweichens	Sydänhalkeamien yhteispituuden lisääntyminen, % Zunahme der Gesamtlänge der Risse, %						Pisimmän sydän- halkeaman pituuden lisääntyminen, % Zunahme der Länge des längsten Kernrisses, %	
	Varastointiaika — Lagerdauer							
	1 vrk — 1 Tag			2 vrk — 2 Tage			1 vrk 1 Tag	2 vrk 2 Tage
	Tyvi Stamm- ende	Latva Zopf- ende	Tyvi+ latva Stamm- und Zopf- ende	Tyvi Stamm- ende	Latva Zopf- ende	Tyvi+ latva Stamm- und Zopf- ende		
Talvikaato — Winterfällung								
Sorvipölkkyinä haudottu — Als Furnierabschnitte eingeweicht .	5	4	4	3	5	5	2	3
Tukkeina haudottu — Als Blöcke eingeweicht	60	79	69	58	62	60	44	42
Rasiinkaato — Sommerfällung								
Sorvipölkkyinä haudottu — Als Furnierabschnitte eingeweicht .	12	8	12	1	3	2	9	2
Tukkeina haudottu — Als Blöcke eingeweicht	45	143	82	110	116	119	48	65
Hankintasorvipölkkyt — Lieferab- schnitte	18	34	24	25	18	22	19	6

varastointiaikana on pölkkyihin tullut uusia halkeamia ja entisetkin ovat pidentyneet kuten pisinkin halkeama. Taulukosta nähdään myöskin, että päin vastoin kuin tukeissa pölkkyjen latvapäässä halkeaminen on ollut suhteellisesti suurempaa kuin tyvipäässä tukkeina ja sorvipölkkyinä haudotuissa ensimmäisen vuorokauden jälkeen ja pölkkyinäkin haudotuissa kahden vuorokauden jälkeen. Hankintasorvipölkkyt viimeainitussa tapauksessa tekevät kuitenkin poikkeuksen. Vaikka tulokset halkeamien pituudesta yhden vuorokauden ja kahden vuorokauden varastoimisaiikoina onkin saatu eri tukkieristä, osoittavat taulukkoluvut kuitenkin selvästi, että halkeamien lisääntyminen toisena varastoimisvuorokautena on ollut huomattava vain tukkeina haudotuissa rasiinkaato-pölkkyissä. Taulukossa esitettyjä sadanneslukuja on käytetty laskettaessa koko aineiston pölkkyistä edellä esitettyssä taulukossa 8 olevat keskimääräiset absoluuttiset halkeamaluvut.

Edellä suoritettu halkeamalukujen tarkastelu osoittaa, että kun tukit hautomisen jälkeen on katkottu, on niistä tehdyissä pölkkyissä halkeaminen jatkunut sorvisalissa jotenkin samaan tapaan kuin sorvipölkkyinä haudotuissa pölkkyissä hautomisen aikana ja tehtaan varastolla. Pölkkyt näyttävät siis halkeavan ulkoilmassa jotenkin samalla tavalla kuin lämpimässä vedessä ja lämpimässä sorvisalissa. Mitä lämpötilan vaihtelu vedessä ja sorvisalissa vaikuttaisi halkeamiin, on jäänyt selvittämättä. Tulkoon tässä huomautetuksi, että sorvisalin lämpötila ja veden lämpötila altaassa oli koko mittauksien ajan saman suuruinen vaihdellen $+15 - +25$ C asteeseen, ollen keskimäärin $+20$ astetta. Ulkoilman lämpötila vaihteli $0 - +5$ C asteeseen, ollen keskimäärin $+2.5$ astetta (ks. kuva 2).



Kuva 2. Ulkoilman, sorvisalin ja hautomisaltaan lämpötila tehdastutkimuksen aikana

Abb. 2. Temperatur der Aussenluft, der Schälerei und des Wasserbeckens während der Untersuchungen in der Fabrik

Halkeamat sorvipölkyn sorvauskerroksessa

Sorvikoneessa, jossa koepölkkyt sorvattiin, jäi pölkystä 7.2 cm läpimitäinen purilas. Näin ollen siis 3.6 cm mittainen tai sitä lyhempi pisin halkeama jäi vielä purilaaseen eikä sen ainakaan teoreettisesti pitäisi vaikuttaa viilun halkeamiin. Taulukon 8 pisimpien halkeamien keskiarvoluvut sorvipölkkyille, jotka on laskettu 1 vrk ja 2 vrk varastoimisajoille 0 vrk-aineiston lukuja vastaaviksi edellä esitetyn taulukon 10 sadanneksia käyttäen, osoittavat, että 0 vrk varastoiduissa ja siis heti sorvatuissa pölkkyissä pisin halkeama ei ulotu sorvauskerrokseen. Nyt on kuitenkin muistettava, että tällaiset keskiarvoluvut eivät anna oikeata kuvaa halkeamien todellisesta esiintymisestä, koska havaintoihin, joista keskiarvot on laskettu sisältyy erilaisia määriä sekä yli että alle 3.6 cm pituisia halkeamia. Tämän vuoksi onkin tutkittu, paljonko 0 vrk, 1 vrk ja 2 vrk varastoimisaineistoihin on sisältynyt sellaisia pölkkyjä, joissa pisin halkeama on ylettynyt sorvauskerrokseen. Taulukosta 12 s. 29 nähdään kussakin varastoimisaika-aineistossa sadanneksina koko pölkky määräästä sellaisten pölkkyjen osuus, joiden pisimmän halkeaman pituus on ollut yli 3.6 cm, sekä näiden pölkkyjen pisimmän halkeaman keskipituus. Taulukko osoittaa, että pölkkyjä, joiden pisin halkeama ylettää sorvauskerrokseen, on sangen runsaasti kaikissa varastoimisvaiheissa. Vähimmin niitä kuitenkin on rasiinikaatopuissa ja kaikista vähimmin tukkeina haudotuissa rasiinikaatopuissa. Lopputulos on siis sama kuin taulukossa 8. Pisimmän halkeaman pituuskeskiarvot ovat luonnollisesti huomattavasti suurempia kuin aikaisemmin taulukossa 8 esitetyt, koska ne on laskettu vain yli 3.6 cm halkeamia sisältäville pölkkyille. Merkille pantavaa muuten on, että ne muutamaa poikkeusta lukuunottamatta ovat samaa suuruusluokkaa, kuitenkin niin, että tukkeina haudottujen pisin halkeama on useimmissa osaineistoissa pölkkyinä haudottujen pisintä halkeamaa pienempi. Tukkeina haudottuja rasiinikaatopölkkyjä edustavassa, heti sorvatussa pölkkyaineistossa pisin halkeama on ollut poikkeavan suuri. Se osoittaa, että rasiinikaatopölkkyissä, varsinkin tyvipölkkyissä saattaa olla suuriakin halkeamia. Mutta tällaisia pölkkyjä on kuitenkin suhteellisesti paljon vähemmän kuin talvikaato- ja hankintasorvipölkkyissä.

Haljenneen viilun osuus koko viilumäärästä

Kun halkeamamittauksien yhteydessä ei ollut tilaisuutta tutkia pölkkyissä tavattujen halkeamien syvyyttä, tyydyttiin sorvatusta viilusta tarkastelemaan haljenneen viilun määrää, jonka suuruuteen pölkyn päiden halkeamat vaikuttavat.

Taulukko 11. Haljenneen viulun osuus sadanneksina koko viilumäärästä eri osa-aineistoissa.

Tabelle 11. Der prozentuale Anteil der rissigen Furniere an der gesamten Furniermenge in den einzelnen Materialgruppen.

Sorvipölkkyjen varastoimis aika ja läpimittaluokat pienimmän kuoretoman latvaläpimitan mukaan <i>Lagerdauer und Durchmesserklassen der Furnierabschnitte nach dem kleinsten Zopfdurchmesser ohne Rinde</i>	Talvikaato — Winterfällung				Rasiinkaato — Sommerfällung (in Laub)				Hankinta-sorvipölkkyt Lieferabschnitte	
	Haudottu — Eingeweicht									
	sorvipölkkyinä als Furnierabschnitte		tukkeina als Blöcke		sorvipölkkyinä als Furnierabschnitte		tukkeina als Blöcke		Pölkkyä, kpl	Haljennutta viilua, %
	Pölkkyä, kpl <i>Ab-schnitte, St.</i>	Haljennutta viilua, % <i>Rissige Furniere, %</i>	Pölkkyä, kpl <i>Ab-schnitte, St.</i>	Haljennutta viilua, % <i>Rissige Furniere, %</i>	Pölkkyä, kpl <i>Ab-schnitte, St.</i>	Haljennutta viilua, % <i>Rissige Furniere, %</i>	Pölkkyä, kpl <i>Ab-schnitte, St.</i>	Haljennutta viilua, % <i>Rissige Furniere, %</i>		
0 vrk — 0 Tage										
alle 19 cm — unter 19 cm	21	52.4	18	22.6	1	31.8	13	26.9	—	—
19—24 cm —	47	48.4	57	28.5	30	36.5	21	35.4	27	22.3
yli 24 cm — über 24 cm	24	47.4	10	25.6	4	20.4	21	38.6	5	16.8
Yhteensä — Ingesamt	92	48.6	85	27.2	35	34.1	55	36.2	32	21.3
1 vrk — 1 Tag										
alle 19 cm — unter 19 cm	6	63.9	5	40.0	8	9.2	8	30.9	—	—
19—24 cm —	22	59.7	28	45.7	32	30.1	33	25.5	31	33.8
yli 24 cm — über 24 cm	12	50.2	15	43.8	9	36.5	5	16.1	17	36.7
Yhteensä — Ingesamt	40	56.0	48	44.6	49	29.8	46	24.5	48	35.2
2 vrk — 2 Tage										
alle 19 cm — unter 19 cm	4	67.1	4	59.2	4	33.0	5	38.0	—	—
19—24 cm —	30	54.4	25	39.8	30	32.5	26	27.8	32	34.8
yli 24 cm — über 24 cm	14	58.1	21	60.6	11	49.4	14	39.5	12	52.8
Yhteensä — Ingesamt	48	56.5	50	51.5	45	38.1	45	33.2	44	41.6
Kaikki — Alles										
alle 19 cm — unter 19 cm	31	56.3	27	31.9	13	18.0	26	30.4	—	—
19—24 cm —	99	52.6	110	35.7	92	33.1	80	28.6	90	30.6
yli 24 cm — über 24 cm	50	51.4	46	47.5	24	39.9	40	36.6	34	40.1
Yhteensä — Ingesamt	180	52.5	183	39.5	129	34.0	146	31.9	124	34.0

Sorvauksen yhteydessä mitattiin jokaisesta tutkimukseen kuuluvasta sorvipölkkyistä saadun vaneriviulun koko pituus sekä halkeamia sisältävän viiluosuuden pituus. Näistä mittauksista on pölkkyittäin laskettu hal-

jenneen viilun osuus sadanneksina koko viilumäärästä. Ehjäksi luettiin sellainen viilun osa, jossa oli niin pieniä halkeamia, että ne viilua tasoitettaessa hävisivät. Aineistoa käsittelemään ryhdyttäessä tarkasteltiin ensin, olisiko haljenneen viilun osuus koko viilumäärästä jollakin tavalla riippuvainen pölkyn laadusta. Laskettaessa sadannekset eri laatuluokille eri aineistoista, ei voitu löytää mitään selvää eroa eri laatuluokkien välillä. Senjälkeen jaettiin pölkkyt 1 cm läpimittaluokkiin ja tarkasteltiin sadanneslukuja eri läpimittaisissa pölkkyissä. Kun mitään selvää säännönmukaisuutta ei tällöinkään havaittu sadanneslukujen vaihteluissa, ryhmiteltiin pölkkyt vielä kolmeen läpimittaluokkaan, alle 19 cm, 19—24 cm ja yli 24 cm luokkiin (Taulukko 11). Kun pääosa havainnoista sisältyy luokkaan 19—24 cm, jäivät muiden luokkien havaintomäärät vähäisiksi, joten tämänkään luokittelun perusteella ei läpimitan vaikutuksesta haljenneen viilun osuuteen voida tehdä mitään varmoja johtopäätöksiä. Näyttää kuitenkin siltä, että pienimpään läpimittaluokkaan kuuluvista pölkkyistä saadaan suhteellisesti yhtä paljon, joskus ehkä enemmänkin ehyttä viilua kuin suurimpaan läpimittaluokkaan kuuluvista pölkkyistä. Kaatoaika-aineistojen osille sekä koko aineistoille lasketut luvut osoittavat, että haljenneen viilun osuus rasiinkaatopuissa on huomattavasti paljon vähäisempi kuin talvikaatopuissa.

Sadanneslukujen epäsäännöllisyydet eri varastoaika-aineistoissa johtuvat ennen kaikkea siitä, missä määrin aineistoon sisältyy pölkkyjä, joiden pisimmät halkeamat ylettyvät sorvattuun pölkyn osaan asti (vrt. taulukko 12). Kun tämä vaihtelee huomattavasti eri puutavaraerissä riippuen niiden kaatotavasta sekä siitä ajasta, joka kuluu kaadosta sorvaukseen, samoin kuin käsittelytavasta, on saatuja, haljenneen viilun osuutta sadanneksina osoittavia lukuja pidettävä vain tutkittuja aineistoja edustavina, yleistämättä niitä sen paremmin kuin aikaisempiakaan halkeamalukuja. Niinpä onkin vain kiinnitettävä huomiota siihen, mitä suuruusluokkaa sadannekset ovat ja mitä suhteita ne osoittavat eri aineiston osien kesken. Taulukon 11 luvut osoittavat, että useimmissa osa-aineistoissa talvikaatopuista tulee haljennutta viilua n. 20 sadannesta enemmän kuin rasiinkaatopuista tukkeina haudottuja varastoimattomia pölkkyjä lukuunottamatta. Lopputulokseksi jää, että rasiinkaatopuut näyttävät antavan kaikki osa-aineistot huomioon ottaen edullisimman viilutuloksen, mihin pölkkyjen halkeamienkin tarkastelu viittasi. Tukkeina haudotut talvikaatopölkkyt ja hankintasorvipölkkyt näyttävät johtavan vieläkin edullisempaan tulokseen, mikäli ne sorvataan heti sorvisaliin tultuaan, mutta juuri näihin näyttää varastoiminen vaikuttavan epäedullisesti.

Taulukko 12. Sydänhalkeamien aiheuttaman ja sorvauksessa saadun haljenneen viulun osuus koko viilumäärästä.

Tabelle 12. Der Anteil der durch Kernrisse verursachten und beim Schälen anfallenden rissigen Furniere im Vergleich zur gesamten Furniermenge.

Hankinta- ja hautomistapa sekä varastoimis aika Art der Beschaffung und des Einweichens sowie Lagerdauer	Sorvipölkkyjen pienin läpimitta latvasta kuoretta, cm Kleinster Zopfdurchmesser der Furnierabschnitte ohne Rinde, cm	Sydänhalkeamia sorvaukskerroksessa sisältävien pölkkyjen — In den Abschnitten mit Kernrisen in der Schältschicht		Sydänhalkeaman aiheuttaman haljenneen viulun osuus koko viilumäärästä, % Der Anteil der durch Kernrisse verursachten rissigen Furniere im Vergleich zur gesamten Furniermenge, %	Sorvauksessa saadun haljenneen viulun osuus koko viilumäärästä, % Beim Schälen angefallener Teil rissiger Furniere im Vergleich zur gesamten Furniermenge, %
		pisin halkeama, cm Der längste Riss, cm	osuus pölkkyistä, % Anteil von den Abschnitten, %		
Talvikaato — Winterfällung					
Sorvipölkkyinä haudottu — Als Furnierabschnitte eingeweicht					
0 vrk — 0 Tage	21.1	6.8	84.8	29.9	48.6
1 » — 1 Tag	22.0	7.2	80.5	31.6	56.0
2 » — 2 Tage	23.2	7.1	94.1	33.2	56.5
Tukkeina haudottu — Als Blöcke eingeweicht					
0 vrk — 0 Tage	20.4	5.0	39.5	5.3	27.2
1 » — 1 Tag	22.8	6.2	62.5	14.9	44.6
2 » — 2 Tage	23.9	6.5	74.0	19.7	51.5
Rasiinkaato — Sommerfällung (in Laub)					
Sorvipölkkyinä haudottu — Als Furnierabschnitte eingeweicht					
0 vrk — 0 Tage	22.6	7.6	65.7	29.0	34.1
1 » — 1 Tag	21.6	6.2	67.3	19.0	29.8
2 » — 2 Tage	22.7	7.4	73.3	30.1	38.1
Tukkeina haudottu — Als Blöcke eingeweicht					
0 vrk — 0 Tage	22.4	8.6	33.9	19.2	36.1
1 » — 1 Tag	21.2	6.4	34.0	10.4	24.5
2 » — 2 Tage	23.0	6.8	55.6	17.9	33.2
Hankintasorvipölkkyt — Lieferabschnitte					
0 vrk — 0 Tage	23.9	6.9	65.9	20.0	21.3
1 » — 1 Tag	23.7	7.1	83.3	27.1	35.2
2 » — 2 Tage	23.7	7.7	81.8	33.2	41.6

Haljenneen viilumäärän osuutta ilmaisevien sadanneksien suuri epä-säännöllisyys on osoituksena siitä, että haljennutta viilua aiheutuu muistakin syistä kuin sydänhalkeamista.

Sitä aiheuttavat luonnollisesti muut, pölkyn päähän ilmestyneet, kuivumisesta ja mahdollisesti sorviin kiinnittämisestä johtuneet halkeamat. Tämä käykin selvästi ilmi, jos vertaillaan keskenään eri osa-aineistoille laskettuja keskiarvosadanneksia, jotka osoittavat, kuinka paljon sorvauskerroksesta sydänhalkeaman takia tulisi haljennutta viilua ja paljonko sorvauksessa todella on saatu haljennutta viilua. Tämä näkyy myös taulukosta 12. Siinä on rinnakkain sydänhalkeaman aiheuttaman sekä sorvauksessa saadun haljenneen viilun osuutta koko viilumäärästä osoittavat sadannekset. Näitä sadanneksia tarkastellessa havaitaan ensinnäkin, että kaikissa osa-aineistoissa haljenneen viilun osuus koko viilumäärästä on huomattavasti suurempi kuin sydänhalkeaman aiheuttaman haljenneen viilun osuus koko viilumäärästä. Toiseksi voidaan todeta, että sadannekset ovat tukkeina haudotuissa puissa yleensä pienempiä kuin sorvipölkkyinä haudotuissa. N ä m ä k i n s a d a n n e k s e t o s o i t t a v a t r a s i i n k a a t o p u u t j a t u k k e i n a h a u d o t u t t a l v i k a a t o p u u t e d u l l i s i k s i s o r v a u s t u l o k s e e n n ä h d e n . Ne viittaavat myöskin selvästi siihen, että kun halennut pölkyn pää kiinnitetään kiinnityskaraan ja pölkky lähtee pyörimään terän ottaessa siihen kiinni, syntyy sellainen vääntömomentti, joka suurentaa jo ennestään olevaa sydänhalkeamaa. Kun pisin halkeama on aina mitattu ytimeistä pintaan päin ja kun ydin ei aina ole suinkaan täysin puun keskustassa, on mahdollista, että tälläkin seikalla on jonkinlainen vaikutus sadanneksiin.

Sorvaustuloksen mittaukset antoivat myöskin erään erittäin mielenkiintoisen sivutuloksen, joka tässä kannattaa mainita. Tutkimustulokset osoittivat nimittäin sorvipölkkyistä saatavan suunnilleen yhtä monta metriä viilua kuin pölkkyjen pienimmässä latvaläpimitassa on senttimetrejä. Tämä nähdään seuraavasta asetelmasta.

	Pölkyn pienin latvaläpimita kuoretta, cm <i>Kleinster Zopfdurchmesser des Abschnitts ohne Rinde.</i> cm	Pölkkyä kohden viilua, m <i>Furniermenge je Abschnitt,</i> m
<i>Talvikaato — Winterfällung</i>		
Sorvipölkkyinä haudottu — <i>Als Abschnitte eingeweicht</i>	22.1	20.8
Tukkeina haudottu — <i>Als Blöcke eingeweicht</i>	22.2	21.4
<i>Rasiinkaato — Sommerfällung (in Laub)</i>		
Sorvipölkkyinä haudottu — <i>Als Abschnitte eingeweicht</i>	22.2	20.7
Tukkeina haudottu — <i>Als Blöcke eingeweicht</i>	22.2	21.2
Hankintasorvipölkkyt — <i>Lieferabschnitte</i>	23.7	23.9

Loppupäätelmiä

Tutkimuksissa on voitu todeta koivupuun olevan sisäiseltä rakenteeltaan sellainen, että kun se katkaistaan, ilmestyy katkaisuleikkauksiin heti katkaisun jälkeen, harvoja poikkeuksia lukuunottamatta, yksi tai useampia sydänhalkeamia, jotka sitten jatkuvasti suurenevat ja joita tulee lisääkin rungosta tehdyn puutavaran käsittelyvaiheiden aikana. Kun jo rungon tyvileikkaukseen ilmestyy sydänhalkeamia aivan heti välittömästi kaadon tapahduttua, tuntuu siltä, että joko kasvavan rungon sisässä on sellaisia halkeamia tai siellä on voimakkaita sisäisiä jännityksiä, jotka katkaisuleikkauksen tapahduttua purkautuessaan repäisevät halki puun ytimestä lähtien. Käsillä olevassa tutkimuksessa ei syytä ole saatu selville, mutta viimeksi mainittu oletamus tuntuu oikealta. Jos taas oletetaan ilmiön johtuvan kasvavan puun ytimessä olevista halkeamista, täytyisi rungon sydämestään olla halki koko pituudeltaan, koska sydänhalkeamia tavataan joka kohdalla rungossa. Kun puu kaadetaan rasiin, jatkuvat sen sisässä nestevirtaukset latvaan päin, josta puun kosteus hitaasti haihtuu puun vähitellen kuivuessa. Tästä näyttää olevan seurauksena, että puun sisäiset jännitykset heikentyvät koko rungon pituudelta. Katkottaessa runko taas kaadon jälkeen heti tukeiksi, kuten talvikaadossa tehdään, katkeavat nestevirtaukset, jännitykset pääsevät purkautumaan vain katkaisupinnoista, mutta muussa osassa tukkia ne säilyvät ja pääsevät purkautumaan vasta, kun tukki katkotaan pölkyiksi, vain leikkauspintojen kohdalta. Kun tutkimuksissa on voitu todeta, että rasiin kaadettuna kuivuneista rungoista katkottujen tukkien ja pölkköjen päissä on vähemmän ja pienempiä halkeamia kuin talvella kaadetuista, kuivumattomista rungoista katkotuissa, voidaan edellä sanotun perusteella tehdä se johtopäätös, että puun sisäiset jännitykset syntyvät puun nestevirtauksissa, säilyvät sen patoutumisissa ja pienenevät nestevirtauksien heikentyessä.

Asiain tilan ollessa edellä kuvatunlainen tosiasiaksi jää, että vain poikkeustapauksessa on mahdollista saada sorvattavaksi vaneritehtaaseen puuta, jossa ei ole sydänhalkeamaa. Tutkimukset ovat osoittaneet kuitenkin, että säilyttämällä raaka-aine varastossa sekä hautomalla se pitkinä rungon osina, siis tukkeina, ja sorvaamalla niistä katkotut pölkyt heti katkomisen

jälkeen halkeamat aiheuttavat vähiten haljennutta viilua. Vaikka talvikaatotukit ovat tässä suhteessa rasiinkaatotukkien veroisia, osoittautuvat ne kuitenkin epädullisimmiksi kokonaissorvaustulosta tarkastettaessa. Rasiinkaatotukeista nimittäin saadaan lopullisesti huomattavasti enemmän ehyttä viilua kuin edellisistä. Tämä johtunee ensinnäkin siitä, että sellaisia pölkkyjä, joiden sorvauskerrokseen pisimmät sydänhalkeamat yltävät, on rasiinkaatopuissa huomattavasti vähemmän kuin talvikaatopuissa. Toiseksi itse sorvaustapahtumassa kiinnityskara ja terän vastus lisää sydänhalkeamien pitenemistä tuoreesta, kuivumattomasta tukista katkotussa pölkkyssä, josta jännitykset juuri ovat laukeamassa, enemmän kuin rasiinkaadettuna kuivuneesta tukista katkotuissa pölkkyissä, joissa jännitykset ovat jo suurelta osalta launneet. Talvikaatopölkkyistä sorvauksessa saadun haljenneen viilun määrä on 20—25 sadannesta suurempi kuin pelkän sydänhalkeaman aiheuttaman haljenneen viilun määrä, rasiinkaatopölkkyjen vastaavan sadanneksen vaihdellessa vain 5—10. Hankintasorvipölkkyt ovat varastoituina ollessaan ennättäneet kuivua niin paljon, että sisäiset jännitykset ovat heikentyneet kuten rasiinkaatopuidenkin. Kun pölkkyt tasataan ennen sorvausta, poistetaan pahimmin haljenneet osat kummastakin päästä ja sorvauksesta aiheutuva halkeaminen jää niin vähäiseksi, että niistä saadaan yhtä edullinen sorvaustulos kuin tukkeina haudotuista rasiinkaatopölkkyistäkin.

Tutkimuksen yhteydessä on tullut esille monta sellaista seikkaa, joita ei ole voitu selvittää käytettävissä olevilla aineistoilla. Niinpä koko tutkimuksen ydinkysymys, mistä oikeastaan sydänhalkeamat puussa aiheutuvat, on toistaiseksi jäänyt kokein selvittämättä. Tämän vuoksi on tarkoitus jatkaa tutkimuksia ja löytää keinot, joilla todennäköiseltä näyttävä teoria puun sisäisistä jännityksistä voidaan osoittaa. Lisäksi on tutkittava, ovatko nämä sisäiset jännitykset ja niistä johtuva halkeamisilmiö erilainen eri kasvupaikoilla kasvavilla erilaisilla koivulajeilla, mitä vaikuttaa puun ikä, oksaisuus, rungon soikeus, kosteuspitoisuus, tilavuuspaino, lahovikaisuus, metsän tiheys, kaatoaika ja mahdolliset muut tekijät halkeamien syntymiseen. Nämä kaikki tutkimukset voidaan suorittaa metsäaineistoilla. Tehdaskäsittelyn yhteydessäkin olisi vielä tutkittava hautomisen ja hautomisajan vaikutusta halkeamien lisääntymiseen, jota tässä tutkimuksessa ei saatu selville. Tämä voidaan luonnollisesti tehdä myöskin laboratorioissa, mikäli saadaan käytettäväksi riittävän suuria altaita, joissa on mahdollista vaihdella veden lämpötilaa ja tarkastella, mitä se vaikuttaa halkeamien edistymiseen.

Kirjallisuutta

- Akins, V. and Pillow, M. Y. 1950. Occurrence of gelatinous fibers and their effect upon properties of hardwood specimens. — For. Prod. Res. Soc. 117 Repr.
- Bielczyk, S. 1953. Wpływ niektórych czynników na pęknięcie surowca bukowego. (The influence of some factors on splitting of beech timber.) Instytut Badań Leśnictwa Nr. 89. Prace.
- Clarke, S. H. 1937. The distribution, structure and properties of tension wood in Beech (*Fagus sylvatica* L.). — Forestry 11.
- 1939. Stresses and strains in growing timber. — Forestry 13.
- Friedrich, J. 1897. Über den Einfluss der Witterung auf den Baumzuwachs. — Mittl. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs, Wien.
- Goebel, N. B., Taras, M. A., Smith, W. R. 1960. Tension wood and its relation to splitting in Hickory. — South Carolina Agricultural Experiment Station, Clemson Agricultural College, Bulletin 480, March.
- Jacobs, M. R. 1938. The fibre tension of woody stems, with special reference to the genus *Eucalyptus*. — Commonwealth Forestry Bureau, Bulletin No. 22. Canberra, Australia.
- 1939. Further studies on fiber tension. — Commonwealth Forestry Bureau Bulletin No. 24. Canberra, Australia.
- 1945. The growth stresses of woody stems. — Commonwealth Forestry Bureau Bulletin No. 28. Canberra, Australia.
- Knuchel, H. 1947. Holzfehler. — Zürich.
- Koehler, A. 1933. A new hypothesis as to the cause of shakes and rift cracks in green timber. — Journal of Forestry 31.
- König, Ewald. 1957. Fehler des Holzes. Holz-Zentralblatt Verlags GMBH, Stuttgart.
- MacDougal, D. F. 1925. Reversible variations in volume, pressure and movements of sap in trees. — Carnegie Institute of Washington. Publication No. 365.
- Martley, J. F. 1928. Theoretical calculation of pressure distribution on the basal section of the tree. — Forestry 2.
- Meyer-Brenken. 1953. Praktische Holzhaushaltung — Heft 10 der Arbeitsmerkhefte für Waldarbeiter. Neudamm-Melsungen.
- Meyer-Wegelin, H. und Mammen, E. 1953/1954. Spannungen und Spannungsrisse im Buchenstammholz. — Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Heft 9.

Die Rissbildung in Furnierblöcken und Furnierabschnitten

Referat

Einleitung

Obgleich das Furnierholz unentrindet gelagert und transportiert wird, treten dennoch immer an den Enden der Furnierblöcke und den davon abgelängten Abschnitten Risse auf. Als Ursache dieser Erscheinung betrachtete man bisher in der Hauptsache das Austrocknen, das über die Hirnseiten erfolgt. Es liegt jedoch auf der Hand, dass die tiefere Ursache für die Rissbildung keineswegs der Trocknungsprozess ist. Man kann nämlich beobachten, dass die Kernrisse in den Furnierblöcken in sehr rascher Folge gleich nach dem Fällen aufspringen genau so wie bei den Furnierabschnitten gleich nach dem Ablängen der gelagerten Furnierblöcke.

Die hier vorliegende Untersuchung ist bestrebt, diese Rissbildungen zu klären, und zwar sowohl am Hauungsplatz als auch in den Fabriken. Zu diesem Zweck untersuchte man, wie verschiedene äussere Bedingungen und Bearbeitungsweisen auf die Bildung und Entwicklung von Kernrissen Einfluss nehmen und auch, welche Bedeutung diese Risse bei der Furnierherstellung haben.

Die Rissbildung im Holz

Die Rissbildungen im Holz haben schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Pflanzenphysiologen und Forstwissenschaftler auf sich gelenkt, wie das Literaturverzeichnis am Ende dieser Publikation zeigt. Im Holz treten hauptsächlich zweierlei Rissarten auf: Splintrisse und Kernrisse. Risse in den äusseren Holzschichten findet man verhältnismässig selten, Kernrisse dagegen kommen allgemein ungewöhnlich häufig vor. Man hat viele verschiedene Theorien über die Entstehung der Kernrisse aufgestellt, doch die jüngeren Untersuchungen haben ergeben, dass die Risse im Kernholz nachweislich durch die Wirkung der Wachstumsspannungen entstehen und sich weiterentwickeln. Einige Untersuchungen weisen darauf hin, dass im Innern des Stammes eine Längsdruckspannung herrscht, in den Splintholzschichten, d. h. in den äusseren Teilen dagegen Längszugspannung. Beim Ablängen des Stammes löst sich der Druck im Kernholz und die Zellen im Zentrum drängen in Längsrichtung nach aussen. Gleichzeitig löst sich die Zugspannung in den Splintholzschichten, wodurch die Gewebe dieser Schichten einschrumpfen. Die Folge davon ist das Spalten des Holzes. Ausser der Längsrichtung bestehen innere Spannungen im Stamm auch radial und tagential. Die äussersten Schichten stehen tangential unter Druckspannung, die innersten dagegen unter radialer Zugspannung. Wird nun der Stamm abgelängt, so lösen sich die Spannungen und das Holz reisst vom Kern

aus radial zur Oberfläche hin. Man ist der Ansicht, dass die Längsspannungen während der Wachstumszeit durch die Flüssigkeitsströmungen hervorgerufen würden und zu den wichtigsten aller Spannungen gehörten, von denen auch alle anderen inneren Spannungen ausgingen. Man glaubt, dass sie auch Einfluss auf die Wachstumschwankungen des Baumes haben sowie u. a. auf die Bildung vieler innerer Fehler im Holz. Ein Riss bildet sich üblicherweise dort, wo die inneren Spannungen am grössten sind, und entweder wechselt deren Richtung oder weitere Risse entstehen an der Stelle, wo die nächstgrösste Spannungsansammlung liegt.

Für die Entstehung der rissbildenden inneren Spannungen des Baumes gibt es auch noch viele andere Erklärungen. Aus den Verhältnissen zwischen Umfangszuwachs und radialem Zuwachs können im Holz Transversalspannungen auftreten, die je nach den Wachstumsbedingungen wechseln. Longitudinalspannungen entstehen allem Anschein nach auch dann, wenn die alten, aufgequollenen Zellen absterben. Wenn die innersten Zellen des Splintholzes zu Kernholz werden, vollziehen sich im Kernholz durch die Neuordnung der Moleküle für eine gewisse Zeit chemische Veränderungen, die Schrumpfungen und infolgedessen Risse verursachen.

Obleich die Risse und inneren Spannungen bei vielen verschiedenen Holzarten untersucht wurden, besonders bei Buche, Hickory und Eukalyptus, hat man in den Untersuchungen doch nicht das Augenmerk auf die Häufigkeit der Fälle oder deren Einflussbreite bei den herzustellenden Produkten gerichtet. Die Untersuchungen sind in der Hauptsache auf die Ursachen für die Rissbildungen und deren Folgescheinungen gerichtet.

Das Untersuchungsmaterial

Im Wald gesammeltes Material

Dieses gliedert sich in zwei Teile: 1. Winterfällung, 2. Sommerfällung (in Laub).

Das Material über das im Winter gefällte Holz, das in Blöcken und Furnierabschnitten im Werk von Lahti untersucht wurde, ist in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Zu dem Laub gefällten Holz gibt die Tabelle 7 (Ergebnistabelle) nähere Erläuterungen.

In der Fabrik gesammeltes Material

Dieses gliedert sich in drei Teile: 1. Winterfällung, 2. Sommerfällung, 3. Lieferabschnitte. Das entsprechende Material ist in den Tabellen 1, 2, 3, 4, und 5 dargestellt.

Die Untersuchungsmethoden

Messungen auf den Hauungsplätzen

Sowohl im Winter als auch im Sommer wurden auf den Hauungsplätzen unmittelbar nach dem Fällen und Ablängen die Risse und Fäulnisse an den Schnittstellen durch Messungen und Zeichnungen aufgenommen. Die abgelängten Blöcke wurden gemessen, und zwar Länge, Durchmesser des Zopfendes unter der Rinde über Kreuz auf cm genau sowie in der Mitte auf der Rinde auf $\frac{1}{2}$ Zoll genau.

Die Untersuchungsphasen in der Fabrik

Sowohl das Winterfällungs- als auch das Sommerfällungsmaterial wurde in zwei Teile aufgeteilt. Bei dem einen Teil wurden die Blöcke ganz eingeweicht, beim anderen Teil wurden sie vorher auf Furnierabschnitte abgelängt. Das Einweichen dauerte 24, 48 und 96 Stunden. Nach dem Einweichen wanderten die Blöcke über den Holzförderer in die Fabrik, wo sie auf Furnierabschnitte abgelängt wurden. Nachdem die Furnierabschnitte über ein Transportgerät in den Schälssaal gelangt waren, wurde ein Teil sofort geschält, ein anderer Teil wurde 24 und ein weiterer 48 Stunden im Schälssaal gelagert. Auf diese Weise versuchte man Aufschluss über die Wirkung des Lagerens auf die Zunahme der Risse in den Furnierabschnitten zu erhalten. Auch die Lieferabschnitte wurden eingeweicht und im Schälssaal weiterbehandelt, und zwar auf die gleiche Weise wie das Holz aus Winter- und Sommerfällung. Tabelle 5 zeigt, wie sich das geschälte Material auf Durchmesserklassen und Lagerzeiten verteilt.

Die Messungen in der Fabrik

Jeder Block wurde vor dem Einsetzen ins Wasserbecken gemessen, und zwar der Durchmesser in der Mitte über Kreuz auf $\frac{1}{2}$ Zoll genau sowie die Länge auf 1 Fuss genau. Ausserdem wurden bei jedem Block und Furnierabschnitt die Durchmesser beider Enden über Kreuz gemessen und bei den Furnierabschnitten auch der kleinste Zopfdurchmesser auf 1 cm genau. Jeder Block und jeder Furnierabschnitt hatte sein eigenes Formular, auf dem die Länge der Risse bei jeder Kontrolle mit einer anderen Farbe eingetragen wurde. Die Masseintragungen wurden sowohl durch Schreiben als auch durch Zeichnen vorgenommen. Im Schälssaal wurden die gleichen Messungen und Eintragungen nebst Zeichnungen ausgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse

Risse in den Furnierblöcken während der Bearbeitung im Wald *

Winterfällung

Aus dem Winterfällungsmaterial lassen sich keine Schlüsse darüber ziehen, ob je nach Standort oder Birkenart irgendwelche Unterschiede in der Rissbildung auftreten. Bei der Überprüfung der Zahlenwerte für die Gesamtlängen der Risse und für die längsten Risse in Stamm- und Zopfblöcken in Tabelle 6, aus der auch die Kennziffern des Materials ersichtlich sind, fällt zunächst auf, dass das Zopfende der Stammblöcke etwas grössere Risse aufweist als das Stockende und bei Zopfblöcken wiederum umgekehrt, das Stammende grössere als das Zopfende. Ausserdem bemerkt man beim Einteilen an der Schnittstelle zwischen Stamm- und Zopfblock, dass das Zopfende des Stammblockes etwas weniger Risse aufweist als das Stammende des Zopfblockes.

Sommerfällung (in Laub)

Auch aus diesem Material lassen sich keine gültigen Schlussfolgerungen über die Wirkung von Standort und Birkenart auf die Grösse der Risse ziehen. In Tabelle 7 sind die Kennziffern zum Sommerfällungsmaterial aufgeführt sowie die über die Risse gesammelten Ergebnisse, welche ebenso wie die Zahlen der Winterfällung zeigen, dass beim Ablängen die Risse am Zopfende des Stammblockes etwas kleiner sind als

am Stammende des Zopfblockes. Bei den Zopfblöcken finden sich die gleichen Verhältnisse wie im Wintermaterial, d. h. die Risse am Stammende des Zopfblockes sind grösser als die am Zopfende des Stammblockes. Die Ergebnisse zeigen auch, dass am Stammendenschnitt der Birke bei Winter- und Sommerfällung gleich viele und gleich lange Risse auftreten. Beim Trocknen schienen sich ausserdem die Spannungen im Birkenholz so zu lösen, dass beim späteren Ablängen am Zopfende des Stammblockes und an beiden Enden des Zopfblockes weniger und kürzere Risse auftreten als bei der Winterfällung, wo gleich beim Fällen abgelängt wird.

Risse in den Furnierblöcken und Furnierabschnitten während der Bearbeitung in der Fabrik

In der Fabrik liessen sich Stamm- und Zopfblöcke nicht getrennt verfolgen. Deshalb ist die Gesamtlänge der Risse und der längste Riss in der endgültigen Tabelle als Mittelwert der Risse in Zopf- und Stammendenschnitten von allen Blöcken und Furnierabschnitten errechnet worden. Tabelle 8 bringt die Anzahl der Blöcke und Abschnitte, die bei der Bearbeitung im Werk jeweils einem anderen Material angehörten, ausserdem die Gesamtlänge der Risse und die durchschnittlichen Masse des längsten Risses. Im oberen Teil der Tabelle in der ersten Zeile stehen die endgültigen Ergebnisse der im Wald an den Blöcken durchgeführten Messungen. Diese zeigen, dass in beiden Teile des Waldmaterials die Gesamtlänge der Risse und der längste Riss etwa gleich gross gewesen sind. Auf Grund der im Fabriklager durchgeführten Messungen liess sich feststellen, dass die Risse beachtlich zugenommen hatten. Bei den in Laub gefällten Blöcken war die Zunahme besonders gross, was natürlich auf die lange Zeit zurückzuführen ist, die seit dem Ablängen im Wald bis zum Messen im Lager verflossen war. Bei den Posten, die als Furnierabschnitte eingeweicht wurden und vor dem Einweichen bereits im Fabriklager auf Furnierabschnitte abgelängt worden waren, sind die Durchschnittswerte der Risse in den Abschnitten natürlich kleiner als die Mittelwerte der Risse in den Blöcken. In den Blockenden konnte ja die Rissbildung noch in der Zeit fortschreiten, als die Blöcke aus dem Wald zum Fabriklager transportiert wurden. Eine Überprüfung der Rissdaten zeigt auch, dass die Längen der Risse im Holz aus der Winterfällung ein wenig grösser sind als bei in Laub gefälltem Holz. Obgleich der Unterschied nicht gross ist, so mag er wohl darauf zurückzuführen sein, dass sich bei den in Laub gefällten Blöcken die Spannungen während der langen Welkzeit und Lagerdauer so weit lösen konnten, dass die Risswerte der Furnierabschnitte im ganzen gesehen nicht mehr so hoch steigen wie beim Holz aus der Winterfällung, bei dem eine derartige Spannungslösung nicht eintreten konnte. Die Lieferabschnitte waren dagegen schon lange Zeit abgelängt, so dass sich bei diesen auch schon wegen des Trocknens mehr Risse bilden konnten als bei den Furnierabschnitten anderer Art. Wenn man die Rissdaten der Furnierabschnitte im Schälssaal betrachtet, so stellt man fest, dass bei dem Holz aus Winter- und Sommerfällung, welches in Form von Furnierabschnitten eingeweicht wurde, die Rissbildung auch während des Einweichens fortschreitet. Bei dem in Form von Furnierabschnitten eingeweichten Holz war die Zunahme der Risse nach dem Lagern verhältnissmässig gering und ungleichmässig, so dass die Länge der Lagerdauer bei diesen Abschnitten keine besonders grosse Bedeutung zu haben scheint. Bei den Furnierabschnitten dagegen, die als Blöcke eingeweicht wurden, sind die Rissdaten nach der Ankunft im Schälssaal zwar viel kleiner als bei den in Form von Furnierabschnitten eingeweichten, aber während des Lagerns beginnen sie dann schnell zu wachsen. Schon nach 48 Stunden Lagerdauer scheinen die Abschnitte aus Winter-

und Sommerfällung, die in Form von Blöcken eingeweicht wurden, ungefähr den gleichen Rissbildungsstand zu erreichen.

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Rissmessungen in Vammala und Viiala aufgeführt. Obgleich unter diesen einige Werte ganz anderen Grössenklasse auftauchen als bei den Ergebnissen aus Lahti, zeigt sich bei der Zunahme der Risse dennoch die gleiche Tendenz wie bei den Ergebnissen aus Lahti.

Eine Überprüfung der Tabellenwerte lässt erkennen, dass in Laub gefälltes Holz im allgemeinen mit weniger Rissen ins Werk gelangt als Holz aus der Winterfällung. Auch auf der Schälmaschine weist es weniger Risse auf, wenn es in Form von Blöcken eingeweicht und gleich nach Ankunft im Schälssaal geschält wird. Es besteht jedoch kein grosser Unterschied gegenüber der Rissbildung bei dem Holz aus Winterfällung, wenn auch dieses in Form von Blöcken eingeweicht wird. Ein Einweichen abgelängter Furnierabschnitte ist wahrscheinlich in beiden Fällen nicht von Vorteil.

Der Einfluss des Lagerns auf das Zunehmen der Risse wird noch durch Tabelle 10 näher beleuchtet, aus der die Zunahme der Gesamtlänge der Risse und der Länge des längsten Risses in den Furnierabschnitten ersichtlich sind, und zwar in Prozenten der Risslängen gleich nach Ankunft im Schälssaal. Die in der Tabelle aufgeführten Prozentzahlen wurden bei der Berechnung der durchschnittlichen in obiger Tabelle gegebenen absoluten Rissdaten der Furnierabschnitte des gesamten Materials verwandt.

Wenn man die Risse und deren Entwicklung während des Einweichens und Lagerns prüft, so beobachtet man, dass die Furnierabschnitte im Freien ungefähr in gleicher Weise rissig werden wie in warmen Wasser und im warmen Schälssaal.

Die Risse in der Schältschicht der Furnierabschnitte

Auf der Furnierschälmaschine, auf der die Probeabschnitte geschält wurden, blieb von den Abschnitten eine Reststange von 7,2 cm Durchmesser übrig. Demnach bleibt ein Riss von 3,6 cm oder ein längster Riss von weniger als 3,6 cm noch im Restholz und dürfte wenigstens theoretisch keinen Einfluss auf die Risse im Furnier haben. Verschiedenes Lagermaterial wurde untersucht, um die Anzahl der Furnierabschnitte festzustellen, bei denen der längste Riss bis in die Schältschicht reichte. Tabelle 12 zeigt, dass Abschnitte, bei denen der längste Riss bis in die Schältschicht reicht, in allen Phasen der Lagerung recht zahlreich sind. Bei in Laub gefälltem Holz finden sie sich weniger, und am allerwenigsten bei in Form von Blöcken eingeweichtem in Laub gefälltem Holz. Das Ergebnis ist also das gleiche wie in Tabelle 8. Die Zahlenwerte für den längsten Riss sind natürlich bedeutend grösser als die früher in Tabelle 8 aufgeführten, weil sie nur für solche Abschnitte berechnet sind, die Risse von über 3,6 cm Länge aufweisen.

Der Anteil des rissigen Furniers an der gesamten Furniermenge

Da man beim Messen der Risse keine Gelegenheit hatte, die Tiefe der in den Abschnitten gefundenen Risse zu untersuchen, beschränkte man sich darauf, die

beim Schälen angefallene rissige Furniermenge, auf deren Grösse die Risse an den Enden der Abschnitte Einfluss haben, zu prüfen. Beim Schälen wurde von jedem Probeabschnitt die jeweilige Länge des ganzen Furniers und die Länge des rissigen Teiles gemessen. Aus diesen Masszahlen errechnete man Abschnitt für Abschnitt den prozentualen Anteil des rissigen Furniers an der ganzen Furniermenge. Die Berechnung der Prozentzahlen verschiedener Qualitätsklassen der einzelnen Materialgruppen und für verschiedene Durchmesserklassen liess keinen klaren Unterschied zwischen den einzelnen Qualitäts- und Durchmesserklassen erkennen. Es scheint jedoch, dass man aus den Abschnitten der kleinsten Durchmesserklasse verhältnismässig genauso viel, manchmal sogar mehr fehlerloses Furnier bekommt als aus den Abschnitten der grössten Durchmesserklasse. Eine Überprüfung der Werte in Tabelle II ergibt als Endresultat, dass bei Berücksichtigung aller Materialgruppen in Laub gefälltes Holz wahrscheinlich das vorteilhafteste Schälergebnis bringt, was auch eine Überprüfung der Risse in den Furnierabschnitten bereits andeutete. Als Blöcke eingeweichte Abschnitte aus Winterfällung und Lieferabschnitte scheinen zu noch besseren Ergebnissen zu führen, sofern sie gleich nach Eintritt in den Schälsaal geschält werden, aber gerade bei diesen scheint eine Lagerung ungünstig zu wirken.

Eine Betrachtung der Werte in Tabelle 12 zeigt ebenfalls, dass das rissige Furnier auch aus anderen Gründen als nur durch Kernrisse entstehen. Das verursachen natürlich die anderen, an den Enden der Abschnitte auftretenden Risse, die vom Trocknen und möglicherweise vom Einspannen in die Schälmachine herrühren. Die beiden Spalten rechts auf der Tabelle zeigen, dass in allen Gruppen des Materials der Anteil des rissigen Furniers an der gesamten Furniermenge erheblich grösser ist als der Anteil des rissigen Furniers, das nur durch Kernrisse verursacht wurde. Die errechneten Prozentsätze sind im allgemeinen kleiner, wenn das Holz in Form von Blöcken und nicht in Form von Furnierabschnitten eingeweicht wurde. Auch demnach erweist sich in Laub gefälltes Holz und das im Winter gefällte in Form von Blöcken eingeweichte im Hinblick auf das Schälergebnis als vorteilhaft. Ausserdem weisen die Zahlen deutlich darauf hin, dass ein an der Drehspindel befestigtes rissiges Furnierabschnittende weiter aufreiss; wenn sich nämlich das Messer in das rotierende Holz eingräbt, entsteht ein derartiges Verdrehungsmoment, das einen bereits vorhandenen Kernriss weiterreissen lässt.

Die Messungen an dem Schälergebnis lieferten auch ein derartiges, äusserst interessantes Nebenergebnis: aus den Furnierabschnitten bekommt man ungefähr genau so viel Meter Furnier wie der Durchmesser des dünnsten Furnierabschnittendes an Zentimetern aufweist.

Schlussbetrachtungen

Es liess sich feststellen, dass die Birke ihrer inneren Struktur nach so geartet ist, dass bis auf wenige Ausnahmen sofort nach dem Ablängen an den Schnittflächen ein oder mehrere Kernrisse entstehen, die danach ständig grösser werden und während der weiteren Verarbeitung der aus dem Stamm gewonnenen Holzwaren auch noch zahlenmässig zunehmen. Wenn schon unmittelbar nach dem Fällen am Stockende des Stammes Kernrisse auftreten, möchte man annehmen, dass im Innern des Baumes schon während des Wachstums solche Kernrisse vorhanden waren oder dass dort starke innere Spannungen bestehen, die sich nach dem Ablängen lösen und den Stamm vom Stockende an reissen lassen. In den vorliegenden Untersuchung konnte man die

Ursache nicht klären, aber letztgenannte Vermutung scheint richtig zu sein. Wenn man dagegen annimmt, dass die Erscheinung auf Risse im Kern des Baumes zurückzuführen sei, so müsste der Stamm auf der ganzen Länge im Kern gespalten sein; denn Kernrisse findet man an jeder Stelle des Stammes. Wird der Baum in Laub gefällt, so strömt das Wasser im Stamminnern immer noch weiter zum Zopf, von wo aus sich die Feuchtigkeit des Baumes langsam verflüchtigt, und der Baum trocknet aus. Die Folge davon scheint zu sein, dass die inneren Spannungen des Baumes auf der ganzen Länge des Stammes abnehmen. Wird der Stamm dagegen nach dem Fällen gleich auf Blöcke abgelängt, so werden auch die Flüssigkeitsströme unterbrochen, die Spannungen können sich nur an den Schnittflächen lösen, aber an den anderen Stellen des Blockes bleiben sie erhalten und können sich erst lösen, wenn der Block auf Furnierabschnitte abgelängt wird, und zwar wiederum nur an den Schnittflächen. Da sich nun bei der Untersuchung feststellen liess, dass an den Enden der Blöcke und Abschnitte, die von in Laub gefällten, ausgetrockneten Stämmen abgelängt werden, weniger und kleinere Risse auftreten als bei denen, die von im Winter gefällten, nicht ausgetrockneten Stämmen abgelängt werden, so kann man daraus folgern, dass die inneren Spannungen des Baumes in den Flüssigkeitsströmen entstehen, sie bleiben erhalten, wenn diese gestaut werden, und nehmen ab, wenn die Flüssigkeitsströme schwächer werden.

Da sich die Dinge so verhalten, bleibt weiterhin die Tatsache bestehen, dass es nur in Ausnahmefällen möglich ist, Holz zum Schälén für die Furnierfabrik zu bekommen, in dem keine Kernrisse vorhanden sind. Die Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass die Risse am wenigsten rissiges Furnier verursachen, wenn man den Rohstoff in Form langer Stammblöcke auf Lager hält und einweicht und die davon abgelängten Furnierabschnitte sofort nach dem Ablängen schält. Obgleich das im Winter gefällte Holz in dieser Beziehung mit dem in Laub gefällten Holz vergleichbar ist, erweist es sich dennoch, wenn man das endgültige Schälergebnis als Ganzes ins Auge fasst, als weniger vorteilhaft. Aus in Laub gefälltem Holz bekommt man nämlich schliesslich bedeutend mehr fehlerloses Furnier als aus ersterem. Das mag zunächst daher rühren, dass Furnierabschnitte, bei denen die längsten Kernrisse bis in die Schältschicht reichen bei in Laub gefälltem Holz bedeutend weniger vorkommen als bei im Wintergefälltem. Zum anderen vergrössern beim Schälvorgang die Drehspindel und der Schälmesserwiderstand das Fortschreiten der Kernrisse bei solchen Furnierabschnitten, die von frischen, unausgetrockneten Blöcken, in denen sich die Spannungen gerade abbauen, abgelängt wurden. Bei den Furnierabschnitten von in Laub gefälltem, ausgetrocknetem Holz, in dem sich die Spannungen zum grossen Teil bereits gelöst haben, ist das weniger der Fall. Die Mengen der beim Schälén anfallenden rissigen Furniere ist bei Furnierabschnitten aus Winterfällung 20—25 % grösser als die Menge der durch Kernrisse fehlerhaft gewordenen Furniere; die entsprechenden Prozentsätze schwanken bei in Laub gefälltem Holz nur zwischen 5—10 %.

Die Lieferabschnitte konnten während der Lagerung so weit trocknen, dass sich die inneren Spannungen wie bei in Laub gefälltem Holz lösen konnten. Wenn die Abschnitte vor dem Schälén justiert werden, entfernt man an beiden Enden die am stärksten rissig gewordenen Teile. Die Rissbildungen durch das Schälén bleiben dann so gering, dass man ein ebenso günstiges Schälergebnis bekommt wie von als Blöcke eingeweichten in Laub gefällten Abschnitten.

Bei der Untersuchung tauchten viele Fragen auf, die sich mit dem verfügbaren Material nicht beantworten liessen. So auch das zentrale Problem der ganzen Untersuchung, worin eigentlich die Ursache für die Kernrisse im Baum liegt, ist vorläufig noch experimentell ungeklärt geblieben. Man hat deshalb die Absicht die Unter-

suchungen fortzusetzen und Mittel zu suchen, mit denen sich die vermutlich richtige Theorie von den inneren Spannungen im Baum beweisen lässt. Ausserdem ist zu untersuchen, ob diese inneren Spannungen und die dadurch verursachten Rissbildungserscheinungen bei den einzelnen Birkenarten an verschiedenen Standorten Unterschiede aufweisen, und welchen Einfluss auf die Rissbildung Alter, Ästigkeit, Qualität, Feuchtigkeitsgehalt, Raumgewicht, Fäule, Walddichte, Fällungszeit des Baumes und andere mögliche Faktoren haben. Alle Untersuchungen lassen sich mit im Wald gesammelten Material durchführen. Im Zusammenhang mit der Verarbeitung in der Fabrik wäre noch die Wirkung des Einweichens und der Einweichdauer auf die Zunahme der Risse zu untersuchen, was bei dieser Untersuchung nicht geklärt werden konnte. Das kann natürlich auch im Laboratorium durchgeführt werden, indem man grosse Becken verwendet, in denen sich die Wassertemperatur regulieren lässt und beobachtet werden kann, welche Wirkungen das auf die Zunahme der Risse hat.

SIPERIALAISTEN LEHTIKUUSIKOIDEN
KEHITYKSESTÄ JA MERKITYKSESTÄ
MAAMME METSÄTALOUDESSA

YRjö VUOKILA

ON DEVELOPMENT OF SIBERIAN LARCH STANDS AND THEIR
IMPORTANCE TO FORESTRY IN FINLAND

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1960

Helsinki 1960. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat

Kestokoealat, joita metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston toimesta on hoidettu ja mitattu säännöllisesti 1920-luvun alkupuoliskolla käyntiin pannun koetoiminnan jälkeen, ovat monesta syystä vähentyneet. Niistä sisältyi merkittävä osa rauhanteossa v. 1944 luovutettuihin alueisiin sekä asutustoiminnassa ym. menetettyihin metsiin, ja niitä ovat tuhonneet hyönteiset, sienet, myrsky ja lumi. Näistä syistä alunperin runsas koeaineisto on supistunut vähitellen huomattavasti. Parhaiten ovat ehkä jossain määrin yllättäen säilyneet osaston lehtikuusikkokoealat, joista tosin muutamia luovutettiin rauhanteossa, mutta joista tuskin ainoatakaan on hyljätty luonnontuhojen vuoksi. Jo yksistään viimeksi mainittu seikka on arvokas kokemus lehtikuusen menestymisestä Suomen olosuhteissa. Mutta ennen kaikkea kokeiden säilyminen on tehnyt mahdolliseksi lehtikuusen kasvattamiseen liittyvien näkökohtien yksityiskohtaisen tarkastelun, mikä lienee nykyisin ajankohtaisempi kuin koskaan aikaisemmin.

Tutkimuksen valmistuessa on niin ollen paikallaan kiittää kaikkia niitä henkilöitä, jotka ovat vuosikymmenien mittaan uurastaneet kestokoealoilla ja joiden työn perusteella käsillä oleva julkaisu on tavallaan syntynyt. Ennen muita ansaitsee kiitoksen metsänarvioimisen osaston esimies, Suomen Akatemian jäsen, prof. Y r j ö I l v e s s a l o, jolle kuuluu ansio siitä, että lehtikuusikoiden kestokoeala-aineisto on yleensä olemassa ja että se on asetettu käytettäväkseni. Hän on tutkimuksen kestäessä lisäksi kaikin tavoin tukenut täydennysaineiston keruuta sekä laskelmien ja erikoismittausten suoritusta. Kun hän on vielä lopuksi tarkastanut käsikirjoituksen, olen hänelle mitä syvimmin kiitollinen. Käsikirjoituksen lukemisesta ja sen yhteydessä tehdyistä huomautuksista kiitän myös prof. O l a v i H u i k a r i a.

Tilapäiskoealojen etsinnässä ovat avustaneet lukuisat metsähallinnon, yhtiöiden ja metsänhoitolautakuntien metsäammattimiehet sekä monet metsänomistajat, jotka ovat antaneet poikkeuksetta auliisti luvan koealan mittaamiseen omistamissaan lehtikuusikoissa. Tilapäiskoealojen mittauksessa on osan aikaa avustanut metsäteknikko J u s s i R a j a, joka tunnollisten ja taitavien mittausapulaisten ohella ansaitsee kiitoksen hyvin suoritetusta työstä.

Tutkimusaineiston laskennassa ja käsittelyssä ovat apulaisina toimineet monet metsätieteen ylioppilaat. Osaston vakinaisesta henkilökunnasta mainittakoon ennen muita maisteri *Alli Salovaaara*, rouva *Eimi Pakkala* ja rouva *Irma Nylander*, viimeksi mainittu julkaisuun sisältyvien kuvien piirtäjänä. Tilavuuspainoa koskevat määritykset on suorittanut ylioppilas *Björn Sandelin*, ja tässä työssä tarpeelliset laitteet on saatu käytettäväksi metsänhoitaja *Max Hagmanin* ja prof. *Th. Wegeliuksen* suosiollisella myötävaikutuksella. Lausun kaikille näille henkilöille parhaat kiitokseni.

Helsingissä, elokuussa 1960.

Yrjö Vuokila

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	7
Tutkimusaineisto, sen keruu ja käsittely	11
Aineiston määrä	11
Kenttätöyt	18
Aineiston käsittely	21
Puustoon kohdistuvat laskentatyöt	21
Metsätyyppien tarkastelu	22
Kasvun vaihtelua koskevat laskelmat	25
Lehtikuusipuun tilavuuspainon määrittäminen	26
Regressioanalyysin perusteet	28
Lehtikuusikoiden kehitys ja sen vertailu kotimaisiin puulajeihin	29
Käsittelyn pääperiaatteet	29
Runkoluku	30
Kokonaisrunkoluku	30
Järeiden puiden lukumäärä	33
Runkolukusarja	34
Valtaläpimitta	38
Valtapituus	40
Pohjapinta-ala	44
Kuorellinen kuutiomäärä	46
Kuorisadannes	48
Kuutiokasvu	51
Vuotuinen kasvu	51
Vuotuinen kasvusadannes	54
Vuotuisen kasvun regressioyhtälö ja sen tarkkuus	55
Kokonaiskasvu	58
Keskimääräinen vuotuinen kasvu	60
Kuutiopoistuma	62
Puuston laatu	64
Lehtikuusikoiden kuiva-aineen tuotos	67
Lehtikuusipuun tilavuuspaino	67
Lehtikuusikoiden kuiva-aineen tuotos kotimaisiin puulajeihin verrattuna	72
Lehtikuusen merkitys maamme metsätaloudessa	76
Lehtikuusikoiden nykyinen runsaus	76
Lehtikuusikot ainespuun tuottajina	78
Lehtikuusikot järeän, kestävän ja arvokkaan käyttöpuun tuottajina	82
Lehtikuusen vaikutus metsämaahan	85
Lehtikuusi lumituhoalueiden metsittäjänä	87
Muita näkökohtia	89
Metsänhoidollisia piirteitä	91
Loppukatsaus	97
Kirjallisuusluettelo	100
<i>Summary in English</i>	105

Johdanto

Suomi on tunnetusti Euroopan metsäisin maa, mutta sen puulajivalikoima on poikkeuksellisen niukka. Valtakunnan metsien inventoinnin (Y. Ilvessalo 1956, s. 60) mukaan mänty, kuusi, rauduskoivu ja hieskoivu ovat näet vallitsevina 97.3 %:lla maan eteläpuoliskon kasvullisen metsämaan pinta-alasta. Kehitys on lisäksi johtamassa yksipuolistumista kohden, sillä vastaava sadannes oli v. 1936-38 suoritetun inventoinnin mukaan 96.3 ja v. 1921-24 tapahtuneen inventoinnin tulosten perusteella 94.7. Mikäli luontainen kehitys saa häiriintymättä jatkaa, ja varsinkin kun sitä todennäköisesti metsänhoidollisin toimenpitein yhä enemmän joudutetaan, mänty ja kuusi voivat vallata vähitellen myös nykyisin koivun hallussa olevat alueet siinä määrin, että seurauksena on lopulta miltei täydellinen kahden puulajin valta-asema (vrt. Kallala 1945, 1949, 1952).

Luontaisen kehityksen ohella myös yleiset metsätaloudelliset näkökohdat jouduttanevat tulevaisuudessa metsien puulajisuhteiden köyhtymistä. Viime vuosina on kiinnitetty enenevää huomiota koivun alhaiseen kuutiokasvuun, mikä itse asiassa on ollut tiedossa Y. Ilvessalon kasvu- ja tuottotaulukoiden (1920) valmistumisesta lähtien, mutta mistä aiheutuville toimenpiteille on antanut uutta aihetta Koiviston (1957, 1958) hakuin käsitellyissä koivikoissa suorittama tutkimus. Nimenomaan on huomio kohdistunut hieskoivun kasvattamisen epätaloudellisuuteen (vrt. Koivisto 1960), minkä aiheuttavat puulajin heikko kasvukyky, pienikokoisen koivupuun huono menekki ja alhainen kantohinta. Luonnollisena seurauksena on ollut, että maan metsien koivumäärää on ehdotettu vähennettäväksi. Suositeltava vähennys olisi Y. Ilvessalon (1959, s. 18) mukaan n. 40-50 % n. 40 v:n aikana. Näin siis lähitulevaisuudessa sekä metsän käsittelijä että luonto vaikuttavat samaan suuntaan, mistä seurauksena täytyy olla, että tulokset näkyvät nopeasti ja voimakkaina. Tällainen kehitys on epäilemättä nykyisten taloudellisten realiteettien mukainen, mutta samalla se merkitsee maan metsien puulajisuhteiden merkittävää köyhtymistä.

Puulajisuhteiden yksinkertaistuminen ei tosin ole vain negatiivinen ilmiö. Mitä vähäisempi puulajien lukumäärä on, sitä helpompaa on yleensä

metsien hoitaminen, sitä nopeammin metsän käsittelijä oppii tehtävänsä ja sitä selväpiirteisempää on tuotteiden markkinointi. Kun lisäksi mänty ja kuusi ovat tunnetusti puunjalostusteollisuuden kannalta arvokkaita puulajeja, odotettavissa oleva puulajisuhteiden kehitys ei nykyhetken tilanteen mukaan arvioituna merkinne äärimmilleenkään vietyä olennaista sopeutumisvaikeutta maan metsä- ja puutaloudelle. Mutta puulajien niukkuus voi tällä hetkellä näkymättömässä tulevaisuudessa merkitä yksipuolisuutta kotimarkkinain käyttöön ja vientiin tulevien tuotteiden koostumuksessa; se voi aiheuttaa lisääntyvää ulkomaisen puun tuontia ja vähentää vientiä. Yksipuolisuuteen liittyy aina riskimomentti, johon kansantalouden etuja ajatellen ei ole varaa.

Tästä syystä on ensiarvoisen tärkeää, että metsien puulajisuhteiden rikastuttamiseksi on jo pitkään pyritty löytämään sellaisia ulkomaisia puulajeja, ns. eksootteja, jotka kykenisivät menestymään maamme ilmasto- ja kasvuolosuhteissa niin hyvin, että niitä voitaisiin ajatella kasvatettavan täällä merkittävässä mittakaavassa. Vanhimmat kokeilut lienevät peräisin 1600-luvulta (vrt. L. Ilvessalo 1916, s. 10), ts. paljon ennen suunnitelmallisen metsätalouden muodostumista. Vaikka tulokset näistä ja seuraavalla vuosisadalla Kalmiin ja Gaddin toimesta suoritetuista kokeista ovat nykyhetkellä arvosteltuina vähäiset, ne osoittavat kuitenkin, että puulajisuhteiden monipuolistamisen tarvetta on tunnettu useita vuosisatoja. Vasta viime vuosisadan lopulta ovat peräisin ensimmäiset laajat kokeilut ulkomaisilla puulajeilla. Arvokasta työtä on tällöin tehnyt esim. A. G. Blomqvist (1881, 1887), joka pani Evolla alulle sittemmin laajoiksi muodostuneet eksoottiviljelmät. Laajassa mielessä uranuurtajaksi on katsottava A. F. Tigerstedt (vrt. 1922), joka perusti pääosan nytemmin kuuluisaksi tulleen Mustilan Kotikunnaan ulkolaisviljelmistä.

Varsinaiset järjestelmälliset kokeilut ovat kuitenkin vielä nuoria, pääasiassa metsäntutkimuslaitoksen perustamisen jälkeen syntyneitä. Näiden kokeiden perustamiseen on virikettä antanut A. K. Cajanderin kirjallinen toiminta (mm. 1901, 1914, 1917) ja L. Ilvessalon monet dendrologiset kirjoitukset ja tutkimukset (1910, 1913, 1913 a, 1916, 1920, 1920 a, 1923, 1927). Kokeiden perustamisesta ja niiden vaalimisesta ansaitsee kiitokset ennen muita O. Heikinheimo (1926, 1953, 1956), jonka ansiosta metsäntutkimuslaitoksella on nykyisin runsaasti nuoria ulkomaisien puulajien viljelmiä.

Kun järjestelmälliset kokeilut ovat nuoria, on ymmärrettävää, että julkaistut tulokset ovat toistaiseksi vähäisiä. Silmin nähden ja kesto-koealojen perusteella on ollut kuitenkin havaittavissa, että eräät lehtikuusilajit menestyvät Suomen olosuhteissa erinomaisesti. Huomio on kiintynyt varsinkin kahteen, siperialaiseen (*Larix sibirica* Ledeb.) ja eurooppalaiseen lehtikuuseen (*Larix decidua* Mill.), joiden tarjoamista mahdollisuuksista

ovat esimerkkeinä Raivolan viime maailmansodassa menetetty laaja lehtikuusialue sekä eräät Kiteellä, Punkaharjulla, Evolla ja muuallakin maassa tavattavat varttuneet lehtikuusikot. Tällaisten esimerkkien innostamana lehtikuusikoita on perustettu monille seuduille maahamme. Varsinkin 1930-luku oli vilkasta lehtikuusikoiden perustamisen aikaa. Maailmansota keskeytti kuitenkin ripeään alkuun päässeen leviämisen. Sodan jälkeen lehtikuusikoiden perustaminen oli aluksi vähäistä, mutta se näyttää päässeen viime vuosina jälleen vauhtiin. Tätä nykyä lehtikuusta istutetaan varsinkin maan pohjoisosiin, missä siitä odotetaan kestäväää lumituhoalueiden puulajia. Tuloksena tästä pitkällisestä lehtikuusta kohtaan tunnetusta harrastuksesta maassamme on nykyisin suhteellisen runsas lehtikuusikkomateriaali kyseisen puulajin tutkimista varten.

Lehtikuusi on, ehkä juuri sen silmin nähdessä hyvän menestymisen vuoksi, tosin tähän mennessä eniten tutkittu ulkomainen puulaji. Ennen muita on mainittava L. I l v e s s a l o n (1916) »Lehtikuusenviljely Suomessa» ja L a p p i - S e p p ä l ä n (1927) tutkimus siperialaisen lehtikuusen kasvusta. Jälkimmäinen on tutkimus valtapuiden kehityksestä lähinnä Raivolan lehtikuusikossa. Sitä vastoin tällä hetkellä ei ole käytettävissä tietoja lehtikuusikoiden kehityksestä erilaisilla kasvupaikoilla, eräitä esimerkkien luonteisia tietoja lukuun ottamatta.

Molemmissa yllä mainituissa tutkimuksissa on tultu siihen tulokseen, että lehtikuusi kykenee suotuisissa olosuhteissa nopeampaan kasvuun ja kehitykseen kuin kotimaiset puulajit. Tämä tarkoittanee lähinnä sitä, että lehtomaalla kehittyvä lehtikuusikko, josta Raivolan lehtikuusimetä on esimerkkinä, olisi taloudellisesti edullisempi kuin kotimaisten puulajien muodostamat metsiköt. Mutta lehtikuusen kasvupaikka-amplitudi on tunnetusti laaja, sillä se kykenee muodostamaan metsiköitä kuivillakin kasvupaikoilla. Tästä syystä kaivattaisiin tietoja siitä, miten lehtikuusikko kasvaa ja kehittyy lehtomaata heikommilla kasvupaikoilla ja miten sen kasvu- ja tuottokyky kestää metsikkönä vertailun kotimaisten puulajien kanssa. Vasta tämän jälkeen voidaan kestävin perustein päätellä, onko lehtikuusi sellainen taloudellisesti edullinen puulaji, jonka määrän lisääminen koituisi hyödyksi metsä- ja yleisesti kansantaloudelle, monipuolistaisi metsäteollisuutta ja muodostuisi kannattavaksi myös sen kasvattajalle.

Käsillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on juuri esitetyn kaltaisen selvityksen antaminen. Päätelmät koskevat lähinnä siperialaista lehtikuusta, sillä muiden lehtikuusilajien muodostamia metsiköitä on toistaiseksi riittämättömästi vastaavien päätelmien tekoa varten. Kun seuraa-vassa puhutaankin lehtikuusesta, sillä tarkoitetaan, ellei toisin mainita, siperialaista lehtikuusta. Pienehkön vertailuaineiston perusteella voidaan tosin eräin kohdin esittää näkökohtia myös eurooppalaisesta lehtikuusesta, lähinnä vertaillen siperialaista ja eurooppalaista lehtikuusta keskenään.

Edelleen on syytä korostaa, että tutkimuksen tulokset koskevat suurelta osalta entiselle maatalousmaalle perustettuja ensimmäisen polven lehtikuusikoita. Myöskään ei voida kosketella niitä mahdollisuuksia, joita lehtikuusen hybridimuodostus (vrt. esim. S a a r n i j o k i 1942; K i e l l a n d e r 1958) mahdollisesti tulevaisuudessa merkitsee. Vaikka tähänastiset kokemukset näyttävät viittaavan siihen suuntaan, että hybridit kykenevät puhtaita lehtikuusilajeja nopeampaan kehitykseen, vertailun suorittaminen ei ole riittävän aineiston puuttuessa vielä tällä erää mahdollista.

Tutkimuksen pääpaino on lehtikuusikoiden kasvun ja kehityksen tarkastelussa ja vertailussa kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden kanssa. Metsänkasvatuksen ensisijaisen tarkoituksen vuoksi tämä vertailu muodostaa merkitsevimmän pohjan, jolla lehtikuusen kasvattamisen taloudellista kannattavuutta on arvosteltava. Kun lehtikuusen merkityksestä ainespuuna voitaisiin saada tämän puulajin keittomenetelmien kehittymättömyyden vuoksi koekeitosten avulla liian negatiivinen käsitys, on katsottu aiheelliseksi tutkia kuutiomääräisten tunnusten lisäksi lehtikuusikon tuottaman kuiva-aineen määrää, sillä sen on katsottava näissä olosuhteissa parhaiten kuvastavan kyseisen puulajin ominaisuuksia selluloosa- ja paperiteollisuutta silmällä pitäen. Kokonaiskuvan saamiseksi lehtikuusen metsätaloudellisesta merkityksestä käsitellään tutkimuksen lopussa vielä mm. lehtikuusipuun muita käyttömahdollisuuksia, lehtikuusen mahdollista merkitystä sen hallussa olevan metsämaan viljavuuden parantajana ja lehtikuusen mahdollisuuksia lumituhoalueiden metsittäjänä.

Tutkimusaineisto, sen keruu ja käsittely

Aineiston määrä

Käsillä oleva tutkimus pyrkii selvittämään todennäköisesti koko ikänsä hoidettujen, alaharvennuksin käsiteltyjen, puhtaiden, terveiden, tasaikäisten lehtikuusimetsiköiden kehitystä. Sekapuuta sallittiin tutkituilla koealoilla korkeintaan 10 %, paitsi milloin sekapuuna oli toinen lehtikuusilaji, jolloin yläraja oli 20 %. Todettakoon kuitenkin, että valtaosa koealametsiköistä oli täysin puhtaita. Koealaa valittaessa pidettiin periaatteena, ettei enempää kuin 5 hybridiä saisi jäädä koealan sisäpuolelle. Tässäkin yhteydessä on todettava, että hybridit ovat harvinaisia ja että mainitun ylärajan osoittamaa määrää ei tarvinnut sisällyttää ainoankaan koealaan.

Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston toimesta on v:sta 1924 lähtien suoritettu kestokokeita eri puulajien muodostamissa metsiköissä. Huomattavalta osalta ne ovat kohdistuneet myös lehtikuusilajeihin, erityisesti siperialaiseen lehtikuuseen. Osaston hallussa olivat mm. aikanaan Raivolan lehtikuusikossa sijainneet kestokoealat. Myös Kiteen järeydestään tunnettu, sekä siperialaista että eurooppalaista lehtikuusta kasvava lehtikuusialue kuuluu osaston kestokoeala-aineistoon. Kumpaakaan näistä tunnetuista lehtikuusimetsistä ei kuitenkaan otettu tämän tutkimuksen aineistoon, sillä ne edustavat tutkimuksen ulkopuolelle jääviä metsätyyppejä, Raivolan lehtikuusimetsä ainakin kestokoealojen osalta maassamme hyvin niukasti esiintyvää lehtoa ja Kiteen alue lehtikuusen viljelyssä harvinaista puolukkatyyppiä (vrt. L. I l v e s s a l o 1916, s. 95). Sitä vastoin aineistoon kuuluvat kestokoealoina mm. Punkaharjulla sijaitsevat ns. Montellin lehtikuusikko ja Heikinheimon lehtikuusikko (vrt. kuva 1).

Aineistoon sisältyvät 10 kestokoealasarjaa ja 13 koealaa on esitetty taulukossa 1. Nämä kestokoealat muodostavat tutkimuksen rungon, sillä ne kykenevät tilapäiskoealoja paremmin osoittamaan kehityskäyrien trendin. Onkin todettava, että ilman metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston kestokoeala-aineistoa, jonka osaston esimies, prof. Y r j ö I l v e s s a l o on ystävällisesti asettanut käytettäväkseni, tutkimus olisi tuskin ollut vielä mahdollinen. Vanhojen metsiköiden vähyden vuoksi yksistään tilapäiskoealoihin perustuvaa tutkimusta ei olisi voitu suorittaa.



Kuva 1. Raivolan teknillisestä laadustaan ja nopeakasvuisuudestaan kuuluisaa rotua edustaa mm. kuvaushetkellä n. 30-vuotias Heikinheimon lehtikuusikko Punkaharjun kokeilualueessa.
Fig. 1. The race of Raivola known of its good technical quality and rapid growth is represented by this 30-year-old larch stand in Punkaharju Experimental Area.

Kestokoealoja harvennetaan ja mitataan puuston kehitysasteesta riippuen 3-10 vuoden väliajoin. Mainituilla 13 kestokoealalla on suoritettu, kuten taulukko 2 osoittaa, v. 1924 aloitetun koetoiminnan jälkeen kaikkiaan 72 mittausta, niistä 26 käenkaali-mustikkatyypin edustavilla ja 46 mustikkatyypin kuuluvilla koealoilla. Varsinkin mustikkatyypin osalta kestokoeala-aineisto on siis kohtalaisen runsas. Käenkaali-mustikkatyypin kestokoeala-aineisto on merkittävästi puutteellisempi.

Taulukossa 2 on esitetty myös puuston kehitys kestokoealojen perustamisesta viime mittaukseen saakka. Vain vähän tai ei lainkaan harvennuksen vaikutuksesta muuttuvia tunnuksia, kuten valtaläpimittaa, valtapituutta ja kuorisadannesta, ei ole katsottu kuitenkaan tilan säästämiseksi aiheelliseksi julkaista harvennuksen jälkeiselle puustolle.

Kun kestokoeala-aineisto on, varsinkin käenkaali-mustikkatyypin osalta, puutteellinen, oli välttämätöntä täydentää aineistoa eri puolilta Etelä-

Taulukko 1. Aineistoon sisältyvät kestokoealasarjat ja kestokoealat.

Table 1. Permanent sample plot series and permanent sample plots comprised by the research material.

Koeala tai sarja Sample plot or series	Metsätyyppi Forest site type	Taimien syntymävuosi Germination year of seeds	Koealan Sample plot's		Stemmenen alkuperä Origin of seed	Istutusväli, m Distance of planting, m.	Maalaji ¹⁾ Soil ¹⁾	Huomautuksia
			perustamisvuosi year of establishment	kokoo, ha size, ha.				
Punkaharju 35	OMT	1925	1948	0.5	Raivola	3.0 × 3.0	mhk	Heikinheimon lehtikuusikko
» 7a, b	OMT	1873	1924	0.25/0.18	Evo	1.8 × 3.6	mhk	Montellin lehtikuusikko
Vesijako 23 b	OMT	1911	1925	0.2	Evo	1.5 × 1.5	mht	
» 41	OMT	1908	1925	0.1	Evo	2.0 × 2.0	mhk	
Punkaharju 3	MT	1893	1925	0.1	Evo	1.5 × 1.5	mhk	
» 15 c	MT	1899	1924	0.2	Evo	1.5 × 2.0	mhk	Rinnakkaiskoealat kuusta
» 19a, b	MT	1896	1924	0.14	Evo	1.5 × 2.0	mhk	
Vesijako 8	MT	1908	1924	0.13	Evo	2.0 × 2.0	mhk	
» 25 b, c	MT	1881	1925	0.2	Evo	2.0 × 2.0	mht	Osa a luonnon-tilainen
Vilpula 22	MT	1897	1928	0.25	Evo	3.0 × 3.0	mht	

1) Kts. selitystä s. 19 — Explanation on p. 19.

Suomea mitatuilla tilapäiskoealoilla. Tilapäiskoealoja mitattiin Tuomariniemen ja Nikkarilan metsäkoulujen osoittaman rajan eteläpuolelta, ts. n. 62.5 leveysasteen korkeudelle saakka pohjoisessa. Paria Tuusulassa ja Lapinjärvellä mitattua taimistoa lukuun ottamatta myös rannikkovyöhyke, jolla puuston kehitys voi olla maan muusta eteläosasta poikkeava, jäi edustuksetta. Tutkimuksen aineisto kuvastaa näin ollen lähinnä maan eteläosan järviolueen lehtikuusikoiden puuston kehitystä, ts. koko maata ajatellen optimaalia kehitysmahdollisuutta.

Tilapäiskoealojen muodostama tutkimusaineisto on esitetty taulukossa 3, johon on eräiden perustietojen ohella merkitty metsiköiden puustoa koskevat mittaustulokset tutkimushetkellä. Tilapäiskoealoja kuuluu aineistoon 33, niistä 24 käenkaali-mustikkatyyppiä ja 9 mustikkatyyppiä edustavia. Edelliseltä metsätyyppiltä pyrittiin löytämään kaiken ikäisiä, mutta varsinkin keski-ikäisiä ja vanhoja metsiköitä. Mustikkatyyppiä edustavat tilapäiskoeala-aineistossa nuoret metsiköt, sillä vanhoja ei löytynyt.

Kun kestokoeala- ja tilapäiskoeala-aineistot yhdistetään, todetaan, että käenkaali-mustikkatyyppiä edustaa 50 ja mustikkatyyppiä 55 koealaa ja mittauskertaa. Vanhin puusto käenkaali-mustikkatyyppillä on 87-vuotinen

Taulukko 2. Tutkimusaineistoon sisältyvien kestokoealojen puuston kehitys.
Table 2. Development of the growing stock of permanent sample plots included by the material.

Kestokoeala Permanent sample plot	Ikä, v Age, years	Ennen harvennusta Before thinning							Harvennuksen jälkeen After thinning				Kuutio- kasvu ¹⁾ Volume growth ¹⁾
		runko- luku, kpl/ha number of stems per ha.		pohjapinta-ala, m ² /ha basal area, sq. m. per ha.	valtaläpimitta, cm dominant diameter, cm.	valtiapituus, m dominant height, m.	kuutiomäärä k:nneen, k-m ³ /ha volume incl. bark, solid cu. m. per ha.	kuorisadannes bark percentage	runkoluku number of stems		pohjapinta-ala basal area	kuutiomäärä k:nneen volume incl. bark	
		kaikkiin in all	järeitä large-sized						kaikkiin in all	järeitä large-sized			
1. Käenkaali-mustikkatyyppi — <i>Oxalis-Myrtillus</i> site type													
Punkaharju 35	24	866	332	23.9	23.6	15.0	151.1	28.1	ei harv.	—	no treatm.	12.6 (10)	
	29	866	558	30.6	27.4	18.2	245.3	25.5	822	552	29.6	237.8	16.0 (5)
	31	822	590	31.9	28.8	18.8	276.4	24.8	614	542	26.8	233.7	15.4 (2)
	34	614	590	29.3	30.7	20.9	289.6	23.4	470	450	23.0	228.5	15.0 (3)
Punkaharju 7a	51	460	444	32.4	35.5	24.1	354.2	23.9	408	404	30.2	331.0	—
	56	408	408	33.4	37.7	26.7	399.2	23.0	388	388	32.3	385.8	11.0 (5)
	64	388	388	36.7	40.4	30.1	482.7	22.5	340	340	33.5	438.6	9.6 (8)
	73	340	340	37.3	42.7	32.4	525.0	22.0	252	252	30.2	424.5	7.7 (9)
	80	252	252	33.6	45.2	33.1	488.8	22.0	196	196	26.7	387.5	7.2 (7)
Punkaharju 7 b	51	494	450	29.5	34.2	24.1	320.4	24.1	356	356	23.6	258.0	—
	56	356	356	26.9	36.4	25.8	307.0	23.6	333	333	25.7	293.5	7.7 (5)
	64	333	333	29.6	38.8	27.8	360.6	23.0	289	289	26.7	325.1	6.7 (8)
	73	289	289	30.0	41.3	29.9	398.3	22.5	233	233	24.7	327.6	6.5 (9)
	80	233	233	27.8	43.7	31.2	382.4	21.8	178	178	22.4	307.5	6.4 (7)
Vesijako 23 b	14	1 755	.	7.9	12.5	9.3	33.0	25.5	1 520	.	6.8	28.5	—
	19	1 520	10	14.5	17.0	12.1	70.9	25.0	1 315	10	14.3	69.9	6.4 (5)
	27	1 315	240	27.6	24.1	17.0	204.1	24.5	1 095	240	26.0	194.5	12.8 (8)
	36	1 095	415	34.7	28.7	20.6	330.6	24.0	720	395	25.8	250.3	11.6 (9)
	43	720	480	31.4	31.6	23.4	331.5	23.7	595	460	28.6	301.4	9.0 (7)
	48	595	490	30.9	33.5	25.3	356.0	23.5	420	400	26.0	299.4	8.3 (5)
Vesijako 41	17	1 590	.	8.1	14.9	11.0	35.2	26.1	1 320	.	7.5	33.4	—
	22	1 320	40	15.2	19.9	12.2	80.3	22.0	1 310	40	15.2	80.1	7.6 (5)
	30	1 310	325	28.6	27.2	16.9	203.7	21.4	1 040	320	26.4	190.6	12.2 (8)
	39	1 040	475	36.3	32.4	21.7	334.6	21.0	580	430	28.2	266.6	12.7 (9)
	45	580	500	33.4	35.2	23.3	347.3	20.0	340	330	23.3	245.8	11.2 (6)
	50	340	335	27.5	37.1	24.9	304.8	19.3	270	270	22.8	252.6	9.9 (5)
	50	340	335	27.5	37.1	24.9	304.8	19.3	270	270	22.8	252.6	9.9 (5)
2. Mustikkatyyppi — <i>Myrtillus</i> site type													
Punkaharju 3	30	2 300	70	26.9	22.2	13.6	158.9	26.9	1 130	60	18.4	112.7	—
	35	1 130	185	24.8	24.9	15.8	166.9	25.2	1 020	185	24.0	161.2	8.3 (5)
	41	1 020	395	29.4	27.8	16.6	217.0	24.7	930	365	27.8	206.0	7.1 (6)
	46	930	475	32.3	30.3	18.3	258.7	23.5	800	475	29.1	234.0	8.5 (5)
	52	800	510	32.7	32.0	19.5	290.1	22.9	530	440	25.4	229.1	7.5 (6)
	57	530	475	29.0	34.1	20.3	283.2	22.7	410	390	24.2	237.8	8.2 (5)
	64	410	410	29.2	37.6	22.5	299.7	22.6	310	310	23.5	240.8	6.8 (7)
	64	410	410	29.2	37.6	22.5	299.7	22.6	310	310	23.5	240.8	6.8 (7)

Taul. 2 (jatkoa) — Table 2 (cont.)

Kestokoeala Permanent sample plot	Ikä, v Age, years	Ennen harvennusta Before thinning							Harvennuksen jälkeen After thinning				Kuntio- kasvu ¹⁾ Volume growth ¹⁾
		runko- luku kpl/ha number of stems per ha.		poljapinta-ala, m ² /ha basal area, sq.m. per ha.	valtaläpimitta, cm dominant diameter, cm.	valtapituus, m dominant height, m.	kuntiomäärä k.ineen, k-m ³ /ha volume incl. bark, solid cu.m. per ha.	kuorisadannes bark percentage	runkoluku number of stems		poljapinta-ala basal area	kuntiomäärä k.ineen volume incl. bark	
		kaikkiaan in all	järeitä large-sized						kaikkiaan in all	järeitä large-sized			
Punkaharju 15 c	25	900	100	17.1	21.4	12.0	86.5	30.5	795	100	16.5	83.7	—
	30	795	260	21.6	24.8	14.9	134.0	29.7	735	260	20.9	130.0	7.2 (5)
	38	735	450	27.5	29.1	17.3	213.7	28.5	680	450	26.5	207.2	7.7 (8)
	46	680	545	32.5	31.3	19.4	277.8	28.4	530	480	28.1	240.7	6.3 (8)
	51	530	505	32.0	34.8	21.2	295.6	28.3	405	400	26.7	246.4	7.9 (5)
	56	405	405	30.9	37.5	22.0	295.4	27.9	300	300	25.0	238.0	7.3 (5)
Punkaharju 19 a	27	2 357	.	20.1	16.6	13.0	108.2	26.0	1 414	.	15.4	84.6	—
	32	1 414	21	20.1	19.1	14.7	123.9	25.0	1 236	21	18.4	114.5	6.0 (5)
	39	1 236	236	27.2	23.7	17.4	206.2	24.5	936	236	23.6	180.4	10.0 (7)
	48	936	482	30.4	27.2	21.1	278.5	24.1	557	411	21.9	202.1	8.4 (9)
	53	557	486	26.0	29.6	22.2	258.1	24.1	450	404	21.9	216.6	8.5 (5)
	58	450	421	25.4	32.1	23.1	260.3	24.1	321	321	20.0	204.1	6.6 (5)
Punkaharju 19 b	27	2 350	.	17.1	15.8	12.6	90.3	26.4	2 057	.	16.3	86.7	—
	32	2 057	7	21.4	18.7	13.6	128.3	25.0	1 729	7	20.1	121.7	6.4 (5)
	39	1 736	204	29.7	23.0	16.2	209.4	24.5	1 307	204	25.1	188.5	9.5 (7)
	48	1 307	346	30.8	26.0	19.3	275.8	24.0	879	332	25.1	229.0	7.5 (9)
	53	879	429	28.6	28.0	21.1	277.7	24.0	664	411	24.7	243.0	7.4 (5)
	58	664	461	28.2	30.4	22.0	290.5	24.0	521	432	24.7	255.3	7.2 (5)
Vesijako 8	16	2 053	.	3.0	8.2	7.0	8.9	39.3	ei harv.	—	no treatm.	—	—
	21	2 053	.	8.7	12.6	9.7	36.3	35.0	1 915	.	8.5	35.4	3.6 (5)
	32	1 915	54	21.6	20.3	15.1	132.3	25.2	1 169	54	17.7	112.3	6.9 (11)
	39	1 169	238	24.7	24.5	18.9	199.7	25.0	761	231	19.3	157.7	9.3 (7)
	46	761	377	25.5	27.9	21.3	241.6	24.0	500	323	19.3	184.7	9.3 (7)
	51	500	385	23.2	29.8	22.8	241.5	22.7	377	346	19.2	201.5	9.4 (5)
Vesijako 25 b	44	1 075	265	23.6	25.8	16.3	172.3	22.8	695	265	19.8	147.9	—
	49	695	340	22.9	27.9	18.6	196.1	21.5	680	335	22.5	192.6	8.0 (5)
	57	680	460	28.7	31.8	22.6	285.9	20.5	575	420	26.1	261.2	9.5 (8)
	66	575	455	30.2	34.2	25.2	330.1	18.8	370	350	23.2	257.9	6.7 (9)
	73	370	365	26.9	36.3	26.6	325.2	17.4	260	260	20.5	248.6	8.2 (7)
Vesijako 25 c	44	1 180	255	25.0	25.9	17.7	204.6	22.0	640	250	19.7	168.1	—
	49	640	345	23.2	27.8	20.2	218.4	20.7	615	340	22.3	210.8	8.4 (5)
	57	615	485	28.8	31.7	23.2	310.3	19.6	515	356	25.7	278.9	10.2 (8)
	66	515	475	29.5	33.8	26.1	354.1	19.1	290	290	19.7	238.9	6.9 (9)
	73	290	290	23.3	36.6	27.1	302.3	19.0	210	210	18.2	236.3	7.1 (7)
Vilppula 22	31	904	132	16.1	22.1	12.9	92.9	25.7	ei harv.	—	no treatm.	—	—
	38	904	332	23.3	26.4	16.1	167.2	25.0	764	320	22.1	159.8	8.1 (7)
	48	764	460	29.4	30.4	19.5	255.7	24.6	556	408	25.2	223.5	7.3 (10)
	53	556	444	29.1	32.5	21.4	280.8	24.0	416	348	23.1	223.6	9.0 (5)
	57	416	368	26.2	34.1	22.6	269.0	23.6	320	296	21.6	222.0	7.1 (5)

¹⁾ Mittausjakson (pituus suluissa) keskimääräinen vuotuinen kasvu kuoretta, k-m³/ha —
The mean annual growth of the measurement period (length in parentheses), cu.m., excl. bark, solid
measure, per ha.

Taulukko 3. Tietoja aineistoon sisällyvistä tilapäiskoealoista.

Table 3. Information on the temporary sample plots of the research material.

Koealan — Sample plot			Siemenen alkuperä <i>Origin of seed</i>	Istutusväli, m <i>Distance of planting, m.</i>	Maa- laji ²⁾ <i>Soil ²⁾</i>
n:o no.	koko, ha size, ha.	sijainti location			
1. Käenkaali-mustikkatyyppi — <i>Oxalis-Myrtillus</i> site type					
39	0.07	Lapinjärvi	Raivola	2.2 × 2.2	s
1	0.125	Punkaharju	»	2.1 × 2.6	mht
25	0.16	Muurame	?	1.5 × 2.0	ht
26	0.20	Tampere	?	2.1 × 2.2	s
11	0.25	Kuusankoski	Mustila	2.0 × 2.0	ht
35	0.167	Janakkala	Raivola ?	2.0 × 2.5	mht
27	0.167	Tampere	?	2.1 × 2.2	s
14	0.186	Hausjärvi	Raivola ?	2.0 × 2.0	mht
7	0.167	Pieksämäen mlk	Raivola	1.5 × 1.5	ht
32	0.10	Padasjoki	Raivola	2.0 × 2.0	mht
31	0.25	Padasjoki	Raivola	2.0 × 2.0	mht
18	0.167	Ähtäri	Raivola	1.3 × 2.0	ht
6	0.25	Pieksämäen mlk	Raivola	2.0 × 2.0	ht
4	0.20	» »	Raivola ?	1.8 × 2.1	mhk
30	0.20	Padasjoki	?	2.1 × 2.2	mht
34	0.167	Hattula	?	?	mhk
29	0.20	Ylöjärvi	?	1.8 × 1.8	mht
15	0.50	Janakkala	?	2.5 × 3.5	mht
9	0.219	Sippola	Ufa tai Nižne- Tagilsk	2.0 × 2.0	s
17	0.274	Tammela	?	3.6 × 3.6	ht
12	0.25	Lammi	Evo	?	mht
13	0.25	Lammi	Evo	?	mht
10	0.33	Sippola	Ufa tai Nižne- Tagilsk	?	mht
33	0.25	Padasjoki	?	?	mht
2. Mustikkatyyppi — <i>Myrtillus</i> site type					
5	0.05	Pieksämäen mlk	Raivola	1.1 × 1.1	mht
38	0.07	Tuusula	Raivola	2.5 × 2.5	mhk
37	0.167	Tuusula	Raivola	2.5 × 2.5	mhk
20	0.167	Ähtäri	Tuomarniemi	1.3 × 2.0	mhk
3	0.167	Savonlinna	?	2.0 × 2.0	mht
8	0.167	Suomenniemi	?	3.0 × 3.0	mht
28	0.167	Tampere	Raivola	1.9 × 2.0	s
22	0.167	Ähtäri	Raivola	2.0 × 2.4	ht
21	0.10	Ähtäri	Raivola	2.5 × 3.0	mhk

¹⁾ Menneen 5-vuotiskauden keskimääräinen vuotuinen kasvu kuoretta, m^3/ha — *The mean*

²⁾ Kts. selityksiä s. 19 — *Explanation on p. 19*

Puuston — *Growing stock*

ikä, v age, years	runkoluku, kpl/ha number of trees per ha.		pohja- pinta-ala, m ² /ha basal area, sq.m. per ha.	valtaläpi- mitta, cm dominant diameter, cm.	valta- pituus, m dominant height, m.	kuorellinen kuutio- määrä, k-m ³ /ha volu incl. bark, solid cu.m. per ha.	kuor- sadannes bark percentage	tilio- kasvu ¹⁾ volume growth ¹⁾
	kaikkiaan in all	järeitä large-sized						
16	1 629	.	8.6	11.7	8.3	33.5	29.9	3.7
22	1 392	16	20.5	18.8	12.6	102.1	27.1	11.7
28	1 838	156	24.0	22.9	17.7	192.5	28.4	12.5
28	995	85	20.0	20.9	16.7	155.5	24.2	9.0
30	576	316	19.0	26.4	16.5	135.2	25.1	11.6
31	726	372	23.7	27.4	20.2	199.6	24.0	11.7
32	762	342	22.8	25.4	18.7	186.4	24.1	9.6
33	1 189	161	21.7	23.2	18.0	168.7	22.9	12.5
33	1 158	354	27.0	26.1	17.2	186.9	25.9	13.8
35	1 150	330	26.4	24.8	19.1	225.8	23.5	9.9
35	1 000	296	23.4	25.3	19.3	205.4	24.1	9.7
36	426	264	13.9	23.6	19.7	121.0	18.8	9.0
37	672	292	20.0	27.0	19.5	168.6	24.0	9.9
46	505	370	22.1	30.3	21.9	212.4	23.1	8.9
53	390	375	28.5	37.8	23.7	306.7	21.3	10.9
55	590	584	40.6	37.2	26.7	486.9	21.4	12.9
61	335	310	30.6	42.6	24.7	322.9	22.2	9.0
63	346	336	24.8	37.1	27.3	303.0	22.1	6.8
69	324	324	24.7	35.7	26.7	299.2	21.4	7.3
70	226	226	40.4	56.9	30.1	440.2	22.6	7.3
72	288	284	30.2	44.1	28.5	369.0	21.5	8.8
72	276	276	24.0	40.1	27.8	293.7	21.1	6.4
73	324	321	22.9	34.8	26.4	268.9	22.3	6.9
87	268	264	27.4	42.4	28.1	311.5	22.9	5.6
14	2 760	.	4.3	7.0	5.9	12.6	31.1	1.0
17	1 529	.	6.0	10.7	8.1	22.0	29.5	2.7
18	1 296	.	6.1	11.8	7.9	23.0	30.4	2.8
22	1 266	.	11.0	14.2	10.9	52.7	27.4	5.7
29	636	294	19.1	23.6	15.5	129.2	26.4	7.0
32	972	264	22.9	23.1	16.4	153.9	27.1	8.4
35	816	234	19.7	23.1	17.0	155.5	23.9	9.4
37	666	222	17.0	23.1	16.4	129.3	24.3	8.9
39	510	420	22.4	28.6	19.2	197.8	22.6	8.5

annual growth excl. bark of the past 5-year period, cu.m., solid measure, excl. bark, per ha.

ja mustikkatyypillä 73-vuotinen. Varsinkin jälkimmäiseltä metsätyypiltä olisi tätä vanhempien metsiköiden edustus tarpeen, mutta yrityksistä huolimatta ei onnistuttu löytämään kohtuulliset vaatimukset täyttäviä metsiköitä.

Varsinaisen aineiston ohella mitattiin vertailukoealoja viereisissä kuusimetsiköissä metsätyypin tarkastelua varten. Tästä aineistosta tehdään selkoa jäljempänä (s. 24). Samaa tarkoitusta silmällä pitäen on suurta hyötyä myös siitä, että Punkaharjun kestokoealan 15 c rinnakkaiskoealat ovat kuusta kasvavia ja tarjoavat korvaamatonta tukea näiden puulajien muodostamien metsiköiden kehityksen vertailulle. Käytettävissä on myös eräitä kesto- ja tilapäiskoealojen tuloksia eurooppalaisen lehtikuusen muodostamista metsiköistä.

Kenttätyöt

Kestokoealojen mittaustekniikkaa ei ole aiheellista kosketella, koska sitä on Y. Ilvessä (1932) seikkaperäisesti selostanut. Työvälineitä on tosin vuosien mittaan kehitetty ja myös menetelmät ovat jossain määrin muuttuneet, mutta pohjimmaltaan lehtikuusikoissa sijaitsevien kestokoealojen mittaus tapahtuu yhä mainitussa julkaisussa selostettuun tapaan. Kuutiomäärän ja kasvun laskentaa varten mitataan edelleen kaato- ja pystykoepuita, ja yksittäisten puiden kehitystä seurataan siten, että puut ovat pysyvästi numeroituja.

Tilapäiskoealojen mittauksessa käytettiin suureksi osaksi menetelmiä, joita Ruotsissa sovelletaan »stora produktionsundersökningen»-nimisessä tutkimuksessa (Eklund 1952; vrt. Carbonnier 1956). Koealan rajoittamisen jälkeen puut numeroitiin mittauksen ajaksi pahvisin numerolapuvin, jotka kiinnitettiin terävällä naulalla puun kaarnaan. Jokaisesta puusta merkittiin muistiin kaksi läpimittaa, jotka mitattiin millimetrin tarkkuudella kahdessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa. Puiden luvun yhteydessä arvosteltiin lisäksi rungon laatu jäljempänä (s. 20) selostettavaa numeroasteikkoa käyttäen. Myös 5 vuotta nuoremmat kannot numeroitiin samaan tapaan kuin puut. Pienimmän ja suurimman kuorenalaisen läpimitan ohella kannoista merkittiin muistiin korkeus ja tunnettu tai arvioitu hakkuuvuosi.

Lukutoimituksen jälkeen suoritettiin mm. pituus- ja kapenemiskäyrien piirtämisessä tarpeellisten pystykoepuiden mittaus. Niitä valittaessa käytettiin tasavälistä poimintaa lukupöytäkirjoista, välttämällä rungon laatua koskevaan merkintään nojautuen poikkeuksellisia puita (vrt. s. 20). Aina tutkittiin kuitenkin koealan 10 järeintä puuta, lukuun ottamatta hybridejä, jotka jätettiin huomiotta. Näin pyrittiin saamaan pituuskäyrän yläpää ehdottoman varmaksi. Pystykoepuita tutkittiin aina 50-60 kpl.

Jokaisella koealalla tutkittiin lisäksi tarkoin 8-10 puuta. Nämä runko-analyysipuutkin valittiin umpimähkäisesti lukupöytäkirjoista. Ehdotonta tasavälistä poimintaa ei nyt kuitenkaan voitu käyttää siitä syystä, että koepuut pyrittiin valitsemaan likimain yhtä suuria kuutiomääriä edustaviksi. Kolmesta paksuimmasta koepuusta suoritettiin kairaten täydellinen runkoanalyysi joko kiipeilemällä Baumvelo-kiipeilyvälineitä ja tikapuita käyttäen tai, milloin mahdollista, puun kaatamisen jälkeen. Muistakin koepuista kasvunäytteet otettiin koko rungon pituudelta, mutta vain pintaosasta n. 10 vuosiluston paksuudelta.

Runkoanalyysipuiden kehitysedellytysten selvittämistä varten tutkittiin niiden ympäristö. Ensimmäisenä tutkimuskesänä merkittiin tietyllä säteellä muistiin ympäröivien puiden ja kantojen numerot. Toisena mittauskesänä mitattiin tarkka etäisyys analyysipuuta ympäröiviin puihin ja kantoihin. Lisäksi merkittiin muistiin analyysipuun ja ympäröivien puiden latvusten dimensiot ja latvusten välinen vapaa etäisyys.

Maalajin ja humuksen tutkimista varten koeala ajateltiin jaetuksi kahdella toisiaan vastaan kohtisuoralla halkaisijalla neljään yhtä suureen osaan. Maa- ja humusnäytteet otettiin näiden osien keskeltä. Maalajit luokitettiin seuraavasti:

h = harjusora (*eskar gravel*), joka käsittää kaiken kokoisia, yleensä verraten pyörityneitä aineksia (lohkareita, kiviä, soraa, hiekkaa), sekä vähän hienoa ainesta ja on lajittunut vahvuudeltaan vaihteleviksi kerroksiksi, joissa pääaineksen raekoko vaihtelee; kivet puhtaita.

m = moreenimaa (*morainic soil*), joka käsittää kaiken kokoisia, mutta tavallisesti särmikkäitä tai vain vähän pyörityneitä aineksia, myös hienoa ainesta, ei kerroksina vaan lajittumattomana seoksena; kivet tavallisesti hienon aineksen tahraamia. Kolme lajia:

mhk = hiekkainen moreeni (*sandy moraine*),

mht = hietainen moreeni (*fine sandy moraine*),

ms = hiesuinen ja savinen moreeni (*clayish moraine*).

hk = hiekkamaa (*sand*), pääaineksen raesuuruus 2.0—0.2 mm.

ht = hietamaa (*fine sand*), pääaineksen raesuuruus 0.2—0.02 mm.

s = hiesu- ja savimaa (*clay*), ei tunnu sormissa karhealta, plastillisuus melkoinen.

Maasta arvosteltiin lisäksi maannostyyppi, sen rajan selvyys alaspäin ja kivennäismaan kuohkeus tiettyjä asteikkoja käyttäen. Humuksesta arvosteltiin sen kivennäismaapitoisuus, multautumiskerroksen laatu ja hiilen esiintyminen, sekä luonnollisesti humuskerroksen paksuus. Maan kivi-syys tutkittiin rassausta (vrt. V i r o 1947) käyttäen 40 kohdasta.

Puiden rungon laatua arvosteltaessa käytettiin seuraavia merkintöjä:

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| 1. Kuiva | 7. Lievä mutka |
| 11. itseharvennusta | 71. tyviosassa |
| 12. ei itseharvennusta | 72. keskiosassa |
| | 73. latvaosassa |
| 2. Kuivuva | 8. Rungon murtuma |
| 21. itseharvennusta | 81. latvuksen alapuolella |
| 22. ei itseharvennusta | 82. latvuksen alapuoliskossa |
| | 83. latvuksen yläpuoliskossa |
| (3. Tervasroso | 9. Runkovaurio |
| 31. tyviosassa | 91. tyviosassa |
| 32. keskiosassa | 92. keskiosassa |
| 33. latvaosassa) | 93. latvaosassa |
| 4. Haarainen | 10. Muut huomautukset |
| 41. tyviosassa | 101. hyönteistuho |
| 42. keskiosassa | 102. sienituho |
| 43. latvaosassa | 103. epämuodost. rinnankork. läpim. |
| 5. Äkkimutka | 104. kallellaan |
| 51. tyviosassa | 105. laho |
| 52. keskiosassa | 106. lumen taivuttama |
| 53. latvaosassa | 107. kuiva latva |
| 6. Lenko | 108. oksainen |
| 61. lenkous < 2.5 cm/m | 109. runkovesoja |
| 62. lenkous > 2.5 cm/m | |

Koepuita valittaessa (vrt. s. 18) ei hyväksytty sellaisia puita, joissa oli jokin seuraavista merkinnöistä: 11, 12, 21, 22, 41, 42, 51, 52, 81, 82, 83, 91, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107. Luokitus on esitetty täydellisenä, vaikka tervasrosoa koskeva merkintä ei tietenkään tule kysymykseen lehtikuusikoissa.

Metsätyyppin määrittystä varten tutkittiin pintakasvillisuutta. Muistiin merkittiin lajin ohella niiden koko koealaa koskevat arvioidut peittävyysluvut. Kun useimmat lehtikuusikot sijaitsevat entisellä maatalousmaalla, metsätyyppin määrittämistä pyrittiin varmentamaan, milloin suinkin mahdollista, tutkimalla myös vertailukelpoisten rinnakkaiskuvioiden aluskasvillisuutta. Milloin viereisellä kuviolla oli samanikäinen kotimaisen puulajin muodostama metsikkö, mitattiin lähinnä valtapituuden määrittämiseksi rinnakkaiskoeala metsätyyppin myöhempää tarkastelua varten (vrt. s. 22). Samasta syystä selvitettiin mahdollisimman tarkkaan myös kasvupaikan historia, varsinkin edellisen puusukupolven koostumus, milloin sellaista oli esiintynyt. Todettakoon, että kasvupaikan aiempi käyttömuoto voitiinkin useimmissa tapauksissa selvittää luotettavasti.

Metsikön synty tapa ja -aika saatiin yleensä tarkoin selville kirjanpidon tai muistitiedon perusteella. Syntymäaika tarkistettiin luonnollisesti sisältöinä runkoanalyysipuiden avulla. Käytetyn siemenen alkuperä pyrittiin niin ikään selvittämään. Tässä ei kuitenkaan läheskään aina onnistuttu,

sillä siementen alkuperään ei viljelmiä perustettaessa ole yleensä kiinnitetty huomiota. Usein oli tyydyttävä vain toteamaan, miltä paikkakunnalta kotimaasta siemen oli saatu. Tästä voitiin tietenkin eräissä tapauksissa tehdä jossain määrin päätelmiä myös siemenen todellisesta alkuperästä. Niinpä taulukkoon 3 (s. 16) onkin usein merkitty Raivola, vaikka kysymyksessä on 2. tai 3. polven siemen, jonka alkuperä on yleensä Punkaharjun Raivolasta peräisin oleva metsikkö.

Puuston perustamisen aikainen todellinen istutusväli tutkittiin kaikissa metsiköissä. Eräissä vanhimmissa metsiköissä mittauksen suorittaminen oli kuitenkin siksi epävarmaa, ettei tulosta ole katsottu voitavan julkaista. Yleensä istutusväli oli kuitenkin luotettavasti todettavissa.

Kun vielä oli tarkasteltu puuston sulkeutuneisuutta ja aukkoisuutta sekä arvioitu maanpinnan kaltevuuden aste ja suunta, koeala oli tullut mitatuksi. Myöhempiä mahdollisia tutkimuksia varten koealat varustettiin nurkkapaaluilla.

Aineiston käsittely

Puustoon kohdistuvat laskentatyöt

Kestokoealojen kuutiomäärän laskenta on tapahtunut koe-toiminnan aloittamisesta lähtien ns. kuutioimiskäyrämenetelmää käyttäen. Kuutiokasvu on saatu perättäisten mittausten kuutiomäärälaskelmien erotuksena. Niin tarkkaa työtä kuin kestokoealoja mitattaessa on kautta linjan epäilemättä pyritty tekemäänkin, tällaiseen kasvun määrittämiseen liittyy melkoisia virhetekijöitä, jotka johtuvat siitä, että mittausta suorittavat henkilöt vaihtuvat, menetelmiä osin muutetaan ja mittausvälineet kehittyvät. Oman virhetekijänsä muodostaa se, että koepuita joudutaan mittausta mittaaukselta vaihtamaan, sillä harvennuksissa poistettujen tilalle on valittava uusia. Myös kuoren osuuden mittaukseen liittyvä virhe ja sen vaikutus kasvulukuun on ollut tuntuva.

Näistä syistä katsottiin välttämättömäksi suorittaa kestokoealojen mitaustulosten laskenta uudelleen. Tarkistuslaskenta aloitettiin sijoittamalla eri mittauskertojen yksikkökuutioita osoittavat kuutioimiskäyrät samaan akselistoon, kuorelliset ja kuorettomat kumpikin omaansa. Kun yksikkökuutiot saatiin näin rinnakkain tarkasteltaviksi, voitiin epä johdonmukaisuudet kuutioimiskäyrien keskinäisessä suhteessa poistaa. Epäjohdonmukaisuuksia esiintyi huomattavassa määrin nimenomaan kuorettomissa yksikkökuutiomäärissä. Vaikka niitä ei kenties ole voitukaan kokonaan poistaa, selostettu menetelmä näyttää ainoalta käytettävissä olevalta ratkaisulta.

Tilapäiskoealojen kuutiomäärän ja kasvun laskennassa käytettiin rinnan kahta menetelmää. Toinen niistä oli periaatteessa samanlai-

nen kuin kestokoealojen vastaavissa laskelmissa. Kiipeilyjen runkoanalyysipuiden perusteella piirrettiin kuutioimiskäyrät mittaushetken puuston kuorelliselle ja kuorettomalle kuutiomäärälle sekä kuorettomalle kuutiomäärälle 5 v sitten. Näiden käyrien avulla voitiin mittaushetkellä koealalla tavatun puuston kuorellinen ja kuoreton kuutiomäärä sekä menneen 5-vuotiskauden keskimääräinen vuotuinen kasvu määrittää. Rinnan tämän menetelmän kanssa käytettiin lehtikuusen kuutioimisyhtälöitä ja -taulukoita (Vuokila 1960). Kasvun laskentaa varten konstruointiin mittaushetken puuston runkolukusarja 5 v sitten. Kasvunmittausjakson alkupuuston yksikkökuutiomäärät voitiin laskea yhtälöillä, kun myös pituusikäyrä samalla hetkellä ja läpimitan kehitys 6 m:n korkeudella oli selvitetty, edellinen pystykoepuista tehtyjen havaintojen, jälkimmäinen kasvuanalyysipuiden perusteella. Kasvu saatiin loppu- ja alkukuutiomäärien erotuksena.

Menetelmät antoivat yhdenmukaisia tuloksia, mitä lienee pidettävä osoituksena kasvulukujen luotettavuudesta. Tulosten keskiarvo otettiin mittaushetken puuston kasvuluvuksi. Kun tähän oli lisätty poistuman arvioitu kasvu keskimäärin vuotta kohden, päädyttiin taulukossa 3 (s. 17) esitettyyn kuutiokasvulukuun.

Muista puustoon kohdistuneista laskentatöistä tehdään selkoa kulloinkin esitettävän tunnuksen kohdalla.

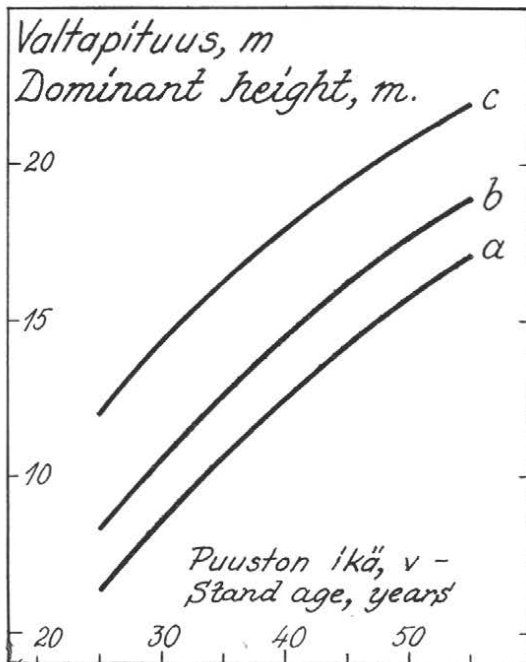
Metsätyyppien tarkastelu

Metsätyyppin määrittäminen on erityisesti metsikön nuorella iällä tunnetusti vaikeaa, kun kysymyksessä on sellainen kasvupaikka, entinen pelto, hakamaa tms., joka on ensimmäisen puusukupolven hallussa. Kun tämän tutkimuksen aineistoon kuuluvat metsiköt ovat valtaosaltaan entiselle maatalousmaalle perustettuja ja kun niiden pintakasvillisuus on siten mitä suurimmassa määrin normaalista metsätyyppikuvasta poikkeava, on tutkimuksessa jouduttu kiinnittämään erityistä huomiota metsätyyppin oikeaan määrittämiseen. Tutkimustulosten luotettavuus on epäilemättä riippuvainen siitä, kuinka oikein kasvupaikan boniteetti on kyetty arvostelemaan.

Kenttätöitä selostettaessa (s. 20) mainittiin, että koealoilla suoritettiin tavanomaiseen tapaan pintakasvillisuuden kuvaus ja määritettiin tähän nojautuen koealan metsätyyppi. Mitä varttuneemmasta metsiköstä oli kysymys, sitä varmemmalta tuntui yleensä metsätyyppin määrittäminen kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden pintakasvillisuudesta eri metsätyypeillä käytettävissä oleviin tietoihin nojautuen, sillä myös lehtikuusikon pintakasvillisuus näyttää tietyistä erikoispiirteistään huolimatta kehittyvän puuston sulkeuduttua samaan suuntaan. Vaikeutta esiintyikin

lähinnä taimistoissa ja nuorissa metsiköissä. Eräissä tapauksissa voitiin tällöin kasvipeitekuvausten täydennykseksi tarkastella rinnakkaisia kotimaista puulajia kasvavia metsikkökuvioita ja siten saada arvokasta tukea metsätyyppin määrittämiselle. Maa-analyysien avulla oli tarkoitus tuoda lisäselvitystä kasvupaikan kasvukyvyn arvostelemiseen. Eräiden koeluentoisten maa- ja humusanalyysien avulla voitiin kuitenkin todeta, ettei tätä tietä ollut mahdollista tehdä riittävän pitkälle meneviä päätelmiä. Metsämaan ravinnepitoisuus, sellaisena kuin analyysit tuovat sen esille, vaihteli näet siinä määrin oikullisesti, ettei siitä voitu löytää tukea metsätyyppin määrittämiselle.

Näin päädyttiin metsätyyppin lopullisessa varmentamisessa pääasiallisesti välilliseen, puustoa hyväksi käyttävään menetelmään. Perusajatukseksi oli näkökohta, että käsillä olevan tutkimuksen kehityssarjat oli saatava mahdollisimman moitteettomasti vertailukelpoisiksi ennen kaikkea Kalelan (1933) viljelykuusikoiden kehitystä koskevan tutkimuksen kanssa. Oli löydettävä keino tämän päämäärän saavuttamiseksi.



Kuva 2. Valtapituuden kehitys Punkaharjun kesto-koelasarjan 15 rinnakkaiskoelaloilla (a ja b kuusikkoa, c lehtikuusikkoa).

Fig. 2. Development of the dominant height on the permanent sample plot series 15 in Punkaharju Experimental Area (a and b in spruce stands, c in larch stand).

Edellä mainittiin (s. 20), että maastossa mitattiin, milloin mahdollista, rinnakkaiskoealoja kotimaisten puulajien muodostamissa metsiköissä. Näitä koealoja sekä jäljempänä selostettavaa Punkaharjun kestokoealasarjaa 15 apuna käyttäen pyrittiin ennakoita konstruoimaan lehtikuusikoiden valtapituuden kehitys K a l e l a n (1933) viljelykuusikkotutkimuksessa esitettyihin tietoihin nojautuen. Arvokkainta tukea tässä tehtävässä antoi mainittu kestokoealasarja, jossa on rinnan likimain samanikäinen lehtikuusikko ja kuusikko. Tämän koealasarjan osien valtapituuden kehitys on esitetty kuvassa 2. Osat a ja b ovat kuusikkokoealoja ja osa c lehtikuusikkokoeala. Osat b ja c ovat rinnakkain ja sijaitsevat todennäköisesti identtisillä kasvupaikoilla, kun taas osan a maa voi olla jonkin verran muita karumpaa. Kuusikko-osilla on nuoruusvaiheessa tosin esiintynyt latvuksen sienivaurioita, mutta suoritetun arvioinnin mukaan ne eivät ole vaikuttaneet valtapituuden kehitykseen. Käyrien b ja c vertailu osoittaa, että 25 v:n iältä lähtien lehtikuusikon valtapituus on 3-4 m suurempi kuin vastaavalla kasvupaikalla kehittyvän kuusikon valtapituus.

Tukea tälle havainnolle antavat myös tilapäiskoealat, joita kenttätöiden aikana mitattiin. Seuraava asetelma osoittaa näiden vertailujen tulokset.

Koeala Sample plot	Puulaji Tree species	Metsätyyppi Forest site type	Ikä, v Age, years	Valtapituus, m Dominant height, m.	Erotus, m Difference, m.
18	lehtiku (<i>larch</i>)	OMT	36	19.7	
18 a	ku (<i>spruce</i>)	»	36	16.9	2.8
24	lehtiku	VT	43	16.3	
24 a	ku	»	43	14.0	2.3
25	lehtiku	OMT	28	17.7	
25 a	ku	»	28	14.0	3.7
28	lehtiku	MT	35	17.0	
28 a	ku	»	35	13.5	3.5

Kun näin oli saatu vertaileva käsitys lehtikuusikon valtapituuden kehityksestä kuusikon valtapituuteen verrattuna, voitiin käydä lehtikuusikkokoealojen metsätyyppien tarkasteluun. Kaikilta aineistoon sisältyviltä tilapäiskoealoiltakin voitiin näet selvittää valtapituuden todennäköinen kehitys metsikön elinaikana runkoanalyysien avulla. Valtapituuden kehityksen tarkastelu osoitti, että pääosassa koeala-aineistoa ei ollut syytä muuttaa maastossa arvioitua metsätyyppiä. Eräissä tapauksissa, lähinnä nuorimissa koealametsiköissä, tarkastelu johti kuitenkin metsätyyppin muuttamiseen. Usein oli näiden koealojen maastolomakkeissa kuitenkin esitetty, että tällainen muutos voi tulla aiheelliseksi, joten kysymyksessä oli loppujen

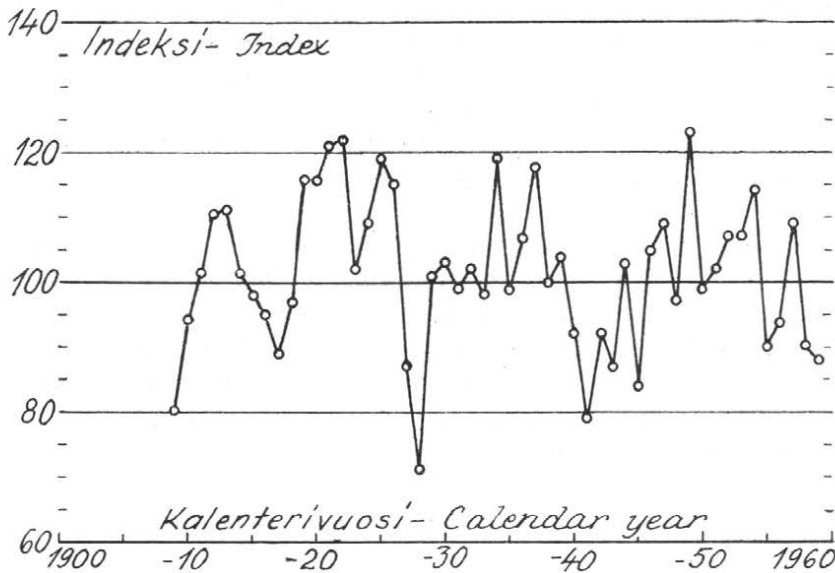
lopuksi epäilyksen varmistus. Kaiken kaikkiaan suoritettuun tarkasteluun oli joka tapauksessa aihetta, joskin on toisaalta todettava, että metsätyyppi oli kyetty maastossa yllättävän hyvin arvostelemaan.

Selostetussa menetelmässä on epäilemättä puutteita, ja se voi johtaa rajatapauksissa väärin ratkaisuihin. Näin oli kuitenkin mahdollista varmistua siitä, että lehtikuusikkokoealojen kasvupaikan boniteetti vastaa tyydyttävästi K a l e l a n (1933) viljelykuusikkotutkimuksen aineiston keskimääräistä boniteettia.

Kasvun vaihtelua koskevat laskelmat

Ilmastollisista ja siihen liittyvistä syistä aiheutuvan kasvun vaihtelun tutkimisesta on tullut kasvu- ja rakennetutkimusten välttämätön osa, koska vain siten voidaan välttää kasvunmittausjakson vuosien poikkeuksellisten ilmastollisten olosuhteiden vaikutus.

Tarkoitukseen sopivien luonnontilaisten lehtikuusikoiden löytäminen oli vaikeaa. Pitkällisen etsimisen jälkeen tavattiin 6 varttunutta luonnontilaista lehtikuusikkoa, jotka sijaitsevat Punkaharjun, Padasjoen, Pälkäneen, Tyrvännön ja Lammin pitäjissä. Näistä metsiköistä tutkittiin kasvun vaihtelua koskevia laskelmia varten ytimeen osuvin kairauksin rinnankorkeudelta 58 puuta. Aineisto on siis suhteellisen vähäinen, mutta se voitaneen kuitenkin katsoa riittäväksi nyt kysymyksessä olevaan tarkoitukseen, kuten jäljempänä (s. 26) havaitaan.



Kuva 3. Lehtikuusen vuosilustoindeksit.
Fig. 3. Annual ring indices of larch.

Vuosilustoindeksit v:sta 1959 lähtien 50 v taaksepäin on esitetty graafisesti kuvassa 3. Lehtikuusen kasvu on tilapäiskoealojen kasvunmittausjaksojen 1954-58 ja 1955-59 aikana vaihdellut tämän kuvan mukaan molemmin puolin normaalitasoa osoittavaa indeksiä 100. Keskimäärin se on ko. vuosina ollut kuitenkin hiukan normaalitason alapuolella. Edellisen vuosijakson keskimääräinen kasvuindeksi on 99 ja jälkimmäisen 94. Kun tilapäiskoealat jakaantuvat verraten tasan näiden molempien jaksojen osalle, voidaan todeta, että suoritettujen indeksilaskelmien mukaan tilapäiskoealojen puuston kasvu on ollut keskimäärin 2-3 % keskimääräisilmastoa osoittavan normaalitason alapuolella.

Vuosilustoindeksien viitteisiin ilmastollisista kasvun vaihteluista on kuitenkin suhtauduttava tietyin varauksin. Seikan valaisemiseksi otettakoon esimerkki. Oletetaan, että vuosikymmenen kuluttua suoritetaan samojen koepuiden avulla vastaavat kasvun vaihtelua koskevat laskelmat. Puihin on siis kertynyt kymmenkunta vuosilustoa lisää. Mikäli nämä vuodet ovat olleet poikkeuksellisen korkean tai alhaisen kasvun aikaa, ne tarkoitukseen käytettyjen kaavamenetelmien tasoitusteknillisistä syistä nostavat tai laskevat koko tasoituskäyrää niin, että nyt kysymyksessä olevien vuosien 1954-59 indeksit voivat muuttua useita yksiköitä. Kun nykyvuosien kasvuindeksit voidaan siis lopullisesti laskea vasta tulevien vuosien kasvutapahtumien jälkeen, indeksilaskelmien osoittamia pieniä korjauksia ei ole aiheellista suorittaa.

Tällaisena pienenä korjauksena on pidettävä yllä mainittua 2-3 %:n poikkeamaa normaalitasosta. Tilapäiskoealojen kasvulukuja käytettiin sen vuoksi sellaisinaan ilman kasvuindeksien avulla suoritettua korjausta. Niin ikään kestokoealojen kasvuluvut otettiin käsittelyyn muuttamattomina siitä syystä, että mainittujen koealojen kasvun laskennassa ilmastolliset vaikutukset on tavallaan eliminoitu tasoittamalla eri mittauskertojen yksikkökuutiomäärät rinnan samassa akselistossa.

Tukea laskelmien tuloksille antaa vertailu kotimaisten puulajien vastaaviin indekseihin. Kun vertailukohteeksi otetaan kasvuindeksit III valtakunnan metsien inventoinnin (Y. I l v e s s a l o 1956, s. 137) ja valtion metsien inventoinnin (L i n n a m i e s 1959, s. 60) mukaan, havaitaan, että lehtikuusen indeksit noudattelevat verraten kiinteästi männyn indeksejä. Aineiston pienuudesta huolimatta nyt esitettyjä tuloksia voitaneen siis pitää riittävinä, varsinkin kun otetaan huomioon yllä esitetyt indeksilaskelmien puutteellisuudet.

Lehtikuusipuun tilavuuspainon määrittäminen

Tilavuuspainoa koskevia määrittäksiä varten valittiin 29 eri ikävaiheita edustavaa koealaa. Kultakin valitulta koealalta suoritettiin tilavuuspainon

määrittämiä niiden ytimeen asti ulottuvien kairausten perusteella, joita maastotöiden yhteydessä tehtiin kolmesta paksuimmasta runkoanalyysi-puusta (vrt. s. 19). Kaikkia kairanlastuja ei kuitenkaan tutkittu, vaan ainoastaan korkeuksilta 0.5, 2, 6, 10, 14, 18, 22 ja 26 m otetut. Määrittämissä pyrittiin kullakin korkeudella keskimääräiseen tilavuuspainoon, josta syystä kairanlastut päätettiin ennen määrittäystä kolmeen osaan, jotka edustivat 10, 40 ja 50 % poikkileikkauksen pinta-alasta. Näin vältettiin ytimen läheisten puun osien liian painollinen asema.

Tilavuuspainon määrittämiseksi kairanlastusta on viime vuosien aikana esitetty lukuisia menetelmiä (vrt. S m i t h 1954, 1955). Tässä tutkimuksessa käytettiin äskettäin Ruotsissa kehitettyä menetelmää (E r i c s o n 1959), jonka pääpiirteet ovat seuraavat. Tutkittava kairanlastu pannaan lämpökaappiin, missä se saa kuivua 103° C:ssa, kunnes se lakkaa menettämästä painoa. Tällöin lastu siirretään suljettuun rasiaan, mistä se nostetaan mahdollisimman pian Mettler-vaa'alle (tyyppi K 7 T) punnitusta varten. Punnitus suoritetaan mahdollisimman nopeasti, jotta vältettäisiin ilman kosteuden imeytyminen lastuun. Punnituksen jälkeen lastu voidaan upottaa vaa'an päällä varta vasten kehitetyn laitteen avulla elohopeaan, mistä saadaan helposti mitatuksi syrjäytetyn elohopean paino ja sitä kautta lastun tilavuus. Mikäli halutaan lastun tilavuus tuoreena, kuten esim. käsillä olevaa tutkimusta varten on välttämätöntä, se on upotettava elohopeaan vasta liottamisen jälkeen joko ennen lämpökaappiin panna tai sen jälkeen. Tällöin on kuitenkin tarkattava, että liotusaika on oikea. Poikkileikkauksen keskimääräinen tilavuuspaino saatiin seuraavan kaavan mukaan (E r i c s o n 1959, s. 14):

$$D = \frac{13.55}{100} \sum_{i=1}^n \frac{p_i w_i}{v_i}$$

missä p = kunkin lastupalan sadannesosuus poikkileikkauksen pinta-alasta,
 w = uunikuivan lastun paino,
 v = syrjäytetyn elohopean paino (13.55 on elohopean om. paino) ja
 n = ydinlastun kappaleiden lukumäärä.

Puun keskimääräinen tilavuuspaino saatiin poikkileikkauksipintojen arvoista kuutiomäärillä punnitettuna.

Tilavuuspainon määrittämisessä käytettiin seuraava määrä aineistoa:

koealoja <i>sample plots</i>	puita <i>trees</i>	ydinlastuja <i>pit cores</i>	määrittämiä <i>determinations</i>
29	87	530	1 590

Aineisto on siis runsas. Kun määrittämissä menetelmän tarkkuus on lisäksi sen kehittäjän mukaan (mt., s. 11-13) erinomainen, tuloksia voitaneen pitää luotettavina.

Regressioanalyysin perusteet

Tässä tutkimuksessa kokeiltiin myös kasvun ennusteen laadintaa. Alustavissa laskelmissa tultiin siihen tulokseen, että yksittäisten puiden kasvun ennustaminen on, kuten myös Spurr (1952, s. 321) on todennut, epävarmaa. Puun kasvuun vaikuttavat näet lukuisat geneettiset, puiden välisestä kilpailusta aiheutuvat ja ympäristöolosuhteiden säätelemät tekijät, joiden arvosteleminen matemaattista kaavaa silmällä pitäen on vaikeaa, eräiden mahdotontakin. Sitä vastoin metsikön kasvun ennusteen laadinta ilmastollisia vaihteluita huomioon ottamatta näyttää olevan merkittävästi luotettavammalla pohjalla. Tämä on sitäkin tärkeämpää, kun käytännössä ei olla niinkään kiinnostuneita puuyksilöiden kuin metsiköiden kasvuluvuista. Tietenkin myös metsikön kasvun ennustamiseen liittyy lukuisia vaihtelutekijöitä, joiden toteaminen ja matemaattiseen asuun saattaminen on työläs ja kustannuksia vaativa tehtävä. Tästä syystä tässä tutkimuksessa esitettävää kasvun ennusteen hahmotteluja on pidettävä vain kokeilun luonteisina. Perusteellisempaan kasvun ennusteen analysointiin voidaan käydä näin saavutettujen kokemusten pohjalla taloudellisten edellytysten siihen tarjoutuessa.

Metsikön kasvun ennusteen laadinnassa sovellettiin ns. regressioanalyysiä. Tämän menetelmän perusteiden tarkastelu ei ole tässä yhteydessä paikallaan, sillä yksityiskohtaisia selostuksia tapaa lukuisista tilastomatematiikan oppikirjoista (mm. Mills 1938). Menetelmää ovat lisäksi selostaneet mm. Peterson (1934, 1937, 1954) ja Näslund (1936, 1940). Suomenkielinen selostus regressioanalyysin perusteista löytyy tämän kirjoittajan lehtikuusen kuutioimisytälöitä ja -taulukkoita esittävästä julkaisusta (Vuokila 1960, s. 12-15).

Tässä yhteydessä todettakoon ainoastaan, että normaaliyhtälöiden ratkaisemisessa sovellettiin Doolittlen menetelmää ja että regressioyhtälön keskivirhe laskettiin määrittämällä todellisten arvojen suhteellinen hajonta yhtälöllä laskettujen arvojen ympärillä.

Lehtikuusikoiden kehitys ja sen vertailu kotimaisiin puulajeihin

Käsittelyn pääperiaatteet

Tietyn puulajin metsätaloudellista merkitystä arvoeltaessa lienee tärkeimpänä näkökohtana tämän puulajin muodostamien metsiköiden kehitys muiden puulajien metsikköihin verrattuna. Mikäli esim. lehtikuusikon puuston todetaan jossakin merkittävässä suhteessa kehittyvän kotimaisia puulajeja nopeammin ja edullisemmin, voitaneen tästä tehdä lehtikuusen kasvattamisen kannalta myönteisiä päätelmiä. Monin kohdin tarvitsee tuskin asettaa vaatimukseksi edes kotimaisten puulajien saavutusten ylittämistä, vaan riittävänä voitaneen pitää myös näihin puulajeihin rinnastettavaa kehitysnopeutta.

Päähuomio kohdistetaan seuraavassa tarkastelussa lehtikuusikoiden kasvukykyyn kuutiometreinä mitattuna sekä puuston järeysuhteisiin, koska lähinnä nämä tuovat esille puulajin kasvattamisen edullisuuden. Niiden ohella kosketellaan kuitenkin myös vähäarvoisempia puuston tunnuksia, koska ne täydentävät lehtikuusikoiden kehityksestä saatavissa olevaa kuvaa. Lehtikuusesta ja lehtikuusikoista puhuttaessa ilman lisämäärittä tarkoitetaan, kuten aiemmin jo mainittiin (s. 9), vain siperialaista lehtikuusta.

Kun tutkimusaineistoon kuuluvat lehtikuusikot ovat valtaosaltaan entiselle maatalousmaalle istutettuja ensimmäisen polven metsiköitä, on luonnollista, että tärkeimpänä vertailukohteena ovat vastaaville kasvu- paikoille perustetut ensimmäisen polven kuusikot K a l e l a n (1933) tutkimuksessa esitettyjen tietojen pohjalla. Kun mainittu viljelykuusikko- tutkimus on kuitenkin kohdistunut joko täysin tai likimain luonnontilaisiin metsikköihin, vertailua voidaan suorittaa vain sellaisten puuston tunnusten osalta, joihin metsikön käsittelytavalla ei ole merkittävää vaikutusta. Muulloin käytetään rinnakkaisaineistona metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston kuusimetsiköissä sijaitsevia kestokoealoja. Tämän tutkimuksen tulokset voidaan asettaa, tosin edellistä heikommin perustein, rinnan myös kirjoittajan luontaisesti syntyneiden hoidettujen kuusikoiden kehitystä Etelä-Suomessa käsittelevän tutkimuksen (V u o - k i l a 1956) tulosten kanssa.

Äskettäin on ilmestynyt *Kallion* (1960) kylvömänniköiden rakennetta ja kehitystä koskeva tutkimus, joka siitä huolimatta, että se koske-
nee yleensä ainakin toisen polven metsiköitä, on männystä kysymyksen
ollen todennäköisesti riittävän vertailukelpoinen käsillä olevan tutki-
muk-
sen kanssa. Suurinta epävarmuutta aiheuttaa kysymys, missä määrin tässä
tutkimuksessa ja *Kallion* (mt.) julkaisussa metsätyypit ovat edellä
kuvatuista (s. 22) syistä keskenään vertailukelpoisia. Kuten mainittiin
(s. 24), valtapituuden perusteella pyrittiin saamaan lähinnä tämän tutki-
muk-
sen ja *Kalelan* viljelykuusikkotutkimuksen (1933) metsätyypit
toisiaan vastaaviksi. Pienehkön vertailevan männikköaineiston perusteella
näyttää kuitenkin siltä, ettei olennaista eroa ole myöskään *Kallion*
(mt.) tutkimuksen ja tämän julkaisun metsätyyppien välillä. Männiköiden
osalta voi vertailukohteena tulla kysymykseen myös *Nyysösen* (1954)
luontaisesti syntyneiden, toistuvasti harvennettujen männiköiden kehitystä
koskeva tutkimus. Epävarmuutta aiheuttavat tässäkin vertailussa lähinnä
metsätyyppien määrityksessä esiintyvät vaikeudet.

Koivikoiden edustajina nyt kysymyksessä olevassa vertailussa on mah-
dollista käyttää *Koiviston* (1957, 1958, 1960) tutkimuksia ja kirjoj-
tuksia Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä.
Eurooppalaisen lehtikuusen osalta on tyydyttävä kirjoittajan keräämään
pienehköön vertailuaineistoon.

Lehtikuusikoiden kehitystä kuvataan seuraavassa lähinnä taulukoin.
Vertailu muiden puulajien kanssa taas tapahtuu graafisin esityksin, joita
täydentävät tekstin sisäiset asetelmat.

Runkoluku

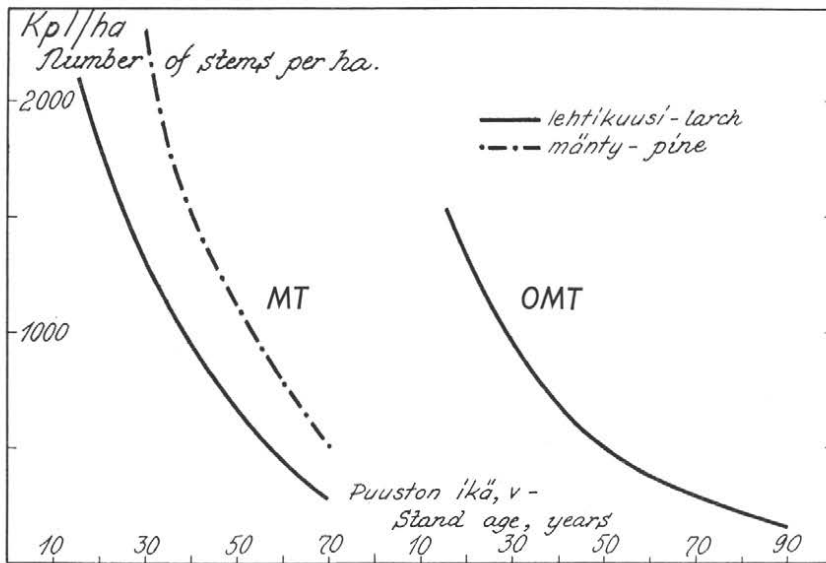
Kokonaisrunkoluku

Metsikön kokonaisrunkoluku, jolla tarkoitetaan rinnankorkeuden ylit-
tävien puiden lukumäärää hehtaaria kohden, on heikoimpia puuston kuvaa-
jia. Varsinkin luontaisesti syntyneissä metsiköissä ja nimenomaan niiden
taimistovaiheessa puuyksilöiden lukumäärä vaihtelee väljissä rajoissa. Met-
siköitä keinollisestikin perustettaessa käytetään huomattavan erilaisia
istutus- tai kylvövälejä (vrt. myös taul. 1 ja 3, s. 13, 16). Metsiköitä voi-
daan edelleen käsitellä tietyllä tavalla erisuuntaisin harvennuksin, jotka
eivät aiheuta olennaista eroa puuston myöhemmässä kehityksessä, mutta
jotka ilmenevät runkoluvun oikullisina vaihteluina. Niinpä toisaalla voi-
daan käyttää puhdasta alaharvennusta, jolloin kaikki pienimmätkin puut
poistetaan, toisaalla taas merkityksettömiä pieniä puita jätetään pystyyn,
samalla kun vain käyttökelppoinen harvennuksessa poistettava puusto
kaadetaan.

Taulukko 4. Puuston kokonaisrunkoluku ja järeiden (20+ cm) puiden lukumäärä hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 4. Total number of trees and number of large-sized (dbh. 20+ cm.) trees in managed larch stands.

Puuston ikä, v Stand age, years	Koko puusto Growing stock as a whole		Järeät puut Large-sized trees	
	OMT	MT	OMT	MT
	Runkoluku, kpl/ha — Number of stems per ha.			
20	1 300	1 780	18	2
30	940	1 280	290	138
40	670	930	396	300
50	480	650	394	406
60	370	440	346	388
70	285	285	285	285
80	220	—	220	—
90	160	—	160	—



Kuva 4. Metsikön kokonaisrunkoluku.
Fig. 4. Total number of stems in the stand.

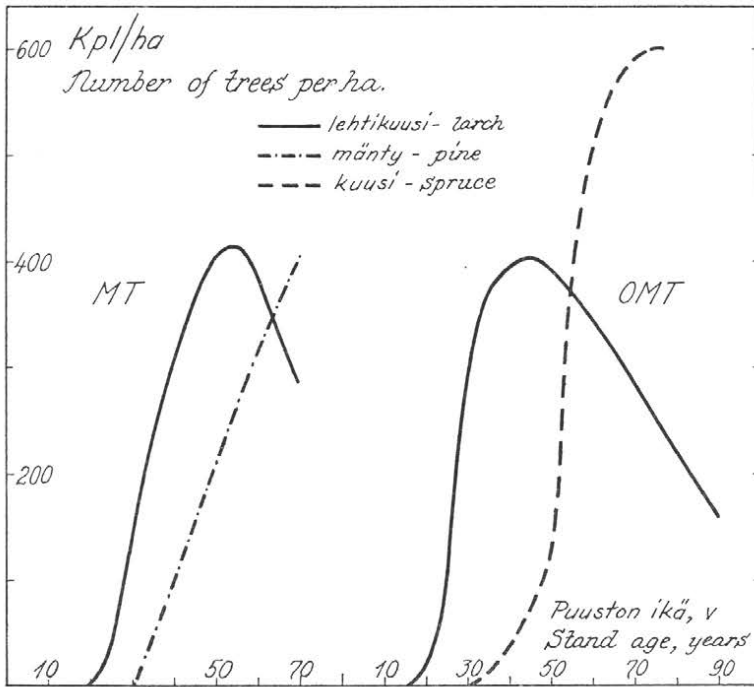
Hakkuin käsiteltyihin metsikköihin kohdistuneissa kotimaisissa kehitystutkimuksissa ei edellä mainituista syistä ole puuston kokonaisrunkoluvun iänmukaista kehitystä yleensä esitetty. Poikkeuksen muodostavat ainoastaan Kallion (1957, 1960) tutkimukset. Niistä jälkimmäisessä, kylvömänniköiden kehitystä koskevassa selvittelyssä julkaistut tulokset on mer-

kitty myös kuvaan 4, jossa tämän lisäksi nähdään graafisesti lehtikuusikoiden kokonaisrunkoluvun iänmukainen kehitys. Lehtikuusikoita koskevat vastaavat numeeriset tiedot ovat taulukossa 4. Vaikka myös lehtikuusikkoaineistossa kokonaisrunkoluvun vaihtelu oli merkittävän suuri, keskiarvojen esittäminen katsottiin kuitenkin aiheelliseksi, koska se tuo olennaisen lisän tarkasteluun.

Lehtikuusikoiden istutusväli vaihtelee kerätyn aineiston mukaan maassamme 1.1:stä n. 3.0 m:iin. Nykyisin tavattavien lehtikuusikoiden perustamisen aikainen runkoluku on siis vaihdellut n. 8 000:sta n. 1 100:aan. Varsinaiset erot eri istutusvälein perustettujen metsiköiden välillä rajoittuvat kuitenkin pääasiassa puuston nuoruusvaiheeseen. Tiheimmin perustettuja taimistoja joudutaan näet harventamaan jo varhaisessa vaiheessa, kun taas harvimpaan istutetut saavat olla jopa muutaman vuosikymmenen ajan, ennen kuin niiden kehitykseen on metsänkasvattajan toimesta puututtava. Varttuneella iällä pikemminkin puuston käsittelyn voimakkuus kuin perustamisen aikainen istutusväli määrää kokonaisrunkoluvun kehityksen. Tästä syystä ei katsottu aiheelliseksi pyrkiä muodostamaan kehityssarjoja esim. perustamisen aikaisen istutusvälin tai puuston käsittelyn jollakin perusteella määritellyn voimakkuuden mukaan. Kutakin metsätyyppiä kohden esitetään vain yksi kehityskäyrä, joka ilmentää tällä hetkellä maassamme tavattavien lehtikuusikoiden kokonaisrunkoluvun keskimääräistä kehitystä.

Nuoruusvaiheessa lehtikuusikoiden kokonaisrunkoluku vähenee nopeasti, mutta kun puiden suuretessa poistettu puu jättää yhä suurenevan aukon latvuskatokseen, käyrä alkaa pian tasoittua. Kotimaisiin puulajeihin verrattuna runkoluvun väheneminen on kuitenkin lehtikuusikoissa koko ajan poikkeuksellisen nopeaa. K a l l i o n (1960) kylvömännikötutkimuksesta saadun kehityskäyrän mukaan lehtikuusikon kokonaisrunkoluku on keskimäärin sama kuin n. 15-20 v sitä vanhemman kylvömännikön. Johtopäätöksenä on, että lehtikuusikon kehitys on tavalla tai toisella merkittävästi nopeampaa kuin kylvömännikön.

Lehtikuusikon kehityksen erilaisuutta kotimaisiin puulajeihin verrattuna osoittaa kokonaisrunkoluvun kehityksessä myös se taulukosta 4 havaittava seikka, että suhteellisen nuorella iällä harvennuksin käsiteltävän lehtikuusikon kokonaisrunkoluku laskee määriin, joita on kotimaisten puulajien muodostamisessa metsiköissä totuttu pitämään osoituksena uudistamisvaiheen alkamisesta. Esim. 70 vuoden iällä sekä mustikka- että käenkaali-mustikkatyyppin lehtikuusikoissa on keskimäärin 285 puuta ja jälkimmäisellä metsätyyppillä 90 vuoden iällä vain 160. Varsinkin viimeksi mainittu lukumäärä merkitsisi männiköissä ja kuusikoissa pitkälle ehtinyttä uudistamisvaihetta (vrt. esim. M i k o l a 1956). Mutta lehtikuusikoissa tällainen runkoluku esiintyy metsiköissä, jotka ovat sulkeutuneita ja joissa voidaan katsoa



Kuva 5. Metsikön järeiden (20 + cm) puiden lukumäärä.
 Fig. 5. Number of large-sized (dbh. 20 + cm.) trees in the stand.

edelleen suoritettavan kasvatushakkuita. Ilmeisesti puuyksilöiden kehitys toisaalta lehtikuusikoissa ja toisaalta kotimaisten puulajien muodostamissa metsiköissä on olennaisesti erilainen.

Järeiden puiden lukumäärä

Yksinkertaisimpia puuston järeysuhteiden kuvaajia on ns. järeiden puiden lukumäärä, jolla tarkoitetaan yleensä rinnankorkeudelta 20 cm tai sitä paksumpien puiden määrää hehtaaria kohden. Järeiden puiden lukumäärän iänmukainen kehitys lehtikuusikoissa on esitetty graafisesti kuvassa 5 ja numeerisesti taulukossa 4 (s. 31). Kuvaan on vertailun vuoksi merkitty lisäksi mustikkatyyppin kylvömannikön vastaava keskimääräinen kehitysrytmi Kallion (1960) tutkimuksen mukaisena ja käenkaali-mustikkatyyppin kuusikoiden järeiden puiden lukumäärä eräiden metsäntutkimuslaitoksen kestokoealojen perusteella laskettuna.

Järeiden puiden muodostuminen alkaa lehtikuusikoissa varhaisessa ikävaiheessa, sillä ensimmäiset ilmestyvät mustikkatyyppillä keskimäärin 19

vuoden ja käenkaali-mustikkatyypillä 16 vuoden iällä. Sittemmin lukumäärä lisääntyy voimakkaasti ja saavuttaa maksimin poikkeuksellisen aikaisin, mustikkatyypillä keskimäärin 415 kpl/ha 55-vuotisissa ja käenkaali-mustikkatyypillä 405 kpl/ha 45-vuotisissa metsiköissä. Huipun jälkeen järeiden puiden lukumäärä alkaa voimakkaasti vähentyä, mikä osoittaa, että harvennukset alkavat yhä enenevässä määrin kohdistua järeään puustoon. Kuten taulukko 4 osoittaa, 70-vuotisissa metsiköissä kaikki puut ovat sivuuttaneet 20 cm:n rinnankorkeusläpimitan molemmilla tarkasteltavina olevilla metsätyypeillä.

Männiköissä ja kuusikoissa järeiden puiden lukumäärä noudattaa monessa suhteessa lehtikuusikoista poikkeavaa kehitysrytmiä. Järeiden puiden muodostuminen alkaa kotimaisten puulajien muodostamissa metsiköissä ensiksikin merkittävästi myöhäisemmällä iällä kuin lehtikuusikoissa, mustikkatyypin kylvömänniköissä ja käenkaali-mustikkatyypin istutuskuusikoissa keskimäärin 30 vuoden iällä, ts. vaiheessa, jolloin edellisen metsätyypin lehtikuusikoissa on järeitä puita keskimäärin 138 kpl/ha ja jälkimmäisellä metsätyypillä 290 kpl/ha. Kun mustikkatyypin lehtikuusikko saavuttaa huippuarvonsa, 415 kpl/ha, saman metsätyypin kylvömännikössä on järeitä puita 250 kpl/ha. Käenkaali-mustikkatyypin istutuskuusikossa taas on keskimäärin 73 järeää puuta hehtaaria kohden, kun vastaavan tyypin lehtikuusikko saavuttaa huippunsa, 405 kpl/ha. Puuston iän lisääntyessä ja lehtikuusikoiden järeiden puiden lukumäärän alkaessa nopeasti vähentyä männikkö ja kuusikko sivuuttavat sittemmin lehtikuusikon, mutta tässä ikävaiheessa ja siitä eteenpäin järeiden puiden lukumäärä ei yksinään kykene kuvastamaan puuston järeysuhteita siinä määrin kuin nuoruusvaiheessa. Vertailulla on todellista näyttävyyttä vain sillä ikäjaksolla, jolloin myös lehtikuusikoiden järeiden puiden lukumäärä on nousussa. Myöhemmin olisi tarkastelussa voitava ottaa huomioon myös ko. järeiden puiden läpimittasuhteet.

Tarkastelu osoittaa, että lehtikuusikon puusto on ainakin lukumääräisesti merkittävästi järeämpää kuin kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden puusto. Kaikesta päättäen ero on suurempi lehtikuusikoiden ja kuusikoiden kuin lehtikuusikoiden ja männiköiden välillä siitä syystä, että kuusikoille ominaisen kehitysrytmin vuoksi järeiden puiden muodostuminen on aluksi hidasta.

Runkolukusarja

Puuston järeysuhteista saadaan havainnollisin käsitys tarkastelemalla ns. runkolukusarjaa, ts. puiden jakaantumista rinnankorkeudelta mitattuihin läpimittaluokkiin. Valitettavasti keskimääräisten runkolukusarjojen

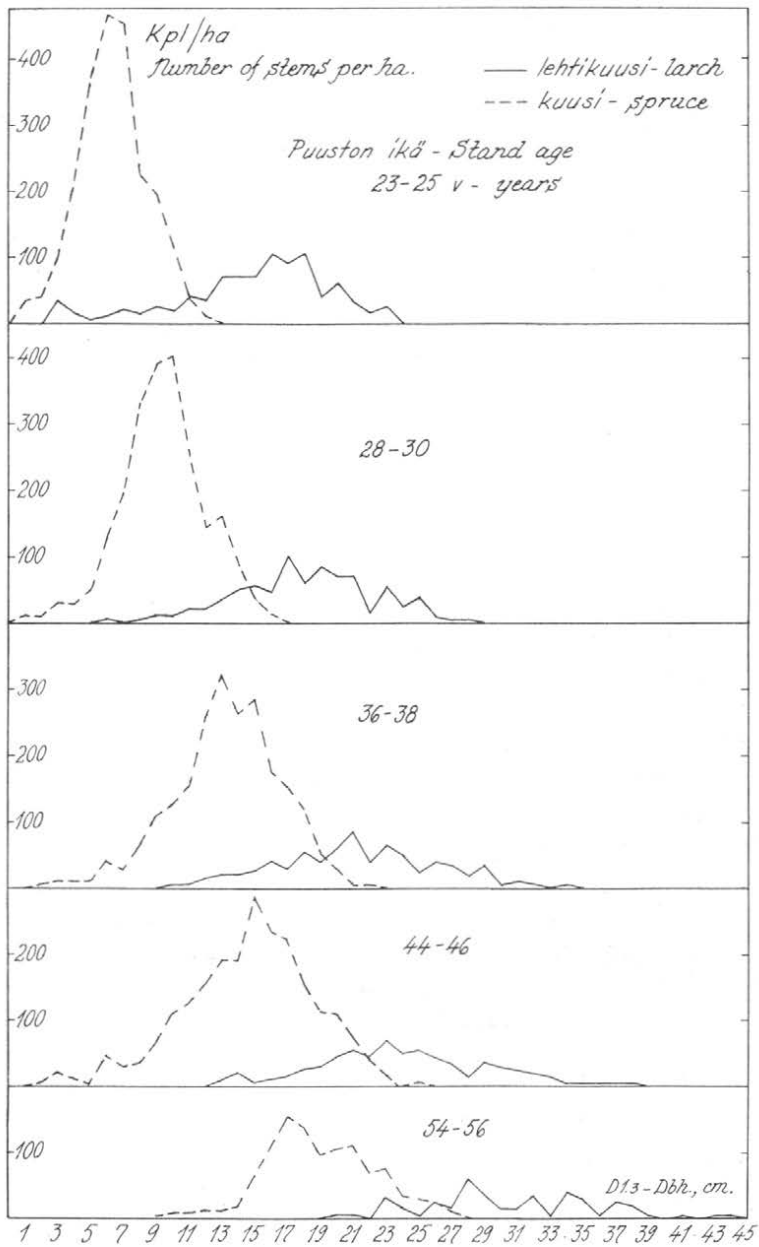
koostaminen on kuitenkin havaittu tähänastisissa hakkuin käsiteltyihin metsikköihin kohdistuneissa kasvu- ja rakennetutkimuksissa siinä määrin epätarkaksi, ettei sellaisia ole katsottu voitavan esittää. Syynä ovat ne samat vaihtelutekijät, jotka tuotiin esille kokonaisrunkoluvun yhteydessä (s. 30).

Kasvu- ja rakennetutkimuksissa on yleensä tyydytty runkolukusarjoja esiteltäessä tyypillisiin esimerkkeihin (vrt. N y y s s ö n e n 1954, s. 135). Rinnastuskelpoisten keskimääräissarjojen puuttuessa on näin meneteltävä myös käsillä olevassa tutkimuksessa. Esimerkkinä käytetään Punkaharjun kokeilualueessa sijaitsevaa kestokoealasarjaa 15. Tämä kestokoealasarja sijaitsee alueella, jossa on rinnan identtisillä kasvupaikoilla likimain samanikäinen lehtikuusi- ja kuusimetsikkö. Alueelle perustettiin v. 1924 kestokoealasarja, joka käsittää 1 lehtikuusikkokoealan ja 2 kuusikkokoealaa. Näistä käytetään seuraavassa tarkastelussa lehtikuusikkokoealaa ja tämän rinnalla sijaitsevaa kuusikkokoealaa, koska siten saadaan parhain tae siitä, etteivät boniteettierot ainakaan olennaisesti vaikuta vertailuun.

Kyseinen lehtikuusikko istutettiin v. 1902—03, jolloin taimien välit olivat todennäköisesti 1.5×2.0 m. Jostakin syystä alueelle istutettiin v. 1907 runsaahkosti 7-vuotisia pihtakuusen taimia. Pihtakuusi on sittemmin sitkeästi pysytellyt metsikössä niin, että sitä on nykyisinkin vielä muutamia kappaleita. Pihtakuusiaines ei liene kuitenkaan vaikuttanut olennaisesti lehtikuusen kehitykseen, sillä viimeksi mainitulla on koko ajan ollut selvästi yliote. Seuraavassa vertailussa esitetään vain lehtikuusten jakaantuminen läpimittaluokkiin.

Lehtikuusikon rinnalla sijaitseva kuusikko istutettiin v. 1903 käyttäen 1.5×1.6 m:n istutusväliä. Käytettyjen taimien vuoksi kuusikko on kuitenkin todennäköisesti 2 v nuorempi kuin lehtikuusikko. Jossain määrin kuusikon kasvukykyä väheksyvää suuntaa vertailuun aiheuttaa myös n. 40 vuoden iällä sattunut sienituho, joka tyrehtytti kuusen kasvua latvuksia tuhoamalla. Olennaista merkitystä tälläkään näkökohdalla ei maastossa suoritetun arvioinnin mukaan kuitenkaan ole.

Lehtikuusikon ja kuusikon runkolukusarjojen iänmukaisen kehityksen ero on esitetty kuvassa 6, jossa ensimmäinen vertailu kohdistuu 23—25-vuotisiin ja viimeinen 54—56-vuotisiin puustoihin. Tiedot tarkoittavat runkolukuja ennen harvennusta. Kuvasta käy havainnollisesti esille lehtikuusi- ja kuusiyksilöiden paksuuden kehityksen erilaisuus. Niinpä 23-vuotisessa kuusikossa paksuimmat puut ovat vain 12 cm rinnankorkeudelta, kun 25-vuotisessa lehtikuusikossa runkolukusarja ulottuu 23 cm:iin. Kuusikon runkolukusarja on tässä vaiheessa vielä tyypillinen nuoreikon sarja suppeine vaihtelualueineen ja jyrkkine kellomaisine muotoineen. Sitä vastoin lehtikuusikon runkolukusarja on laaja ja epäsäännöllinen, mikä on yleensä tyypillistä kehityksessään pitkälle ehtineelle metsikölle.



Kuva 6. Runkolukusarjan kehitys rinnakkaisissa lehtikuusi- ja kuusimet-
siköissä Punkaharjun kestokoealasarjan 15 mukaan.

Fig. 6. Development of the stem distribution series in adjacent larch and spruce
stands on the basis of the permanent sample plot series 15 in Punkaharju
Experimental Area.

Lehtikuusikon ja kuusikon runkolukusarjojen erilaisuus eri mittauskerroilla käy selville havainnollisesti seuraavasta asetelmasta, jossa on esitetty ohuimman ja paksuimman puun läpimitat.

Puuston ikä, v <i>Stand age, years</i>	Puiden läpimittojen vaihteluväli, cm <i>Variation range of dbh., cm.</i>	
	Lehtikuusi <i>Larch</i>	Kuusi <i>Spruce</i>
23—25	3—23	1—12
28—30	6—28	1—16
36—38	10—34	2—22
44—46	13—38	2—25
54—56	20—44	10—27

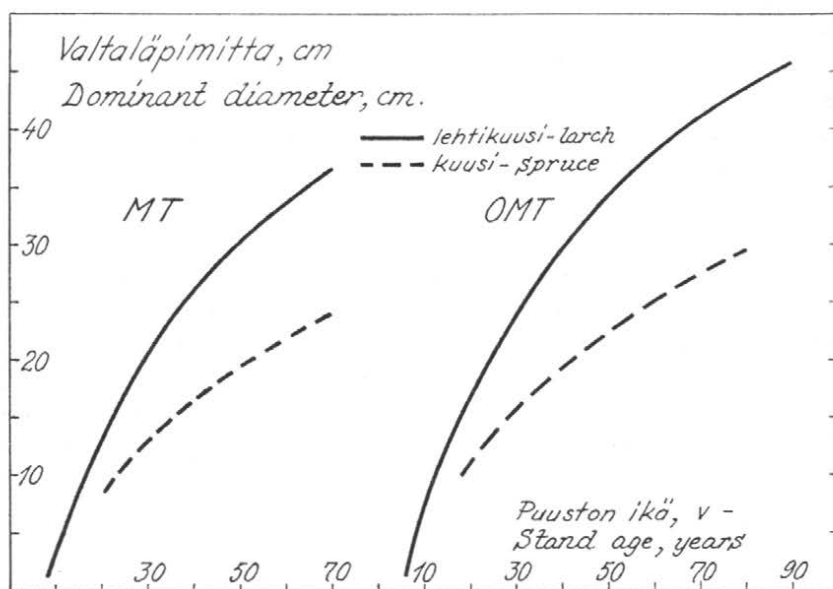
Asetelma osoittaa kuvan 6 täydennyksenä, että kautta koko tutkitun ikäkauden lehtikuusten paksuuskehitys on samanarvoisella kasvupaikalla kuuseen verrattuna hämmästyttävän nopeaa. Ne virhetekijät, jotka tarkastelussa on otettava huomioon, eivät voi tehdä tyhjäksi tätä päätelmää, siksi huomattavia ovat erot. Eroa alkaa syntyä taimistovaiheesta alkaen, se lisääntyy iän mukana ja saavuttaa yllättävän suuruuden varttuneella iällä. Havainnollinen on kuvassa 6 alimmaisena esitetty sarjapari, joka koskee 54—56-vuotisia puustoja. Havaitaan, että 56-vuotisen lehtikuusikon ohuimmat puut ovat likimain 54-vuotisen kuusikon paksuimpien puiden vahvuisia. Lisävalaistusta antaa toteamus, että mainitussa ikävaiheessa kuusikon puut ovat valtaosaltaan paperipuun kokoa, kun vastaavan ikäisessä lehtikuusikossa miltei kaikki puut täyttävät tukkipuulle asetettavat vaatimukset. Kysymys on siis kehityserosta, jolla on suuri taloudellinen merkitys.

Vaikka edellä selostettu on vain yhteen koealapariin perustuva esimerkki, se osoittaa kuitenkin vakuuttavasti, aiemman järeiden puiden lukumäärää koskevan tarkastelun tukemana, että lehtikuusikko kykenee tuottamaan maamme olosuhteissa merkittävästi nopeammin järeitä puita kuin kuusikko. Kuinka suuri ero on lehtikuusikon ja männikön välillä, ei aineiston puuttuessa voida esittää. On kuitenkin todennäköistä, että lehtikuusi kykenee voittamaan selvästi myös männyn puustonsa järeyden kehityksessä. Koivun ja lehtikuusen vertailun tulos olisi taas itsestään selvä. Lehtikuusi on siis Suomen ilmasto- ja kasvuolosuhteissa nopeimmin järeitä puita tuottava puulaji. Kun vertailu on tapahtunut kuorenpäällisin mitoin, on kuitenkin syytä tässä viitata jäljempänä tapahtuvaan kuoren osuuden tarkasteluun (s. 50).

Valtaläpimitta

Järeysuhteita voidaan tarkastella myös kohdistamalla huomio vain puuston vallitsevaan osaan. Sellaisena metsikkötunnukseksi on seuraavassa pidetty ns. valtaläpimittaa, jolla tarkoitetaan analogisesti valtapituuden määrittämenetelmän kanssa hehtaaria kohden 100 paksuimman puun aritmeettista keskiarvoa. Kun varhemmissa kotimaisissa kasvu- ja rakennetutkimuksissa ei kyseistä tunnusta ole yleensä käsitelty, vertailuaineistona käytetään metsäntutkimuslaitoksen kuusikkokoealojen perusteella laskettuja kehityssarjoja. Valtaläpimitan kehitystä lehtikuusikoissa havainnollistaa taulukko 5 ja puulajien välisiä eroja kuva 7.

Lehtikuusikon valtaläpimitan kehitys alkaa 5—6 vuoden iällä, jolloin ensimmäiset puut saavuttavat rinnankorkeuden. Valtaläpimittaa edustaa tällöin ylimmän vuosikasvaimen keskimääräinen paksuus. Vähäisestä alusta valtaläpimitan lukuarvo alkaa sitten voimakkaasti kasvaa, ja tätä suurenemista jatkuu vain vähän hidastuen koko sen ikäkauden, jolta havaintoja on käytettävissä. Seuraava asetelma osoittaa, minkä ikäisenä tietty tasainen kymmenluku saavutetaan eri metsätyyppien lehtikuusikoissa.



Kuva 7. Metsikön valtaläpimitta.
Fig. 7. Dominant diameter of the stand.

Valtaläpimita, cm <i>Dominant diameter, cm.</i>	Puuston ikä, v <i>Stand age, years</i>	
	MT	OMT
10	17	12
20	29	24
30	48	40
40	—	66

Asetelma tuo jälleen esille lehtikuusikon puiden paksuuskasvun nopeuden. Varsinkin se seikka, että järeän puun raja-arvo, 20 cm, saavutetaan lehtikuusikon valtaläpimitassa keskimäärin 24—29-vuotuisissa metsiköissä, osoittaa selvää paremmuutta kuusikkoon verrattuna. Kuvan 7 käyrät osoittavat nim., että kuusikon valtaläpimita nousee 20 cm:iin mustikkatyypillä keskimäärin 52 vuoden iällä ja käenkaali-mustikkatyypillä 42-vuotuisissa metsiköissä. Kuusimetsiköissä kuluu siis lähes kaksi kertaa niin kauan kuin lehtikuusikoissa mainitun valtaläpimitan arvon saavuttamiseen. Käenkaali-mustikkatyypin kuusikoissa 30 cm:n valtaläpimita edellyttää hieman yli 80 vuoden kiertoaikaa, kun lehtikuusikoissa vastaavaan kuluu 40 v, siis jälleen vain puolet kuusikon tarvitsemasta ajasta. Mustikkatyypillä 30 cm:n valtaläpimita näyttää olevan järkevän kiertoajan puitteissa kuusikoissa lähes saavuttamattomissa, mutta lehtikuusikoissa vastaavaan kehitykseen tarvitaan 48 v. Käenkaali-mustikkatyypin kuusikoiden valtaläpimita voi tuskin nousta keskimäärin paljonkaan yli 35 cm:n normaalien kiertoaikojen puitteissa, mutta saman metsätyypin lehtikuusikolle 50 cm:n valtaläpimitan saavuttaminen näyttää olevan n. 100 vuoden kiertoajalla mahdollista.

Absoluuttinen ero kyseisten puulajien välillä lisääntyy voimakkaasti iän mukana. Nuoruvaiheessa, 20 v:n iällä, eroa on metsätyypin mukaan vaihdellen 4.5—6.0 cm. Vain 20 vuotta myöhemmin, 40-vuotuisissa metsiköissä, ero on kasvanut n. 9—11 cm:iin ja 60. ikävuoteen mennessä 12—13 cm:iin. Myöhemmällä iällä ero näyttää jatkuvasti kasvavan, sillä lehtikuusikon käyrät osoittavat yhä selvää nousua, kun kuusikon käyrät ovat jo tasoittumaan päin.

Vallitsevan puuston järeiden tarkastelu valtaläpimitan käsitettä soveltaen osoittaa lehtikuusen paremmuuden kuuseen verrattuna. Mikäli mittapuuksi otetaan tietyn järeän puun vaatimuksen täyttävän valtaläpimitan saavuttaminen, todetaan lehtikuuselta kuluvan tähän keskimäärin vain noin puolet kuusen tarvitsemasta ajasta. Sitä paitsi kaikkein järeimpien puiden kasvattaminen näyttää olevan vain lehtikuusikossa mahdollinen. Männyn ja lehtikuusen välistä eroa ei aineiston puuttuessa voida esittää, mutta kotimaisten puulajien keskinäisestä suhteesta voidaan päätellä, että

Taul. 5. Puuston valtaläpimita ja valtapituus hoidetuissa lehtikuusikoissa.
 Table 5. Dominant diameter and dominant height of the growing stock in managed larch stands.

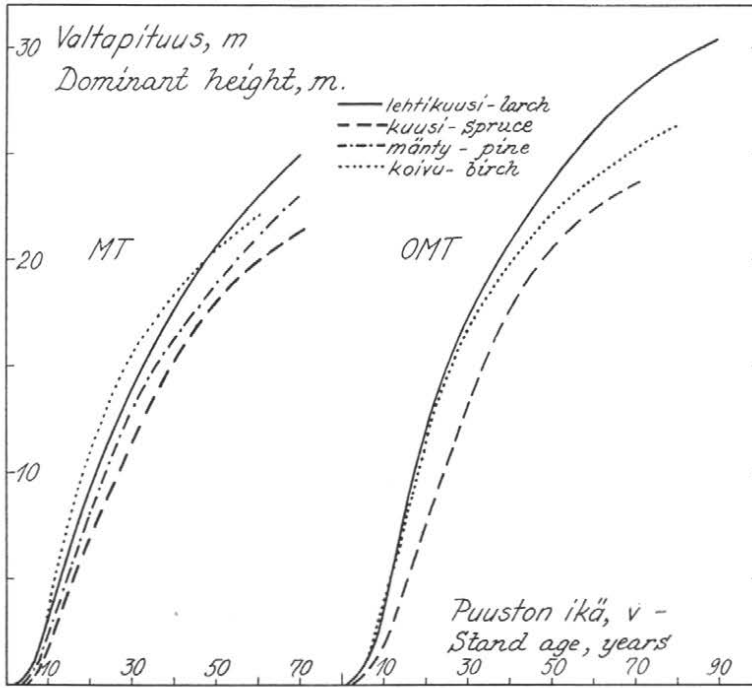
Puuston ikä, v Stand age, years	OMT	MT	OMT	MT
	Valtaläpimita, cm Dominant diameter, cm.		Valtapituus, m Dominant height, m.	
10	7.4	3.2	3.3	3.0
20	17.0	13.0	12.0	9.2
30	24.0	20.7	17.0	14.0
40	30.0	26.0	20.8	17.7
50	34.5	30.5	23.7	20.6
60	38.0	34.0	26.1	23.0
70	41.0	36.8	28.0	24.9
80	43.6	—	29.4	—
90	46.0	—	30.4	—

myös tässä vertailussa lehtikuusi tulisi olemaan jotenkin ylivoimainen. Rauduskoivikon valtaläpimitan kehitys on joka tapauksessa erittäin hidasta lehtikuusikkoon verrattuna (vrt. Koivisto 1957, s. 61).

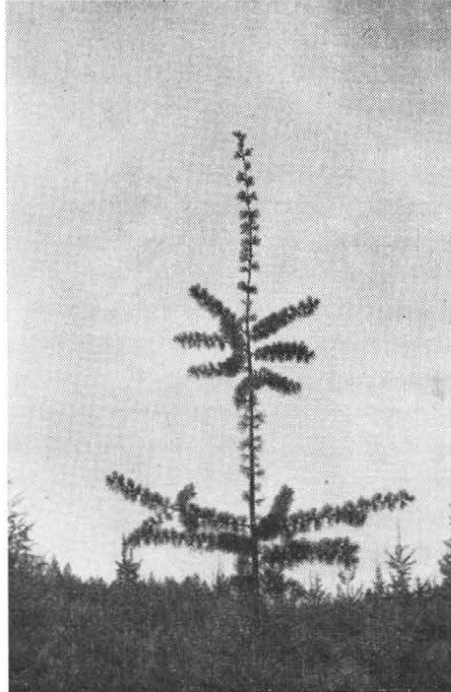
Valtapituus

Tähän mennessä on tarkasteltu lehtikuusikoiden kannalta tärkeää puuston läpimittasuhteiden kehitystä, ts. kasvuilmiotä horisontaalisuunnassa. Seuraavassa siirrytään vertikaalisuunnassa esiintyvään kasvutapahtumaan, ts. puiden piteuden kehitykseen. Tällöin keskitytään tarkastelemaan valta-puustoa, koska niin saadaan luotettavin vertailumahdollisuus kotimaisiin puulajeihin. Valtapituudella tarkoitetaan monissa varhemmissa kotimaisissa kasvu- ja rakennetutkimuksissa sovellettuun tapaan hehtaaria kohden 100 paksuimman puun aritmeettista keskipituutta.

Puuston järeyssuhteita tarkasteltaessa ei voitu käyttää vertailukohteena K a l e l a n (1933) viljelykuusikoiden kehitystä koskevien tutkimusten tuloksia osaksi siitä syystä, ettei vastaavaa tunnusta ole mainitussa julkaisussa käsitelty, mutta pääasiassa sen tähden, että K a l e l a n tutkimus on kohdistunut ainakin likimain luonnontilaisiin metsikköihin. Valtapituuden kehityksen tarkastelussa asiantila on kuitenkin toinen, sillä kysymyksessä on tunnus, jonka lukuarvoon alaharvennuksen luonteiset hakkuut eivät vaikuta olennaisesti (vrt. V u o k i l a 1960 a). Männyn osalta on vertailukohteena sopivin nytkin K a l l i o n (1960) kylvömännikkötutkimus. Mukaan on otettu myös rauduskoivikoiden kehityssarjat K o i v i s t o n (1957) tutkimuksiin nojautuen. Lehtikuusikon valtapituuden kehitys on esitetty numeroin taulukossa 5 ja puulajien välinen vertailu graafisesti kuvassa 8.



Kuva 8. Metsikön valtapituus.
 Fig. 8. Dominant height of the stand.



Kuva 9. Lehtikuusen pitkiä vuosikasvaimia.
 Fig. 9. Long shoots of larch.

Lehtikuusikon valtapituuden kehitys on alusta alkaen nopeaa. Istutuksen jälkeen voidaan havaita sopeutumiskausi, joka vaikuttaa kuitenkin vain parin vuosikasvaimen pituuteen, niihinkin vähäisessä määrin. Lyhyen juromiskauden päätyttyä pituuskasvu alkaa ripeästi lisääntyä, ja 100 valtapuuta hehtaaria kohden saavuttavat lähes metsätyypistä riippumatta rinnankorkeuden keskimäärin 7 vuoden iällä. Pituuskasvun lisääntyminen jatkuu edelleen ripeästi, sillä vain 3 v myöhemmin lehtikuusikon valtapituus on mustikkatyypillä keskimäärin 3.0 m ja käenkaali-mustikkatyypillä 3.3 m. Valtapituuden vuotuinen keskimääräinen lisäys näiden 3 vuoden aikana on siis mustikkatyypillä 57 cm ja käenkaali-mustikkatyypillä 67 cm. Pituuskasvun suotuisa kehitys jatkuu kuitenkin edelleen, sillä ikävuosien 10—20 välillä mustikkatyypin lehtikuusikon valtapituus lisääntyy 6.2 m ja käenkaali-mustikkatyypin peräti 8.7 m; keskimääräinen vuotuinen lisäys on siis edellisellä metsätyypillä 62 cm ja jälkimmäisellä 87 cm (vrt. kuva 9). Tämän jälkeen pituuden kehitys alkaa hidastua, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Ikäkausi <i>Age period</i>	Valtapituuden lisäys keskimäärin vuotta kohden, cm <i>Average annual increase in dominant height, cm.</i>	
	MT	OMT
0—10	30	33
10—20	62	87
20—30	48	50
30—40	37	38
40—50	29	29
50—60	24	24
60—70	19	19
70—80	—	14
80—90	—	10

Asetelma osoittaa lisäksi, että varsinaiset erot eri metsätyyppien metsiköiden välillä muodostuvat nuorella iällä, pääasiassa ennen 20. ikävuotta. Sen jälkeen ero lisääntyy merkityksettömän vähän 20 vuoden aikana ja myöhemmin ei laisinkaan. Huomautettakoon asetelman johdosta vielä kuitenkin se seikka, että luvut eivät välttämättä tarkoita valtapuiden todellista keskimääräistä pituuskasvua, vaan niihin saattaa sisältyä jossain määrin laskentateknillistä siirtymää.

Ryhdyttäessä vertailemaan keskenään eri puulajien muodostamien metsiköiden valtapituuden kehitystä ansaitsee aluksi kiinnittää huomiota kuvan 8 mustikkatyypin edustaviin kehityskäyriin, koska niitä on käytettävissä kaikista kolmesta havupuulajista ja koivusta. Edellä suoritetusta valtapituuden lisäystä lehtikuusikoissa koskevasta tarkastelusta voi jo

aavistaa, että lehtikuusikon valtapituus kehittyä alusta alkaen nopeammin kuin kotimaisten havupuulajien valtapituus. Lisääntyöhän lehtikuusikon valtapituus esim. 10. ja 20. ikävuoden välillä mustikkatyyppeihin kuuluvalla metsämaalla asetelman mukaan keskimäärin vuotta kohden 62 cm:llä, kun taas Kalelan (1933, s. 20) mukaan viljelykuusikon valtapituus kasvaa vastaavissa olosuhteissa 46—48 cm:llä. Ero lehtikuusikon ja männikön välillä ei ole yhtä selvä kuin lehtikuusikon ja kuusikon, sillä männikön valtapituuden kehitys on kuusikkoa ripeämpi. Selvä ero on havaittavissa kuitenkin myös lehtikuusikon ja männikön välillä sinä puuston kehityskautena, jolta vertailevia havaintoja voidaan suorittaa. Lehtikuusi ei ole kuitenkaan pituuden kehityksen nopein puulaji, sillä n. 50 vuoden iälle asti rauduskoivu on sitä kasvuisampi.

Käenkaali-mustikkatyypillä lehtikuusikon ja rauduskoivikon valtapituuden kehityskäyrät ovat likimain samoja puuston ensimmäisten 3—4 vuosikymmenen aikana. Tätä myöhemmällä iällä eroa näyttää kuitenkin syntyvän lehtikuusikon eduksi, sillä koivikon käyrä alkaa tästä lähtien tasoittua, kun taas lehtikuusikon käyrä on edelleen voimakkaassa nousussa. Missä määrin tämäntapainen kehitysrytmin ero on todellista luontaista kehitystä vastaava ja missä määrin vain esim. bonitoinnissa sattuneista epäjohdonmukaisuuksista aiheutuva, on epätietoista. On kuitenkin todennäköistä, ettei kysymyksessä ole aineistoihin sisältyvistä virheistä johtuva näennäinen ero, vaan että tämänsuuntainen ilmiö todella tapahtuu luonnossa. Vaikka rauduskoivu onkin kahdesta koivulajista pitkäikäisempi, se on kuitenkin puulaji, joka alkaa osoittaa rappeutumisen oireita suhteellisen nuorella iällä; sen biologisen iänkin katsotaan olevan vain vähän yli 100 vuotta (vrt. Sarvas 1956, s. 467). Sitä vastoin on lukuisasti esimerkkejä siitä, että lehtikuusikko säilyttää terveytensä ja kasvuisuutensa pitkälle ohitse koivun biologisen iän. Vakuuttavin esimerkki on tunnettu Raivolan lehtikuusikko, mutta lähes sitä vastaavia on Nyky-Suomessakin monia. Ei tunnnettane tapausta, että lehtikuusikko olisi vanhuuttaan sortunut. Ei ole sen vuoksi ihmeteltävää, että ripeästä alkukehityksestään huolimatta koivikko jää varttuneella iällä valtapituuden kehityksessä lehtikuusikosta jälkeen. Ero lehtikuusikon ja kuusikon välillä on käenkaali-mustikkatyypillä vähintäänkin yhtä selvä kuin mustikkatyypillä.

Mitä puulajien väliset erot merkitsevät aikaa mittapuuna käytettäessä? Tästä antaa käsityksen seuraava asetelma, joka ilmaisee, minkä ikäisenä keskimäärin eri puulajien muodostamat metsiköt saavuttavat tietyn valtapituuden.

Ajallisesti mitattuina erot puulajien välillä ovat puuston nuoruusvaiheessa nopean kehitysrytmin vuoksi vähäisiä. Mänty on itse asiassa 5 m:n valtapituuden saavuttamisessa vain 1 vuoden ja kuusikin vain 3—4 vuotta lehtikuusesta jäljessä. Iän ja valtapituuden lisääntyessä ero kasvaa kuitenkin

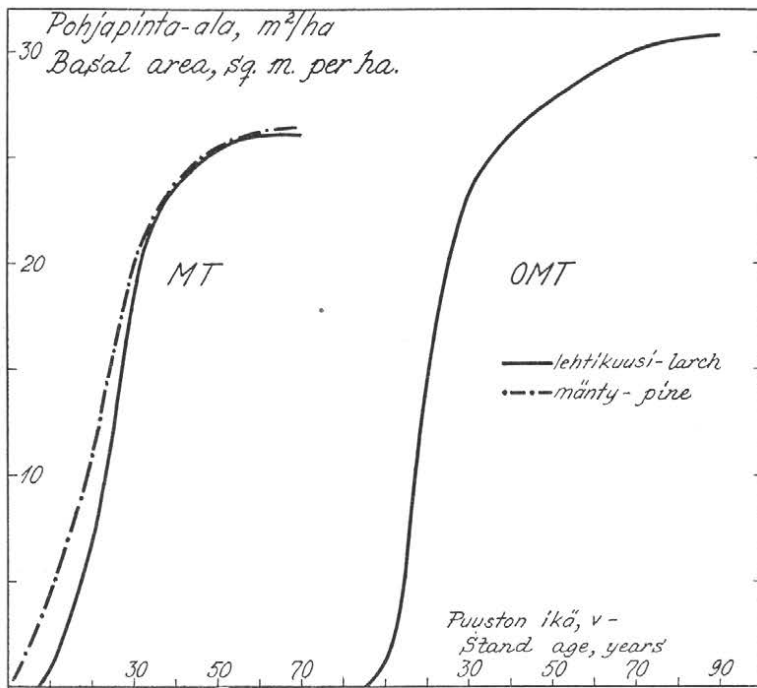
Valtاپituus, m <i>Dominant height, m.</i>	Puuston ikä, v <i>Stand age, years</i>							
	Lehtikuusi <i>Larch</i>		Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>			Koivu <i>Birch</i>	
	MT	OMT	MT	MT	OMT	MT	OMT	
5	13	11	14	16	15	11	11	
10	21	17	24	27	24	18	18	
15	32	25	35	39	33	28	26	
20	48	38	55	60	47	47	41	
25	70	55	—	—	—	—	69	

kin tasaisesti, kunnes todetaan männikön saavuttavan mustikkatyypillä 20 m:n valtاپituuden keskimäärin 7 vuotta ja kuusikon eri metsätyypeillä 9—12 vuotta myöhemmin kuin lehtikuusikko. Käenkaali-mustikkatyypillä lehtikuusikon valtاپituus on 30 m keskimäärin 85 vuoden ikäisenä, mutta kuusikolla kuluu sen saavuttamiseen pitkälti yli 100 vuotta; näyttääpä suorastaan siltä, että 30 m:n valtاپituus voi jäädä kuusikossa keskimäärin saavuttamatta (vrt. Vuokila 1956, s. 55). Kaiken kaikkiaan on kuitenkin todettava, että eri puulajien väliset erot ovat pituuden kehitystä tarkasteltaessa selvästi pienempiä kuin vastaavassa paksuuden kehitystä koskevassa vertailussa.

Kotimaiset havupuulajit eivät siis kykene samanarvoisilla kasvupaikoilla saavuttamaan keskimäärin sellaisia valtاپituuksia kuin lehtikuusikot. Korkeintaan siihen pystyy nuoruusvaiheessaan rauduskoivikko, mutta vartuneella iällä sekin jää lehtikuusikosta jälkeen.

Pohjapinta-ala

Tähänastiset tunnuksot ovat tuoneet esille lähinnä lehtikuusiyksilöiden tai tiettyjen puuston osien kehityksen. Vuorossa ovat nyt kuvaajat, joissa puustoa tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena. Ensimmäisenä otetaan käsiteltäväksi lehtikuusikon pohjapinta-alan iänmukainen kehitys. Graafisesti se on esitetty kuvassa 10 ja numeerisesti taulukossa 6. Kuvaan on lehtikuusikoiden käyrien lisäksi merkitty ainoastaan mustikkatyypin kylvömänniköiden vastaava kehitys (Kallio 1960). Kallelan (1933) viljelykuusikoiden pohjapinta-alan lukuarvoja ei nyt voitu käyttää siitä syystä, että niillä ei pääosalta luonnontilaa ilmaisevina ole vertailukelpoisuutta. Muita rinnakkaiskäyriä, esim. kestokoeala-aineistoon nojautuvia, ei pidetty tarpeellisina siitä syystä, ettei metsikössä tietyillä iänkohdilla keskimäärin tavattavilla pohjapinta-aloilla ole sanottavaa merkitystä puulajien välistä vertailua suoritettaessa. Nehän osoittavat vain osan siitä kokonaisuudesta, jonka metsikkö on siihen mennessä tuottanut ja joka metsänkasvattajaa lähinnä kiinnostaa.



Kuva 10. Metsikön pohjapinta-ala.
Fig. 10. Basal area of the stand.

Taulukko 6. Puuston pohjapinta-ala hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 6. Basal area of the growing stock in managed larch stands.

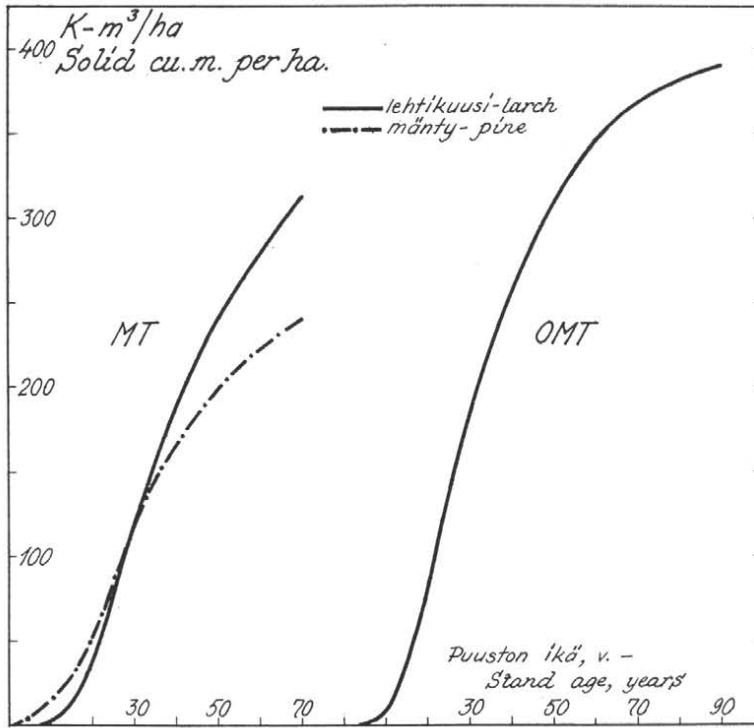
Puuston ikä, v Stand age, years	OMT	MT
	Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, sq.m. per ha.	
10	1.3	0.8
20	14.8	7.0
30	23.4	18.3
40	26.1	23.6
50	27.9	25.3
60	29.2	26.0
70	30.2	26.0
80	30.6	—
90	30.8	—

Pohjapinta-alalla ymmärretään tunnetusti rinnankorkeudelta mitattujen poikkileikkauspinta-alojen summaa neliömetreinä hehtaaria kohden. Pohjapinta-alan kehitys alkaa siis vasta sillä iällä, jolloin ensimmäinen puu saavuttaa rinnankorkeuden. Lehtikuusikoissa tämä tapahtuu 5—6 vuoden ikäisenä. Kymmenkunta vuotta tämän jälkeen kuluu pohjapinta-alan hitaahkon kehityksen merkeissä, mutta sitten alkaa ripeän lisääntymisen kausi, jota kestää pari vuosikymmentä. Kun kasvu alkaa sen jälkeen taantua ja kun hakkuut käyvät yhä voimakkaammiksi, pohjapinta-alan kehityskäyrä alkaa 30—40 vuoden iällä tasoittua. Noin 50. ikävuodesta lähtien lehtikuusikon keskimääräinen pohjapinta-ala pysyttelee likimääräisesti vakiona, mustikkatyypillä 25—26 m²/ha ja käenkaali-mustikkatyypillä 28—31 m²/ha. On kuitenkin todettava, että erityisesti pohjapinta-ala on vaihdellut väljissä rajoissa nyt kysymyksessä olevan tutkimuksen aineistossa (vrt. taul. 2 ja 3, s. 14, 17). Tämä johtuu osaksi siitä, että istutusväli on ollut eri metsiköissä merkittävästi toisistaan poikkeava, osaksi taas metsiköiden eriasteisesta käsittelystä. Tästä syystä onkin todettava, että pohjapinta-alan keskimääräistä kehitystä ilmentäviin käyriin liittyy melkoisia virhemahdollisuuksia. Sellaisinakin ne täydentävät kuitenkin lehtikuusikoiden kehityksestä saatavissa olevaa kuvaa.

Vertailu Kallion (1960) kylvömänniköiden pohjapinta-alan kehitystä esittävään käyrään osoittaa, että n. 30 vuotta ja sitä vanhempia lehtikuusikoita on kasvatettu pohjapinta-alan puolesta likimain yhtä tiheinä kuin vastaavia männiköitä. Nuorella iällä männiköiden pohjapinta-ala näyttäisi vertailtavien käyrien mukaan olevan kuitenkin keskimäärin merkittävästi suurempi kuin lehtikuusikoiden. Osaksi tämä johtunee siitä, että lehtikuusikoissa on sovellettu suhteellisen väljiä istutusasentoja, kun taas kylvömänniköt ovat syntyneet ryhmittäin tiheinä kasvustoina. Osaksi eroon lienee syynä kuitenkin Kallion esittämän kehityskäyrän erikoislaatuinen kulku. Kun rinnankorkeuden saavuttamiseen männiköissä kulunee vähintäänkin saman verran kuin lehtikuusikoissa ja kun pohjapinta-alaa voi muodostua vasta rinnankorkeuden ylittämisen jälkeen, vaikuttaa Kallion esittämä käyrä omituisen jyrkältä. Se alkaa nim. kohota heti puuston ensimmäisenä ikävuotena. Todellisuudessa ero lehtikuusikon ja männikön pohjapinta-alojen välillä on todennäköisesti pienempi kuin kuvassa 10 on esitetty. Asiallisesti tällä erolla ei ole kuitenkaan merkitystä.

Kuorellinen kuutiomäärä

Lehtikuusikoiden keskimääräinen kuorellinen kuutiomäärä eri ikävaiheissa on pohjapinta-alan tapaan kiinnostava lähinnä tämän puulajin muodostamien metsiköiden kehityksen kuvaajana. Sitä vastoin vertailusta mui-



Kuva 11. Metsikön kuorellinen kuutiomäärä.

Fig. 11. Cubic volume incl. bark of the stand.

den puulajien muodostamien metsiköiden kanssa ei ole odotettavissa olennaisia päätelmiä (vrt. s. 44). Tarkastelua varten viitataan taulukkoon 7 ja kuvaan 11, joista jälkimmäisessä on vertailumielessä ainoastaan mustikkatyypin kylvömänniköiden kehitystä osoittava käyrä.

Lehtikuusikon kuorellisen kuutiomäärän kehitys on pohjapinta-alan tapaan aluksi hidasta, mikä johtuu vähäisestä alkutiheydestä. Noin 15 vuoden iällä kuorellisen kuutiomäärän käyrä kääntyy kuitenkin jyrkkään nousuun, jota jatkuu mustikkatyypillä koko tutkitun ikäkauden ja käenkaali-mustikkatyypilläkin suunnilleen samaan ikävaiheeseen, n. 70-vuotiaaksi asti. Kuorellisen kuutiomäärän kehitystä eri metsätyypeillä havainnollistaa myös seuraava asetelma, joka osoittaa, minkä ikäisenä puusto saavuttaa tietyn tasaisen sataluvun.

Keskim. kuorellinen kuutiomäärä, $k-m^3/ha$
Average volume incl. bark, cu.m./ha.

Puuston ikä, v
Stand age, years

	MT	OMT
100	28	22
200	42	32
300	66	48

Taulukko 7. Puuston kuorellinen kuutiomäärä ja kuorisadannes hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 7. Cubic volume incl. bark and bark percentage of the growing stock in managed larch stands.

Puuston ikä, v Stand age, years	OMT	MT	OMT	MT
	Kuutiomäärä, k-m ³ /ha Volume, solid cu.m. per ha.		Kuurisadannes Bark percentage	
10	6	2	38.0	42.0
20	75	35	27.5	31.0
30	183	113	24.5	26.8
40	255	187	23.5	24.8
50	310	240	23.0	23.7
60	345	280	22.5	23.0
70	368	310	22.1	22.5
80	382	—	21.8	—
90	390	—	21.5	—

Käyrän sunnasta voidaan päätellä, että mustikkatyypillä keskim. kuorellinen kuutiomäärä nousee korkeintaan 350 k-m³:iin ja käenkaali-mustikkatyypillä 400 k-m³:iin. Yksittäisissä tapauksissa 500 k-m³:n kuutiomäärä ei ole harvinainen viimeksi mainitulla metsätyypillä. Lehtomaalla, esim. Raivolan lehtikuusikossa, kuutiomäärä voi hakkuin käsitellyissä metsiköissäkin saavuttaa maamme olosuhteet huomioon ottaen harvinaisia, 1 000 k-m³:ä lähenteleviä, jopa sen ylittäviäkin arvoja (vrt. L. I l v e s s a l o 1913, s. 15).

Lehtikuusikoissa keskimäärin tavattavat kuutiomäärät ovat K a l l i o n (1960) kylvömänniköiden kuutiomäärän kehitystä osoittavan käyrän mukaan n. 40. ikävuodesta lähtien selvästi suurempia kuin männiköissä. Nuorissa metsiköissä kuorellinen kuutiomäärä näyttää sitä vastoin olevan suurin piirtein samansuuruinen. Kuvassa männikön käyrä kulkee tosin selvästi lehtikuusikon käyrän yläpuolella. Männikön käyrää vastaan voitaneen kuitenkin esittää samat huomautukset kuin pohjapinta-alan kohdalla (s. 46), ts. että se lähellä origoa sijaitsee liian ylhäällä ekstrapolaatiosta aiheutuvista syistä.

Kuurisadannes

Kuurisadanneksella tarkoitetaan kuoren osuutta kuorellisesta kuutiomäärästä. Kuurisadanneksen kehitystä lehtikuusikoissa havainnollistaa taulukko 7.



Kuva 12. Vanhan lehtikuusen tyypillistä tyvikaarnaa. Kuva O. Huuri.
Fig. 12. Typical bark at the base of an old larch.

Nuoren lehtikuusikon kuorisadannes on suuri. Esim. 10-vuotisen lehtikuusikon kuutiomäärästä on kuorta metsätyypin mukaan vaihdellen keskimäärin 38—42 %. Vuosikymmenen kuluttua, ts. 20-vuotisena, lehtikuusikon kuorisadannes on pienentynyt kuitenkin 27.5—31.0 %:een. Sittenkin kuorisadannoksen pieneneminen alkaa heikentyä niin, että 70-vuotisena lehtikuusikon kuutiomäärään sisältyy keskimäärin 22.1—22.5 % kuorta. Vielä 90-vuotisessa käenkaali-mustikkatyypin lehtikuusikossa kuorisadannes on keskimäärin 21.5 %. Tähän voidaan lisätä, että suoritetuissa koealmitauksissa todettiin kuoren käsittävän vain poikkeustapauksissa vähemmän kuin 20 % puuston kuutiomäärästä. Näyttääpä olevan viitteitä siihenkin suuntaan, että kuorisadannes alkaisi vanhalla iällä kilpikaarnamuodostuksen vuoksi (vrt. kuva 12) kääntyä uuteen nousuun. Mainittakoon lisäksi, että myös muut tutkijat ovat päätyneet lehtikuusen kuoren osuutta selvitellessään edellä esitetyn kanssa yhtäpitäviin tuloksiin (vrt. Schotte 1917, s. 644; Mattson 1917, s. 897; Lappi-Seppälä 1927, s. 37—39; Schöber 1939, s. 305; 1949, s. 163).

Puuston ikä, v <i>Stand age, years</i>	Kuurisadannes <i>Bark percentage</i>				
	Lehtikuusi <i>Larch</i>	MT		OMT	
		Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Lehtikuusi <i>Larch</i>	Kuusi <i>Spruce</i>
20	31	25	29	27	20
40	25	16	17	23	15
60	23	14	11	22	11
70	22	13	—	22	10

Muihin puulajeihin verrattuna lehtikuusikon kuorisadannes on poikkeuksellisen korkea. Siitä antaa käsityksen edellä oleva asetelma, johon on merkitty rinnan lehtikuusikoiden, viljelykuusikoiden ja kylvömänniköiden kuorisadannekset eräissä ikävaiheissa.

Mustikkatyypin männikön kuorisadannes on 20 vuoden iällä absoluuttisesti keskimäärin 6 % pienempi kuin vastaavan ikäisen lehtikuusikon kuorisadannes. Iän mukana ero vielä lisääntyy, kunnes se 40 vuoden ikäisissä metsiköissä ja siitä eteenpäin on keskimäärin 9 %. Varttuneissa kuusikoissa kuorisadanneksen pieneneminen on kuitenkin niin voimakasta, että eroa lehtikuusikkoon syntyy 70. ikävuoteen mennessä 12 %.

Kuurisadanneksen suuruudella lehtikuusikoissa voi olla merkittävä asema eri puulajien muodostamien metsiköiden kokonaiskasvua koskevassa tarkastelussa. Kuortahan ei puuston kasvukykyä tutkittaessa oteta kotimaisissa tutkimuksissa huomioon, vaan kasvu ilmaistaan kuorettomin kuutiomitoin. Näin ollen jää lehtikuusikoiden tuottamasta aineksestä vertailun ulkopuolelle huomattavasti suurempi osa kuin kotimaisten puulajien kysymyksessä ollen. Kun eroa on suurimman osan metsikön kehityskautta absoluuttisesti n. 10 %, tämä voi muodostaa juuri sen tekijän, joka aiheuttaa kuorettomina mittoina lasketun kokonaiskasvun muodostumisen lehtikuuselle epäedulliseksi kotimaisiin havupuulajeihin verrattuna. Missä määrin tämä pitää paikkansa, käy ilmi jäljempänä kuutiokasvua tarkasteltaessa (s. 54).

Edellä on eri yhteyksissä todettu, että lehtikuusikoiden puuston järeyden kehitys on nopeampaa kuin kotimaisten havupuulajien. Tavanomaiseen tapaan vertailu on tapahtunut kuorenpäällisin mitoin. Juuri havaittu lehtikuusikoiden kuoren poikkeuksellinen osuus on omiaan jossain määrin kaventamaan tätä aiemmin havaittua eroa lehtikuusikoiden ja kotimaisten havupuulajien muodostamien metsiköiden läpimittasuhteiden kehityksessä. Mainittu ero on kuitenkin niin suuri, ettei kuoren poisjättäminen merkitsisi ratkaisevaa muutosta päätelmiin. Kuorettominakin mittoina tarkastellen lehtikuusikoiden läpimittasuhteiden kehitys on epäilemättä selvästi nopeampaa kuin kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden.

Kuutiokasvu

Vuotuinen kasvu

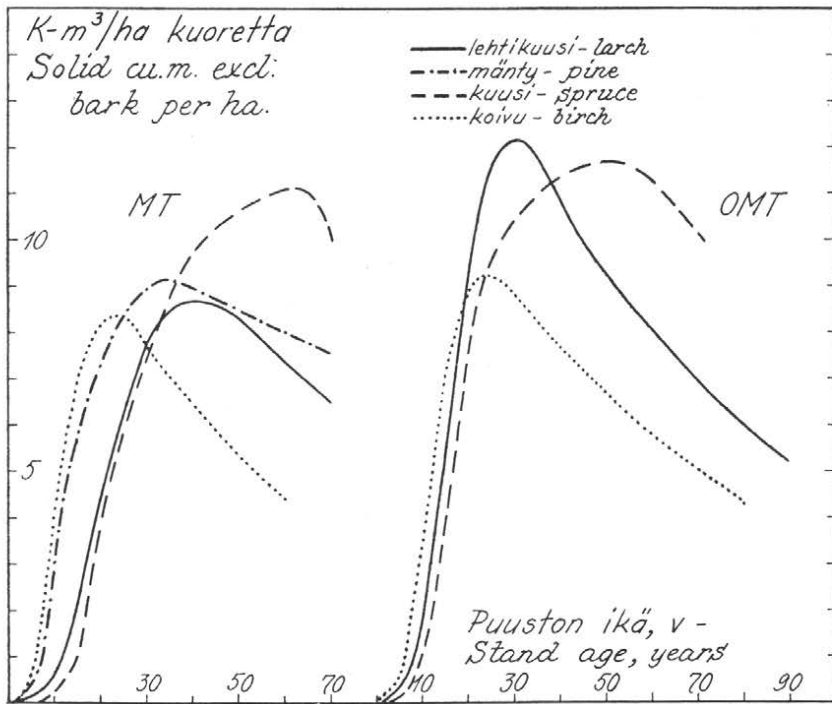
Kuutiokasvu mitataan yleisesti kuorettomina kiintokuutiometreinä hehtaaria kohden. Tällaisia tarkoittavat myös kuvassa 13 ja taulukossa 8 esitetyt tiedot.

Kuten yleensäkin, lehtikuusikon kuutiokasvu lisääntyy aluksi hitaasti, sillä karttuva pääoma on siksi pieni, ettei se kykene suhteellisesti nopeasta kehityksestä huolimatta voimakkaasti lisääntymään. Mustikkatyypin metsikössä taitekohta on n. 10 vuoden iällä, jolloin vuotuinen kasvu on 0.5 k-m³/ha. Tämän iänkohdan jälkeen vuotuinen kasvu lisääntyy nopeasti, kunnes lisääntyminen alkaa n. 30 vuoden iällä vähitellen hidastua. Keskimäärin n. 40 vuoden iällä mustikkatyypin lehtikuusikko saavuttaa huippuarvon, 8.7 k-m³/ha, vuotuisen kasvunsa määrässä. Huipun jälkeen vuotuinen kasvu kääntyy laskuun, kunnes se käsiteltävänä olevan ikäjaksion lopussa, 70 vuoden iällä, on 6.5 k-m³/ha.

Käenkaali-mustikkatyypillä vuotuisen kasvun kehitys on monessa suhteessa jyrkempää kuin mustikkatyypillä. Kasvun nousu alkaa aikaisemmin ja tapahtuu ripeämmin kuin mainitulla heikommalla kasvupaikalla. Myös huippu saavutetaan varhemmin, n. 30 vuoden iällä, ja se sijaitsee merkittävästi korkeammalla, 12.2 k-m³/ha. Huipun jälkeen vuotuinen kasvu kääntyy voimakkaaseen laskuun, jota jatkuu tasaisen jyrkästi koko tutkitun ikäkauden. Sen lopussa, 90 vuoden iällä, vuotuinen kasvu on pienentynyt 5.2 k-m³:iin hehtaarilla.

Tähän mennessä tapahtuneessa tarkastelussa on yleensä havaittu, että lehtikuusikon kehitys on nopeampaa kuin kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden. Kun nyt on siirrytty käsittelemään metsikön kasvukykyä kuutiomitoin, suhde muuttuu kuitenkin huomattavasti. Tämä koskee nimenomaan männiköiden ja lehtikuusikoiden välistä suhdetta. Kallion (1960) kylvömänniköiden kehitystä esittävän tutkimuksen mukaan tämän metsikkölajin vuotuinen kasvu mustikkatyypin metsämailla on näet koko tutkittuna ikäjaksiona selvästi suurempi kuin lehtikuusikoiden kasvu. Ero on suuri varsinkin ensimmäisenä 30 vuotena metsiköiden perustamisen jälkeen, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Puuston ikä, v <i>Stand age, years</i>	Vuotuinen kasvu, k-m ³ /ha <i>Current annual increment, cu.m./ha.</i>	
	Mänty <i>Pine</i>	Lehtikuusi <i>Larch</i>
10	3.0	0.5
20	7.3	4.4
30	9.0	7.7
50	8.7	8.3
70	7.6	6.5



Kuva 13. Metsikön vuotuinen kuutiokasvu.
Fig. 13. Current annual volume growth of the stand.

Taulukko 8. Vuotuinen kuutiokasvu ja kasvusadannes hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 8. Current annual volume growth and growth percentage in managed larch stands.

Puuston ikä, v Stand age, years	OMT	MT	OMT	MT
	Kasvu, k-m ³ /ha kuoretta Growth, solid cu. m. excl. bark per ha.		Kavusadannes Growth percentage	
10	1.7	0.5	—	—
20	9.0	4.4	15.0	18.9
30	12.2	7.7	8.9	9.5
40	10.8	8.7	5.5	6.1
50	9.2	8.3	3.9	4.5
60	8.0	7.3	3.0	3.4
70	7.0	6.5	2.4	2.7
80	6.0	—	2.0	—
90	5.2	—	1.7	—

Vaikka nyt kysymyksessä olevaan vertailuun liittyy melkoisia virhemahdollisuuksia, on jotenkin varmaa, että näin suuret erot eivät voi johtua tutkimusten puutteellisuuksista. Ne voivat olla vain osoituksena siitä, että mänty kykenee samanarvoisilla kasvupaikoilla, ainakin mustikkatyypillä ja todennäköisesti sitä heikommilla, lehtikuusta nopeampaan kuutiokasvuun. Missään tapauksessa lehtikuusi ei voi olla mäntyä kasvuisampi.

Monin tavoin erilainen kuva saadaan verrattaessa lehtikuusikon ja kuusikon (K a l e l a 1933) vuotuisten kasvujen kehitystä keskenään. Kuusi on tunnetusti hidas alkukehityksessään. Niinpä se jääkin aluksi kummallakin metsätyypillä lehtikuusikosta vuotuisen kasvun kehityksessä jonkin verran jälkeen. Ero on kuitenkin yllättävän pieni, kun muistetaan aiempien tunnusten kohdalla havaittu lehtikuusikon nopea nuoruuskehitys. Voidaan suorastaan otaksua, että molemmilla tutkituilla metsätyypeillä vertailtavien tutkimusten osoittamat erot lehtikuusikon ja kuusikon vuotuisten kuutiokasvujen välillä ovat 40. ikävuoteen saakka niin vähäisiä, ettei niillä ole kenties todellista merkitystä. Sittemmin eroa alkaa kuitenkin syntyä kuusen hyväksi, joka kykenee säilyttämään kasvukykynsä korkeana vanhalle iälle saakka. Tässäkin vertailussa on tosin otettava huomioon merkittävän suuren virheen mahdollinen olemassaolo. Virhepäätelmään voi vaikuttaa esim. se seikka, että viljelykuusikkotutkimuksen koealametsiköt ovat olleet joko täysin tai likimain luonnontilaisia. Lukuisien tutkimusten mukaan (W i e d e m a n n 1937, s. 125; M ø l l e r 1954, s. 31; vrt. myös V a n s e l o w 1942, s. 59; W e c k 1948, s. 43; Y. I l v e s s a l o 1954, s. 804) metsikön käsitteilytavalla, tietyissä rajoissa, ei ole kuitenkaan merkittävää vaikutusta kuutiokasvun suuruuteen, josta syystä mainitun viljelykuusikkotutkimuksen tuloksia on katsottu voitavan kaikesta huolimatta käyttää vertailukohteena.

Suoritetun tarkastelun perusteella on ilmeistä, ettei lehtikuusi kykene kotimaisia havupuulajeja suurempaan kuutiokasvuun normaalien kiertoaikojen puitteissa. Näyttääpä suorastaan siltä, että männikön kuutiokasvu on koko metsikön iän selvästi voimakkaampaa ja kuusikonkin kasvukyky n. 40. ikävuodesta alkaen kiistattomasti parempaa kuin lehtikuusikon. Varsinkin mustikkatyypillä myös rauduskoivikko (K o i v i s t o 1957) on huomattavasti kasvuisampi kuin lehtikuusikko nuorella iällä. Kun koivikon kasvukäyrä kulminoi kuitenkin varhain, lehtikuusikko ohittaa koivikon mustikkatyypillä 30 vuoden ja käenkaali-mustikkatyypillä 20 vuoden iällä ja on sen jälkeen selvästi kasvuisampi.

Kun näin on, herää kysymys, mitkä mahtavat olla ne syyt, jotka aiheuttavat lehtikuusikon kuutiokasvun pienuuden kotimaisiin havupuulajeihin verrattuna. Tämä kysymys on sitäkin aiheellisempi, kun edellä todettiin lehtikuusiyksilöiden ja lehtikuusikon valtapuiden kehittyvän kotimaisten havupuulajien muodostamien metsiköiden puita nopeammin. Yhtenä vai-

kuttavana seikkana on tuotava esille lehtikuusikoiden kuorisadanneksen suuruus, johon edellä (s. 50) kiinnitettiin huomiota. Kun eroa lehtikuusikon ja kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden välillä on yli 10 % kuorellisesta kuutiomäärästä, on tästä seurauksena lehtikuusikon kuorettona mittoina ilmaistun kasvukyvyn vastaava pienemmyys. Mikäli vertailu tapahtuisi kuorellisin mitoin, tulos muuttuisi olennaisesti. Toisena mahdollisuutena tulee luonnollisesti mieleen, että lehtikuusikoiden hakkuut ovat kenties niin voimakkaita, että metsämaan tuottokyky ei tule täysin hyväksi käytetyksi. Tällaista olettamusta tukisi esim. lehtikuusiyksilöiden voimakas paksuuskehitys, mikä ilmiö on yleensä havaittavissa silloin, kun kasvutilaa on hyvin runsaasti. Muistettava on myös lehtikuusen poikkeuksellisen suuri valontarve, mikä pakottaa yksilöhoitoon ja aikaisiin harvennuksiin. Missä määrin hakkuut ovat aiheena havaittuun kuutiokasvun alhaisuuteen, on kuitenkin vaikeaa esittää käsillä olevan aineiston perusteella. Jossain määrin tätä ongelmaa on mahdollista kuitenkin kosketella jäljempänä kuutiopiostuman yhteydessä (s. 62).

Vuotuinen kasvusadannes

Kavusadannesta koskevat tiedot on esitetty taulukossa 8 (s. 52). Siinä ei ole 10 vuoden ikäisille puustoille merkitty vuotuista kasvusadannesta siitä syystä, että pienen puupääoman vuoksi sellaisen esittäminen on mitä suurimmassa määrin epävarmaa.

Lehtikuusikon vuotuisen kasvusadanneksen kehitys on yleiseen tapaan puuston nuorella iällä erittäin nopeaa. Se laskee 20. ikävuoteen mennessä mustikkatyypillä keskimäärin 15.0 %:een ja käenkaali-mustikkatyypillä 18.9 %:een. Kavusadanneksen pieneneminen on vielä tämänkin jälkeen voimakasta parin vuosikymmenen ajan, mutta alkaa sen jälkeen vähitellen hidastua. Merkille pantavaa on kuitenkin, että lehtikuusikoiden kasvusadanneksen pieneneminen jatkuu vielä suhteellisen voimakkaana tutkimuksen käsittämän ikäjakson lopulla siitä huolimatta, että 70-vuotisessa mustikkatyypin lehtikuusikossa on saavutettu niinkin alhainen kasvusadanneksen arvo kuin 2.7 ja 90-vuotisessa käenkaali-mustikkatyypin metsikössä 1.7.

Puulajien välisen vertailun suorittaminen on tältä osin vaikeaa, eikä se ole kenties välttämätöntäkään. Vertailua voidaan suorittaa riittävin perustein vain mustikkatyypin kylvömännikköihin, jolloin saadaan seuraavan kaltainen asetelma.

Puuston ikä, v <i>Stand age, years</i>	Kavusadannes <i>Growth percentage</i>	
	Lehtikuusi <i>Larch</i>	Mänty <i>Pine</i>
30	9.5	8.0
50	4.5	4.6
70	2.7	3.5

Nuorella iällä lehtikuusikon kuutiokasvusadannes on siis jonkin verran suurempi kuin männikön, mutta iän mukana suhde kääntyy päinvastaiseksi.

Vuotuisen kasvun regressioyhtälö ja sen tarkkuus

Kasvun ennusteen laatiminen on tunnetusti vaikeaa, sillä kasvutapahtumaan sisältyy monia ennalta aavistamattomia tekijöitä. Kuten esim. *Peschel* (1938, s. 173) toteaa, elävän luonnon tapahtumia ei voida saattaa virheettömän matemaattisen kaavan muotoon, vaan parhaimmillaankin voidaan saavuttaa enemmän tai vähemmän tarkkoja likiarvoja. Näin on asianlaita nimenomaan yksittäisten puiden kasvua ennustettaessa matemaattisen yhtälön avulla, kuten esim. *Spurr* (1952, s. 321) on havainnut. Sitä vastoin metsikön kuutiokasvun ennustamisessa käyttökelpoisia regressioyhtälöitä voidaan laatia kohtalaisella tarkkuudella, kuten lukuisat kokeilut ovat osoittaneet (vrt. *Meyer* 1934; *Petterson* 1937; *Simmons* ja *Schnur* 1937; *Levanković* 1938; *Duerr* ja *Gevorkiantz* 1938; *Eide* ja *Langsaeter* 1941; *Weck* 1950; *Michajlow* 1952; *Spurr* 1952; *Schletter* 1954; *Erteld* 1957).

Mahdollisimman luotettavan kasvuyhtälön laatiminen edellyttää täydellistä metsikön kasvuun ja kehitykseen vaikuttavien tekijäin analysointia. Näin perusteelliseen selvittelyyn, joka vaatii elektroonikoneiden käyttöä, ei käsillä olevassa tutkimuksessa ollut varaa, josta syystä kasvun regressioyhtälön konstruointi jäi enemmän tai vähemmän kokeilun luonteiseksi.

Käsitellessään puuston tunnus- ja ominaisuuksia laskelmin kokeiltiin lukuisien mahdollisten puuston tunnus- ja ominaisuuksien kelpoisuutta kasvun ennusteen yhtälössä. Kokeiltavina olivat sellaiset tunnus- ja ominaisuudet kuin puuston ikä, runkoluku, pohjapinta-ala, valtapituus, valtaläpimitta ja kuorellinen kuutiomäärä kasvunmittausjakson alussa, sekä harvennuksesta kulunut aika, viime harvennuksen voimakkuus poistosadanneksen perusteella ilmaistuna jne. Kaikkia mainittuja tunnuksia kokeiltiin sekä itsenäisinä tekijöinä että yhdistettyinä muiden tekijäin kanssa.

Yleensä on totuttu esittämään puuston kehitystä iän funktiona, koska metsänkasvatuksessa aika on yksi tärkeimpiä näkökohtia ja koska puuston kehityksen riippuvuutta iästä on pidetty kiinteimpänä. Tarkasteltavina olevissa laskelmissakin kokeiltiin iän sisällyttämistä kasvuyhtälön riippumattomaksi muuttujaksi mahdollisimman monipuolisesti. Tavallaan yllättävästi jouduttiin kuitenkin toteamaan, että puuston valtapituus, joka samaan tunnuksen sisällyttää iän ja kasvupaikan yhteisvaikutuksen, on onnistuneempi tekijä kuin ikä ja kykenee syrjäyttämään sen regressioyhtälöstä. Näin todettiin tavallaan ns. *Eichhornin* lain paikkansapitävyys Suomen olosuhteissa. Tämä laki, jota varsinkin Keski-Euroopassa (vrt.

Schober 1955, s. 39; Erteld 1957, s. 425; Møller 1959, s. 203) on tutkittu ja käytetty, sisältää väittämän, että puuston kuutiokasvu on kiinteässä riippuvuussuhteessa ennen kaikkea puuston pituuteen. Pituustunnuksen paremmuus ikään verrattuna nyt kysymyksessä olevassa tarkoituksessa johtuu osaksi myös siitä, että kuutiokasvun riippuvuus pituustunnuksesta on matemaattisesti yksinkertaisempi kuin korrelaatio iän kanssa.

Valtapituuden lisäksi todettiin yhtälössä tarpeelliseksi ainoastaan puuston pohjapinta-ala. Pohjapinta-alan käyttäminen esim. kuutiomäärän asemesta johtuu taas siitä, että ensiksi mainittu voidaan määrittää maastossa helpommin kuin jälkimmäinen. Ellei tätä näkökohtaa olisi otettu huomioon, pohjapinta-alan asemesta olisi voitu yhtä hyvin käyttää kuutiomäärää.

Muut kokeillut tekijät havaittiin nyt suoritetuissa laskelmissa tarpeettomiksi. Tämän ei suinkaan pidä tulkita merkitsevän sitä, etteivätkö esim. harvennuksesta kulunut aika ja harvennuksen voimakkuus vaikuta puuston kuutiokasvuun. Pikemminkin tekijäin poisjättäminen merkitsee, ettei niiden vaikutus ollut tässä aineistossa riittävän suuri tai että se on peittynyt esim. maastomittauksissa tapahtuneisiin virheisiin. Yhtä hyvin se voi aiheutua myös siitä, ettei näille tekijöille löydetty rajoitettujen laskentamahdollisuuksien puitteissa oikeaa muotoa. Regressioanalyysin suurimpia heikkouksiahan on, ettei tutkija voi koskaan olla varma siitä, onko hänen yhtälönsä tarkin mahdollinen vai voidaanko sitä vielä parantaa entisiä muuttujia muokkaamalla tai uusia lisäämällä.

Kuutiokasvun ennusteen yhtälö on suoritettujen laskelmien mukaan saanut seuraavan lopullisen muodon:

$$Z = 523 H - 22 H^2 + 342 G,$$

missä

Z = tulevan n . 5-vuotiskauden keskimääräinen vuotuinen kuutiokasvu kiintokuutiodesimetreinä kuoretonta runkopuuta hehtaaria kohden ($k\text{-dm}^3/\text{ha}$),

H = puuston valtapituus metreinä (m) ennustekauden alussa laskettuna hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskipituutena,

G = puuston pohjapinta-ala (kuoren päältä) ennustekauden alussa neliömetreinä hehtaaria kohden (m^2/ha).

Kasvuyhtälö on suhteellisen yksinkertainen. Kuutiokasvu tarkoittaa siinä likimain 5-vuotiskauden keskimääräistä vuotuista kasvua sen tähden, että kestokoealoilla kasvunmittausjakso on vain keskimäärin ollut 5 vuoden mittainen. Tilapäiskoealoilla kasvunmittausjakso on ollut poikkeuksetta 5 vuotta.

Kuutiokasvuluku saadaan yhtälöstä kiintokuutiodesimetreinä. Poikkeuksellisen yksikön käyttäminen johtuu laskentateknillisistä syistä, sillä

näin välttyään laskelmissa virheitä aiheuttavista pienistä desimaaliluvuista. Vastaava kiintokuutiometrimäärä saadaan kaavan antamasta luvusta tietenkin yksinkertaisesti jakamalla se luvulla 1000.

Regressioyhtälöön sisältyy yksittäisissä tapauksissa melkoinen virhemahdollisuus. Virheen suuruuden tarkastelua varten laskettiin regressioyhtälöä käyttäen aineistoon sisältyvien kasvunmittausjaksojen keskimääräiset vuotuiset kuutiokasvut sekä todettiin maastossa mitattujen kasvu-
lukujen suhteellinen poikkeama näistä.

Keskimääräinen virhe kasvuyhtälöä sovellettaessa on laskelmien mukaan 16.9 %. Ns. arvion keskivirhe on ± 21 %. Viimeksi mainittu virhesadannes tarkoittaa, että suoritettaessa metsikön kasvun ennuste kasvuyhtälöä käyttäen sekä olettaen, että perustekijät ovat oikeita, on olemassa 68 %:n todennäköisyys, että virhe on pienempi kuin 21 %, 95 %:n mahdollisuus, että virhe ei nouse yli 42 %:n ja että virhe on käytännöllisesti katsoen aina alle 63 %:n.

Yhtälön virherajat ovat siis yksittäisissä metsiköissä melkoiset. Mutta yleensä lienee tärkeämpää suurehkojen alueiden kasvun ennusteen tarkkuus. Tässä mielessä yhtälö on merkittävästi luotettavampi kuin yksittäisissä tapauksissa. Koelaskelmien mukaan yhtälön systemaattinen virhe on näet merkityksetön. Laajahkojen puustoltaan runsaasti vaihtelevien alueiden kasvun ennustetta laadittaessa sen pitäisi näin ollen antaa varsin luotettavia tuloksia edellyttäen, että ilmasto on suurin piirtein keskimääräistä. Ainoana systemaattisena trendinä on, että yhtälö todennäköisesti lievästi liioittelee kaikkein pienimpiä kasvulukuja ja aliarvioi huippuarvoja. Edelleen on syytä korostaa, että yhtälö soveltuu vain aineiston käsittämälle puuston kehityskaudelle.

Vaikka kasvuyhtälöllä lasketun arvion keskivirhe, ± 21 %, vaikuttaa korkealta, se kestää kyllä vertailun eräissä ulkomaisissa tutkimuksissa esitettyjen vastaavien yhtälöiden virhetunnusten kanssa. Esim. Spurr (1952, s. 330) esittää parhaana arvion keskivirheensä ± 25.7 % 15-vuotuisille jaksoille, joille hänen mukaansa kasvun ennuste voidaan laatia merkittävästi luotettavammin kuin 5-vuotuisille. Eide ja Langsaeter (1941) ovat taas päätyneet ± 17.4 %:n keskivirheeseen siitä huolimatta, että heidän yhtälössään on riippuvana muuttujana kuutiokasvua matemaattisesti selväpiirteisempi pohjapinta-alan kasvusadannes ja että yhtälöön sisältyy 5 monimutkaista muuttujaa. Tätä taustaa vasten tässä tutkimuksessa esitetty yksinkertainen yhtälö vaikuttaa suorastaan yllättävän tarkalta. Näyttääkin siltä, ettei tämänkaltaisten yhtälöiden tarkkuutta yksittäisten metsiköiden kasvuennusteen laadinnassa voida olennaisesti parantaa niistä virhesadanneksista, joita edellä on esitetty. Metsikköihin liittyy siksi paljon yksilöllistä vaihtelua, ettei suureen tarkkuuteen voida päästä.

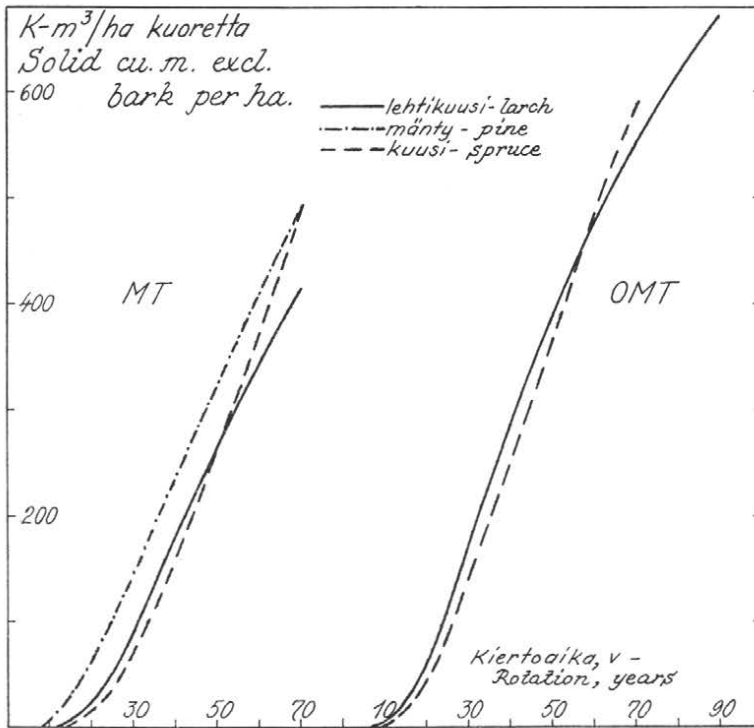
Yksittäisten metsiköiden kasvuennusteeseen sisältyvästä melkoisesta virhemahdollisuudesta huolimatta on kasvuyhtälöiden laatimista syytä maassammekin jatkaa ja edelleen kehittää. On näet muistettava se edellä todettu seikka, että laajemmissa puitteissa, esim. metsäalueen kasvuennusteen laadinnassa, tällaiset yhtälöt voivat olla tietysin edellytyksin kohtalaisen tarkkoja.

Kokonaiskasvu

Kokonaiskasvulla tarkoitetaan metsikön tiettyyn iänkohtaan mennessä tuottamaa kiintokuutiomäärää kuorettomina kuutiometreinä mitattuna. Kokonaiskasvua koskevat luvut saatiin laskemalla keskimääräiskäyrän vuotuiset kasvuluvut yhteen. Käyrien kulku tarkistettiin vielä kestokoealojen avulla, jotka antavat tarkimman mahdollisen käsityksen juuri kokonaiskasvun kehityksestä. Kestokoealat osoittivat, että vuotuisen kasvun keskimääräiskäyrästä lasketut kokonaiskasvun kehityskäyrät ovat todella luotettavia. Vertailukohteina ovat jälleen Kallion (1960), Kalelan (1933) ja Koiviston (1957) tutkimukset. Tarkastelua varten viitataan kuvaan 14 ja taulukkoon 9.

Kuva 14 vahvistaa ne oletukset, joita voitiin tehdä vuotuisen kasvun tarkastelun perusteella. Kun otetaan tarkasteltaviksi mustikkatyyppejä edustavat käyrät, havaitaan, että mänty on lyhyillä kiertoajoilla todennäköisesti puumäärän puolesta tuottoisin puulaji. Sen käyrä kulkee nim. paljon lehtikuusen ja kuusen käyrien yläpuolella. Noin 50. ikävuoteen asti on myös lehtikuusikon käyrä mustikkatyypillä jonkin verran viljelykuusikon käyrän yläpuolella. Kun lehtikuusen kasvukyky vuotuisen kasvun kehityksestä saadun kuvan mukaisesti alkaa näihin aikoihin voimakkaasti pienentyä, ohittaa kuusi sen ja on 50 vuotta pitemmillä kiertoajoilla lehtikuusta kasvuisampi. Noin 70. ikävuoteen mennessä viljelykuusikko saavuttaa myös kylvömännikön kokonaiskasvun. Näin ollen kotimaisten puulajien muodostamien kulttuurimetsiköiden välillä ei tavanomaisten kiertoaikojen kuluessa ole mustikkatyypillä olennaista eroa kokonaiskasvussa. Käyrät tosin näyttäisivät viittaavan siihen suuntaan, että kuusi 70 vuotta pitemmillä kiertoajoilla voi olla mäntyä tuottoisampi, mutta tämänkaltaiseen päätelmään on tuskin oikeutta nykyisten tutkimusten pohjalla. Rauduskoivikon kokonaiskasvu jää Koiviston (1957) mukaan normaalien kiertoaikojen kuluessa selvästi alle havupuulajien metsiköiden kasvun.

Käenkaali-mustikkatyypillä lehtikuusi kykenee kilpailemaan menestyksellisemmin kuusen kanssa kuin mustikkatyypillä. Vaikka kuusen kokonaiskasvun käyrä ohittaa lehtikuusen vastaavan käyrän noin 60 vuoden iällä, erot ovat tämän jälkeen kuusen eduksi siksi vähäiset, että niiden on katsottava jäävän vertailun virherajojen sisäpuolelle. Voidaan siis vain todeta,



Kuva 14. Metsikön kokonaiskasvu.
Fig. 14. Total growth of the stand.

Taulukko 9. Puuston kokonaiskasvu ja keskimääräinen vuotuinen kasvu hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 9. Total growth and mean annual growth of the growing stock in managed larch stands.

Kiertoaika, v Rotation, years	OMT	MT	OMT	MT
	Kokonaiskasvu, k-m ³ /ha k:tta Total growth, solid cu.m. excl. bark per ha.		Keskim. kasvu, k-m ³ /ha k:tta Mean annual growth, solid cu.m. excl. bark per ha.	
10	4	1	0.6	0.2
20	63	24	3.2	1.2
30	177	92	5.9	3.1
40	293	183	7.3	4.6
50	392	268	7.8	5.4
60	478	346	8.0	5.8
70	552	414	7.9	5.9
80	617	—	7.7	—
90	673	—	7.5	—

että käenkaali-mustikkatyyppejä edustavilla metsämailla lehtikuusi ja kuusi ovat suurin piirtein yhtä kasvuisia. Missään tapauksessa käyrät eivät anna tukea sille aiemmin yleisesti hyväksytylle otaksumalle (mm. L. I l v e s s a l o 1916, s. 100—101), että lehtikuusen kasvukyky olisi kotimaisia puulajeja parempi. Mikäli eroa puulajien välillä on, se koituu epäilemättä kotimaisten puulajien eduksi. Onkin ilmeistä, että varhempi mielipide lehtikuusen kasvukyvystä on johtunut siitä, että kasvututkimusten puuttuessa on annettu liikaa painoa lehtikuusiyksilöiden silmin nähden nopealle paksuskehitykselle. Ehkä myös Raivolan lehtomaalla kehittyvä puusto on ollut omiaan antamaan lehtikuusikon kasvukyvystä yleisesti tarkasteltuna liian optimistisen kuvan.

Havupuulajien kokonaiskasvujen välisestä suhteesta antaa yksityiskohtaisen käsityksen vielä seuraava asetelma, jossa eri puulajien muodostamien metsiköiden kokonaiskasvut eräisiin iänkohtiin mennessä on asetettu rinnan.

Kiertoaika, v <i>Rotation, years</i>	Kokonaiskasvu, k-m ³ /ha <i>Total growth, solid cu.m./ha.</i>				
	MT			OMT	
	Lehtikuusi <i>Larch</i>	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Lehtikuusi <i>Larch</i>	Kuusi <i>Spruce</i>
10	2	8	.	6	2
30	92	150	72	177	140
50	268	325	264	392	368
70	414	493	486	552	590

Keskimääräinen vuotuinen kasvu

Keskimääräisellä vuotuisella kasvulla tarkoitetaan tiettyyn iänkohtaan mennessä kertynyttä puumäärää kuorettomina kiintokuutiometreinä hehtaaria ja vuotta kohden. Keskimääräisen vuotuisen kasvun kulminaatiopiste on siitä merkittävä, että se osoittaa ns. suurimman puumäärän tuottavan kiertoajan. Kun pyritään vertailemaan eri puulajien muodostamien metsiköiden kasvukykyä, se tapahtuu usein juuri suurimman puumäärän tuottavan kiertoajan kuluessa tuotetun puumäärän perusteella. Lehtikuusiköiden keskimääräisen vuotuisen kasvun kehitys käy ilmi taulukosta 9 (s. 59).

Edellä havaittiin lehtikuusikon vuotuisen kasvun kehityskäyrät valopuulle ominaisen jyrkiksi rypeine nousuineen ja kulminaation jälkeisine jyrkkine laskuineen. Tällainen vuotuisen kasvun kehitys merkitsee samalla, että keskimääräinen vuotuinen kasvu kulminoi verraten nuorella iällä, ts. että suurimman puumäärän tuottava kiertoaika on lehtikuusikoissa suhteellisen lyhyt.

Käenkaali-mustikkatyypin lehtikuusikoissa keskimääräinen vuotuinen kasvu saavuttaa huippunsa 60 vuoden iällä, johon mennessä metsikkö on

kasvanut keskimäärin $8.0 \text{ k-m}^3/\text{ha}$ vuotta kohden. Mustikkatyypillä ko. maksimi ei satu tutkitun ikäjakson sisäpuolelle, mutta molempien vuotuisien kasvutunnusten kehityksen suunnasta voidaan päätellä, että keskimääräinen vuotuinen kuutiokasvu on korkeimmillaan $6.0 \text{ k-m}^3/\text{ha}$, mikä saavutetaan n. 75 vuoden iällä. Mustikkatyypin lehtikuusikon keskimääräinen vuotuinen kasvu voi siis olla 75 % käenkaali-mustikkatyypin lehtikuusikon kasvusta.

Vertailtaessa eri puulajien keskimääräisen vuotuisen kasvun huippumääriä havaitaan erot suurimmiksi mustikkatyypin edustavilla kasvupaikoilla. Mustikkatyypin kylvömänniköissä keskimääräisen vuotuisen kasvun kulminaatio sattunee Kallion (1960) tutkimuksen antamien viitteiden mukaan n. 5 vuotta myöhemmin kuin vastaavissa lehtikuusikoissa, ts. 80 vuoden iällä, jolloin keskimääräinen vuotuinen kasvu on n. $7.1 \text{ k-m}^3/\text{ha/v}$. Tämä merkitsee sitä, että suurimman puumäärän tuottavaa kiertoaikaa vertailuperusteena käytettäessä lehtikuusikko kykenee mustikkatyypillä tuottamaan n. 85 % kylvömännikön puumäärästä. Ero lehtikuusikon ja kuusikon välillä lienee tätäkin suurempi, vaikka Kalelan (1933) tutkimukseen sisältyvien tietojen perusteella on vaikeaa todeta viljelykuusikon suurin keskimääräinen vuotuinen kasvu. Mustikkatyypillä tämä huippu sijainnee $7.4\text{--}7.5 \text{ k-m}^3$:n paikkeilla suhteellisen pitkällä kiertoajalla. Näin olettaen lehtikuusikko kykenisi mustikkatyypillä kasvamaan 80 % viljelykuusikoissa saavutettavasta määrästä.

Käenkaali-mustikkatyypillä lehtikuusi kykenee tasapaisempaan kilpailuun kotimaisten puulajien kanssa kuin tätä huonommilla kasvupaikoilla. Viljelykuusikko tuottanee optimaalin kiertoajan kuluessa keskimäärin n. $8.5 \text{ k-m}^3/\text{ha/v}$. Kun edellä todettiin lehtikuusikon vastaavan huippuluvun olevan 8.0 k-m^3 , eroa on kuusikon eduksi vain 5—6 %, mikä ero voi johtua vertailun virhetekijöistä. Päätelmänä voitaneen sen vuoksi esittää, että lehtomaisella kasvupaikalla lehtikuusi kykenee tuottamaan suurin piirtein saman puumäärän kuin kuusi. Lehtikuusen ja koivulajien vertailusta taas selviää, että ensiksi mainittu puulaji on selvästi jälkimmäisiä kasvuisampi. Lehtikuusikon kasvukyky on näet käytettävissä olevien tulosten perusteella 25 % parempi kuin rauduskoivikon ja peräti 70 % korkeampi kuin hieskoivikon.

Kaiken kaikkiaan vertailu osoittaa, että mustikkatyypillä ja todennäköisesti sitä heikommilla kasvupaikoilla lehtikuusikon kasvukyky kiinto-kuutiometreinä mitattuna on merkittävästi alhaisempi (80—85 % siitä) kuin kotimaisten havupuulajien muodostamien metsiköiden. Mustikkatyypin paremmilla kasvupaikoilla lehtikuusi kykenee sitä vastoin suurin piirtein samaan kuutiokasvuun kuin kuusi. Kaikilla kasvupaikoilla lehtikuusi on selvästi kasvuisampi kuin koivu.

Kuutiopoistuma

Vuotuisen kasvun, kokonaiskasvun ja kuoretoman kuutiomäärän kehityskäyrien avulla on mahdollista saada käsitys lehtikuusikoissa suoritettujen hakkuiden voimakkuudesta. Yksinkertaisuuden vuoksi on oletettava, että hakkuut tapahtuvat 5:een päätyvinä ikävuosina, ts. toistuvat 10 vuoden väliajoin. Näin olettaen sekä soveltaen esim. Nyysösen (1954, s. 127) selostamaa konstruktiota saadaan lehtikuusikoiden 10-vuotiskausien hakkuumääräksi taulukon 10 osoittamat kiintokuutiomäärät kuoretonta puuta.

Lehtikuusikot perustetaan kustannussyistä yleensä harvoina. On siis luonnollista, että puuston nuoruusvaiheessa poistuma on vähäinen ja sen osuus vastaavan ajan kasvusta pieni. Käenkaali-mustikkatyypillä poistetaan puuston ensimmäisenä 20-vuotiskautena vain 16 % kasvusta ja mustikkatyypillä 14 % siitä, minkä metsikkö on kasvanut 30. ikävuoteen mennessä. Vähitellen hakkuut kuitenkin voimistuvat sekä määrällisesti että suhteessa kasvuun. Kaiken kaikkiaan taulukosta 10 on kuitenkin vaikutelmana, että lehtikuusikoiden hakkuut ovat, päinvastoin kuin esim. sivulla 54 oletettiin, verraten lieviä. Vielä niin myöhään kuin 75 ja 85 vuoden iällä poistetaan näet vain 82—89 % vastaavan kauden kasvusta. Tämä ei tue sitä käsitystä, että lehtikuusikon kuutiokasvu olisi alentunut maksimitaan liian voimakkaiden hakkuiden takia.

Samaan suuntaan viittaa myös taulukko 11, jossa on esitetty eri iänkohtiin mennessä kertynyt kokonaispoistuma ja sen osuus vastaavan ajan kokonaiskasvusta. Lehtikuusikoista poistetaan mustikkatyypillä 70. ikävuoteen mennessä 42 % ja käenkaali-mustikkatyypillä 90. ikävuoteen mennessä 55 % vastaavan ajan kokonaiskasvusta. Nämä sadan-

Taulukko 10. Hoidettujen lehtikuusikoiden kuutiopoistuma 10-vuotiskausittain.

Table 10. Decennial volume removals from managed larch stands.

Metsätyyppi Forest site type	Puuston ikä, v — Stand age, years							
	15	25	35	45	55	65	75	85
	Poistuma kuoretta, k-m ³ /ha — Removal excl. bark, solid cu.m. per ha.							
OMT	10	29	55	56	59	55	53	50
MT .....	.	13	29	42	44	46	—	—
	Poistuma % vastaavan kauden kasvusta Removal per cent of the growth of the corresponding period							
OMT	16	25	47	56	69	74	82	89
MT .....	.	14	32	56	56	68	—	—

Taulukko 11. Kokonaispoistuma ja sen osuus kokonaiskasvusta hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 11. Total removal and its share of the total growth in managed larch stands.

Puuston ikä, v Stand age, years	OMT		MT	
	Kokonaispoistuma, k-m ³ /ha Total removal, solid cu.m. per ha.	% kokonaiskasvusta Per cent of total growth	Kokonaispoistuma, k-m ³ /ha Total removal, solid cu.m. per ha.	% kokonaiskasvusta Per cent of total growth
10 .....	.	.	.	.
20	10	16	.	.
30	39	22	13	14
40	94	32	42	23
50	150	38	84	31
60	209	44	128	37
70	264	48	174	42
80	317	51	—	—
90	367	55	—	—

nekset ovat huomattavasti alhaisempia kuin esim. Kallion (1960, s. 50) kylvömänniköille esittämät, jopa pienempiä kuin esim. luontaisesti syntyneiden hoidettujen kuusikoiden (vrt. Vuokila 1956, s. 80). Tietenkin on tässä yhteydessä muistettava, että molempien viimeksi mainittujen metsikkölajien poistosadannesta korottaa melkoisesti suuri alkutiheys, joka tekee varhaiset voimakkaat harvennukset välttämättömiksi. Joka tapauksessa tuntuu ilmeiseltä, etteivät tämän tutkimuksen aineistoon kuuluneet lehtikuusikot todennäköisesti ole joutuneet niin voimakkaiden hakkuiden kohteiksi, että metsikön kokonaiskasvu olisi siitä alentunut.

Mikäli kokonaiskasvun pienenemistä lehtikuusikoissa aiheutuu puuston harvuudesta, se johtuu harvahkosta istutusvälistä. Metsätaloudellisessa mielessä taimistovaiheessa tapahtuvaa vähäistä kokonaiskasvun vähenemistä ei voida pitää kuitenkaan negatiivisena piirteenä, mikäli sen vastapainona ovat pienentyneet perustamiskustannukset, ensi hoitotoimenpiteiden tarpeettomuus ja puuston heikentymätön teknillinen laatu. Lehtikuusi on juuri sellainen puulaji, jolle kokonaiskasvun mahdollisesta pienenemisestä välittämättä voidaan suositella harvahkoa istutusväliä. Lehtikuusen taimet ovat nim. verraten kalliita, joten perustamiskustannukset tulevat harvaankin istuttaen suuriksi. Toisaalta puuston teknillinen laatu ei näytä kärsivän väljästä kasvutilasta, sillä alimmat oksat kuolevat herkästi ja nopeasti heti puuston sulkeuduttua.

Taulukossa 12 on esitetty vielä keskimääräinen vuotuinen poistuma eri iänkohtiin mennessä. Tästäkin taulukosta käy ilmi hakkuiden lievyys. Niinpä havaitaan, että suurimman puumäärän tuottavan kiertoajan, 60 vuoden, kuluessa käenkaali-mustikkatyypin lehtikuusikosta

Taulukko 12. Keskimääräinen vuotuinen kuutiopoistuma hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 12. Mean annual volume removal from managed larch stands.

Metsätyyppi <i>Forest site type</i>	Kiertoaika, v — <i>Rotation, years</i>								
	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Keskim. poistuma, k-m ³ /ha/v <i>Mean annual removal, solid cu.m. per ha.</i>								
OMT	0.5	1.3	2.4	3.0	3.5	3.8	4.0	4.1
MT	0.4	1.1	1.7	2.1	2.5	—	—

on poistunut keskimäärin vuotta kohden 3.5 k-m³/ha, mikä vastaa n. 45 % kiertoaajan kuluessa tuotetusta puumäärästä. Myös mustikkatyypillä vastaavaa kiertoaikaa edustavan 75 vuoden kuluessa on poistettu suhteellisesti kokonaiskasvuun verrattuna samaa suuruusluokkaa oleva puumäärä kuin käenkaali-mustikkatyypillä.

Puuston laatu

Maastotöitä selostettaessa (s. 20) mainittiin, että koealamittausten yhteydessä tehtiin puuston laatua koskevia arviointeja, ja esitettiin luokittelussa käytetty numeroasteikko. Kuten asteikosta käy ilmi, laatuluokittelu kohdistui rungon ulkoihin ominaisuuksiin. Sen tarkoituksena oli suuripiirteisen deskriptiivisen käsityksen antaminen lehtikuusikoiden puuston laadusta. Kun vastaavia havaintoja ei kotimaisia puulajeja koskevissa tutkimuksissa ole tehty, puulajien keskinäisessä vertailussa on tyydyttävä enemmän tai vähemmän subjektiivisiin yleisluonteisiin arviointeihin.

Runkojen mutkaisuus on lehtikuusikoiden puuston tunnusomaisia piirteitä, jopa niin, että eräiden lehtikuusilajien tunnusmerkkinä pidetään rungon mutkaisuutta tai suorarunkoisuutta. Siperialaista lehtikuusta pidetään tunnetusti yhtenä suorarunkoisimmista lehtikuusilajeista; varsinkin eräät tämän lehtikuusilajin rodut, mm. Raivolan rotu, ovat suorarunkoisuudestaan kuuluja. Kun ryhtyy kuitenkin puu puulta tarkastelemaan siperialaista lehtikuusikkoa, myös Raivolan rotua olevia, joutuu toteamaan, että mutkaisuus on tämänkin lehtikuusilajin metsäkoissa varsin yleistä. Seuraava asetelma, jossa esitetään koko aineiston keskiarvona mutkaisuuden määrä lehtikuusikoissa, antaa tästä selvän käsityksen.

Virheettömiä runkoja — <i>Faultless stems</i>	38 %
Mutkaisia runkoja — <i>Crooked stems</i>	
Lievästi — <i>Slightly</i>	36 %
Vahvasti — <i>Heavily</i>	26 » 62 %

Virheettömiä runkoja tavattiin lehtikuusikoissa keskimäärin runsas kolmannes. Suorarunkoisten puiden suhteellinen osuus vaihteli niin, että keskiarvoa suurempia sadanneksia esiintyi enemmän varttuneissa metsiköissä ja pienempiä suhteellisia osuuksia etupäässä nuorissa metsiköissä. Tästä voidaan päätellä, että harvennushakkuissa on pyritty poistamaan teknilliseltä laadultaan heikoimpia yksilöitä. Johdonmukaista eroa eri ikäluokkien välillä ei kuitenkaan ollut havaittavissa. Kun kaikkien tutkimusmetsiköiden siemenen alkuperää ei kyetty yrityksistä huolimatta selvittämään, ei ole mahdollista esittää myöskään rotujen välisiä eroja nyt kysymyksessä olevassa mielessä. Todettakoon kuitenkin, että Raivolan rotua olevissa lehtikuusikoissa voi nuorellakin iällä virheettömyyssadannes olla usein varsin korkea. Ilmeisesti tämänkin rodun puitteissa on kuitenkin sen polvesta polveen siirtyessä syntynyt vaihtelua, koska myös Raivolan rotua edustavissa metsiköissä mutkaisuus voi olla muihin rotuihin rinnastettavaa. Eräissä tapauksissa saattaa tällöin olla tosin kysymys metsänomistajan metsikkönsä alkuperää koskevasta harhakäsityksestä.

Runkojen mutkaisuus on siperialaisen lehtikuusen muodostamissa metsiköissä pääosaltaan lievää. Asetelmassa on lievästi mutkaisten osuudeksi merkitty 36 % runkojen kokonaismäärästä, ts. suurin piirtein saman verran kuin virheettömiä runkoja. Lievällä mutkaisuudella tarkoitetaan asetelmassa, että mutka on loiva ja ulottuu korkeintaan kolmannekselle runkoa tai että kysymyksessä on lievästi lenko runko.¹ Kun tällaisia runkoja on pidettävä tyydyttävinä teknillisen laatunsa puolesta, voidaan todeta, että vähintään tyydyttäviä runkoja on lehtikuusikoissa keskimäärin 74 % kokonaistrunkoluvusta.

Vahvasti mutkaisia, ts. teknilliseltä laadultaan heikkouksia yksilöitä, on lehtikuusikoissa keskimäärin 26 % runkoluvusta. Tähän ryhmään laskettiin sellaiset loivasti mutkaiset puut, joiden mutkaisuus ulottuu pitemmälle kuin kolmannekselle rungon pituudesta, ja sellaiset, joissa tavataan äkkimutka tai jotka ovat vahvasti lenkoja.² Tällaistenkin puiden osuus on niin suuri, ettei niiden poistaminen käy helposti harvennushakkuiden yhteydessä, koska leimattavien puiden valintaan sisältyy lukuisia muita näkökohtia.

Mutkaisuuden lisäksi ansaitsee rungon teknillisistä heikkouksista tulla mainituksi haaraisuus. Sitä tavattiin miltei jokaisessa tutkimusmetsikössä, eräessä lähes neljänneksessä runkoluvusta. Haaraisuutta, joka yleensä esiintyy kuitenkin puun latvaosassa, tavattiin keskimäärin 4 %:ssa runkoluvusta. Kysymyksessä ei ole siis taloudellisesti merkittävä laadullinen ominaisuus, mutta kylläkin luonteenomainen piirre.

¹ Sivulla 20 esitetyn asteikon mukaisesti kenttälomakkeissa vain yksi numeromerkintä, joko 61, 71, 72 tai 73 (lievä lenkous tai lievä mutka).

² Kenttälomakkeissa yksinomaan 62, 51, 52 tai 53 (runsa lenkous tai äkkimutka) tai yhdistelmämerkintä 71—72, 72—73, 71—73 tai 71 ja 73 (lievä mutkaisuus yli kolmanneksella rungosta).

Satunnaisesti esiintyviä ominaisuuksia, joilla ei ole sanottavaa merkitystä, ovat rungon murtumat vaihtelevilta korkeuksilta, erilaiset vähäiset runkovauriot, jotka ovat syntyneet kaadon tai ajon yhteydessä, ja siellä täällä esiintyvät lumen taivuttamat yksilöt. Sieni- ja hyönteistuoja ei tutkimusmetsiköissä juuri tavattu. Tällaiset tuhot ovat tunnetusti usein katastrofaalisia, ts. esiintyvät lyhytaikaisina, mutta tuhoisina. Myös siperialainen lehtikuusi on sellaisille altis, joskin se tähänastisten kokemusten mukaan lienee maassamme viljellyistä lehtikuusilajeista kestävin (vrt. Heikinheimon 1956, s. 28, 36; Sarvas 1956, s. 471).

Lehtikuusikoissa esiintyy varttuneella iällä eräs teknillistä laatua heikentävä ominaisuus, jota kotimaisilla puulajeilla ei tavata. Milloin varttunut lehtikuusikko harvennetaan väljähkөөn asentoon, alkaa syntyä vesoja, jotka saattavat eräissä tapauksissa ulottua miltei koko siihen mennessä karsiutuneelle rungolle. Näin oksien karsiutuminen, joka rungon teknillisen laadun kannalta on tärkeää, tulee tavallaan mitätöidyksi, jos väljän asennon vuoksi runkovesojen muodostuminen pääsee alkuun. Varttuneissa metsiköissä on siis syytä varoa liian voimallisia hakkuita.

Oksaisuuden puolesta siperialainen lehtikuusi on suoranainen toivepuulaji. Sen oksat ovat yleensä ohuita, ja ne kuolevat herkästi vähäisestäkin varjostuksesta, josta syystä oksien kuoleminen pääsee lehtikuusikoissa alkuun jo nuorella iällä. Kuolleet oksat irtoavat vähäisestäkin kosketuksesta, joten lehtikuusikoissa rungon puhdistuminen tapahtuu usein itsestään varsin korkealle. Milloin ei näin tapahdu, kuolleiden oksien karistamiseen ei tarvita oksasahaa, vaan se voi tapahtua pitkällä riu'ulla pitkin puun sivuja vetäen, jolloin oksat irtoavat helposti aivan pintaa myöten. Tutkituissa lehtikuusikoissa ei maastotöiden aikana tavattu yhtään selaista yksilöä, jota olisi voitu pitää erityisen vahvaoksaisena.

Kuten edellä todettiin, vertailu eri puulajien välillä on vaikeaa siitä syystä, ettei vastaavia havaintoja ole muista tutkimuksista löydettävissä. Yleispiirteisenä erona, joka on tutkimuksittakin selvä, voidaan kuitenkin mainita, että lehtikuusikoissa puiden runko on keskimäärin huomattavasti mutkikkaampi kuin kotimaisten havupuiden. On tosin epäilemättä niin, että mikäli männiköissä ja kuusikoissa suoritettaisiin vastaavia luokituksia, tuloksena olisi varmaankin ennalta arvaamattoman korkea mutkikkaiden runkojen lukumäärä, mutta lehtikuusikoissa esiintyvään suhteelliseen osuuteen runkoluvusta se tuskin kohoaisi. Toisaalta mänty- ja kuusiyksilöt, varsinkin jälkimmäiset, ovat keskimäärin oksikkaampia ja paksuoksaisempia kuin lehtikuuset. Lehtikuusikoissa luontaisesti karsiutunutta tai korkeintaan kuivien oksien haittaamaa runkoa on ilmeisesti pitemmälti kuin vastaavanikäisissä männiköissä ja kuusikoissa. Näin siis lehtikuusikoiden puiden rungon laatu poikkeaa sekä negatiiviseen että positiiviseen suuntaan kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden puustosta.

Lehtikuusikoiden kuiva-aineen tuotos

Edellä tapahtunut tarkastelu on tuonut esille lehtikuusikoiden kehityksen ja kasvukyvyn mm. kuutiomitoin. Niin kauan kuin puuta ostetaan näitä mittoja käyttäen, esim. metsänkasvattajaa voikin kiinnostaa lähinnä vain se kuutiometreinä ilmaistu puumäärä, jonka lehtikuusikko kykenee eri kiertoaikoja sovellettaessa tuottamaan. Mutta mikäli asiaa ajatellaan puuta jalostavan teollisuuden kannalta, tähänastinen tarkastelu ei ole riittävä. Tarvitaan lisäksi käsitys siitä, kuinka paljon puumassaa saadaan sopivimpia keittomenetelmiä käytettäessä lehtikuusipuusta kotimaisiin puulajeihin verrattuna. Kuten esim. *S m i t h* (1955) on todennut, havainnollinen käsitys tästä saadaan tutkimalla puulajien tilavuuspainoja ja niiden perusteella määritettyjä kuiva-aineen tuotoksia. Paitsi paperi- ja selluloosa-teollisuudelle tärkeää kuiva-aineen tuotosta, tilavuuspainon avulla saadaan käsitystä myös puun kestävyysominaisuuksista (*N e w l i n* ja *W i l s o n* 1919; *J a l a v a* 1952, s. 168).

Lehtikuusipuun tilavuuspaino

Käsite »tilavuuspaino» voi merkitä olennaisesti erilaisia asioita. Tässä tutkimuksessa oli tärkeintä selvittää absoluuttisesti kuivan (vrt. s. 27) lehtikuusipuun paino metsikössä tutkimushetkellä mitattua kuutioyksikköä kohden (*green volume*), jotta varhemmin esitetyt kuutiokasvut voitaisiin muuntaa kuiva-aineen tuotosta osoittaviksi luvuiksi. Monistakin syistä lastujen tilavuuspainon määrittäminen välittömästi kairauksen jälkeen oli kuitenkin tätä tutkimusta suoritettaessa mahdotonta, ja lastut voitiin tutkia vasta useita kuukausia, jopa yli vuoden kuluttua niiden kairaamisesta. Näin ollen tässä tutkimuksessa esitettävät tilavuuspainon arvot tarkoittavat itse asiassa uunikuivan lehtikuusipuun painoa ns. liotettua kuutioyksikköä kohden (*soaked volume*). Monien tutkimusten mukaan siten saatavat tilavuuspainot ovat kuitenkin riittävän lähellä tässä tutkimuksessa tarvittavia arvoja (vrt. esim. *E r i c s o n* 1959, s. 22). Sen vuoksi niitä katsottiin voitavan käyttää, vaikkei suoritettu vertailevia havaintoja tämän väittämän todistamiseksi. Tilavuuspaino ilmaistaan seuraavassa yleisen käytännön mukaisesti grammoina kiintokuutiosenttimetriä kohden

(g/cm³). Kun grammamäärä kerrotaan 1000:lla, saadaan luku, joka ilmaisee lehtikuusipuun tilavuuspainon kilogrammoina kuutiometriä kohden.¹

Monissa yhteyksissä tietyn puulajin puun tilavuuspaino on ilmaistu yhtenä lukuna, joka on todennäköisesti saatu varttuneista puuyksilöistä suoritettujen määritysten perusteella. Keskiarvoluvut jäävät kuitenkin käsillä olevan selvittelyn kaltaisissa tutkimuksissa puutteellisiksi sen tähden, että tilavuuspaino vaihtelee merkittävästi puuston eri ikävaiheissa, eikä keskiarvoluku sovellu siis moitteettomasti esim. kuiva-aineen kokonaistuotoksen määrittämiseen. Tässä tutkimuksessa pyrittiinkin selvittämään myös lehtikuusipuun tilavuuspainon iänmukainen kehitys. Tulokset ovat nähtävissä seuraavassa asetelmassa.

Puuston ikä, *v* — *Stand*

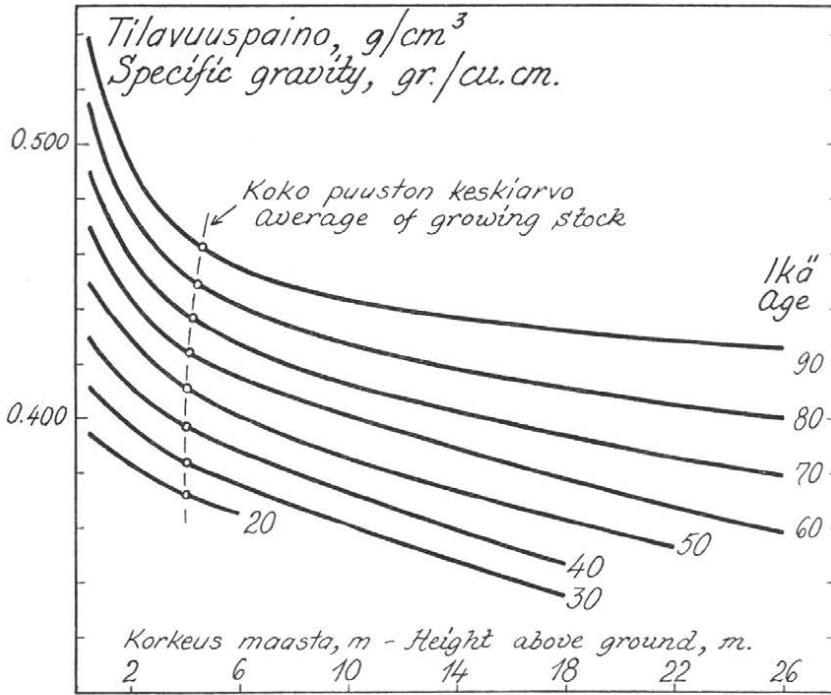
<i>age, years</i>	20	30	40	50	60	70	80	90
Tilavuuspaino, g/cm ³ —								
<i>Specific gravity,</i>								
<i>gr./cu.cm.</i>	0.372	.383	.397	.411	.424	.436	.449	.462

Asetelmasta nähdään, että puuston tilavuuspaino lisääntyy lehtikuusi-koissa iän mukana verraten voimakkaasti. Taimistoiällä lehtikuusipuun tilavuuspaino on ehkä n. 0.360, mutta se lisääntyy tasaisesti ja saavuttaa 90 vuoden iällä arvon 0.462. Tilavuuspaino kasvaa siis tähän kehitysvaiheeseen mennessä n. 0.100:lla, mitä on pidettävä merkittävänä puun käyttöarvon lisääntymisenä. Havaitaan lisäksi, että yhden keskiarvoluvun käyttäminen kasvututkimuksissa voi johtaa virheellisiin tuloksiin niin, että nuorien metsiköiden kuiva-aineen tuotos tulee kohtuuttoman suureksi, samalla kun vanhojen metsiköiden merkitystä aliarvioidaan. Milloin tilavuuspainon määritykset suoritetaan varttuneista yksilöistä, virhettä syntyy etupäässä nuorten metsiköiden osalta.

Lehtikuusipuun tilavuuspaino ei kuitenkaan vaihtelee ainoastaan ajallisesti, vaan se on tuntuvasti erilainen tietyn ikävaiheen puuston eri osissa. Tunnettua on, että esim. sydän- ja mantopuu ovat tässä mielessä eriarvoisia (vrt. J a l a v a 1952, s. 190). Tilavuuspaino vaihtelee merkittävästi myös rungon eri korkeuksilla, kuten kuva 15 ja taulukko 13 osoittavat. Niissä on esitetty lehtikuusipuun tilavuuspaino rungon eri korkeuksilla puuston iän täysinä vuosikymmeninä. Kuten edelläkin, molemmat metsätyytit yhdistettiin, koska kasvupaikalla ei ainakaan nyt käytettävissä olevassa aineistossa havaittu olevan merkitsevää vaikutusta puun tilavuuspainoon.

Alin tilavuuspainon määrittyskorkeus oli suoritetuissa tutkimuksissa 0.5 m maanpinnan keskimääräisen tason yläpuolella. Kun tarkastellaan tämän korkeuden puuaineksen tilavuuspainoa eri ikäluokkien metsiköissä, ha-

¹) Jos tilavuuspainoksi on ilmoitettu esim. 0.400 g/cm³, puuaine painaa 400 kg/m³.



Kuva 15. Lehtikuusen puun tilavuuspaino rungon eri korkeuksilla puuston täysin ikäkymmeninä.

Fig. 15. Specific gravity of larch wood at different heights of the stem at 10-year intervals of age.

Taulukko 13. Lehtikuusen puun tilavuuspaino rungon eri korkeuksilla.

Table 13. Specific gravity of larch wood at different heights of the stem.

Puuston ikä, v Stand age, years	Korkeus maasta, m — Height above ground, m.							
	0.5	2	6	10	14	18	22	26
	Tilavuuspaino, g/cm ³ (liotettu tilavuus) Specific gravity, gr./cu.cm. (soaked volume)							
20	0.393	0.382	0.365	—	—	—	—	—
30	.411	.396	.375	0.361	0.348	0.336	—	—
40	.430	.410	.388	.373	.360	.348	—	—
50	.450	.428	.400	.385	.373	.363	0.353	—
60	.470	.443	.414	.401	.389	.378	.368	0.358
70	.490	.458	.426	.412	.402	.394	.386	.379
80	.514	.473	.440	.427	.418	.411	.406	.400
90	.538	.492	.454	.442	.436	.432	.428	.426

vaitaan sen vaihtelevan 0.393:sta (20-vuotisissa metsiköissä) 0.538:aan (90 vuoden iällä). Tällä korkeudella erot eri ikäluokkien välillä ovat suurimmillaan, kysymyksessä olevana ikäkautena (70 vuoden kuluessa) 0.145. Vastaava ero pienenee 2 m:n korkeudella 0.110:een ja 6 m:n korkeudella 0.089:ään. Tämän jälkeen ei voida enää vertailua suorittaa yhtä pitkältä ajanjaksolta, mutta havaitaan, että erot eri ikäluokkien välillä alkavat jälleen suureta. Kun tarkastellaan esim. 26 m:n korkeutta, todetaan 60 ja 90 vuoden ikäisten metsiköiden puun tilavuuspainossa 0.068:n ero.

Kuvasta käy ilmi, että tilavuuspainon iänmukainen lisääntyminen taapahtuu johdonmukaisesti kautta rungon, sillä eri ikävaiheiden käyrät ovat sitä korkeammalla, mitä vanhemmasta puustosta on kysymys. Edelleen todetaan, että tilavuuspaino pienenee tyveltä ylöspäin. Pieneneminen näyttää olevan sitä voimakkaampaa, mitä vanhemmasta puustosta on kysymys, kuitenkin niin, että vanhoissa metsiköissä tilavuuspainon voimakkain pieneneminen keskittyy rungon tyvelle. Nuoremmissa puustoissa tilavuuspaino näyttää sitä vastoin pienenevän tasaisemmin kuin vanhemmissa kautta koko rungon.

Seuraava asetelma osoittaa ylimmän ja alimman määrittyskorkeuden välistä tilavuuspainon eroa eri ikävaiheiden metsiköissä.

Puuston ikä, <i>v</i> — <i>Stand</i>									
<i>age, years</i>	20	30	40	50	60	70	80	90	
Ero, g/cm^3 — <i>Difference</i> ,									
<i>gr./cu.cm.</i>	0.028	.075	.082	.097	.112	.111	.114	.112	

Nuorissa metsiköissä tilavuuspaino on suhteellisen tasainen kautta koko rungon, mutta keski-ikäisissä ja sitä vanhemmissa metsiköissä erot eri korkeuksien välillä ovat huomattavia. Yli 50-vuotisissa metsiköissä kyseinen ero on rajoissa 0.111—0.114 vaihteleva.

Tutkimustulosten tarkastelu osoittaa, että milloin tilavuuspainoa koskevat määritykset suoritetaan rungon tyveltä otetuista puunäytteistä, saadaan varsinkin varttuneissa metsiköissä koko rungon kannalta liian korkeita lukuarvoja. Tilavuuspainoa määritettäessä kasvututkimuksia varten on näytteet otettava sen tähden mahdollisuuksien mukaan koko rungolta. Kuvasta 15 käy kuitenkin ilmi vielä eräs piirre, josta voi olla nyt kysymyksessä olevassa mielessä hyötyä myöhemmille tilavuuspainoa koskeville tutkimuksille. Kuvaan on pyörylöin merkitty eri ikäluokkien metsiköiden keskimääräiset tilavuuspainot, jotka on lisäksi yhdistetty katkoviivalla. Havaitaan, että puuston keskimääräinen tilavuuspaino voidaan lehtikuusikoissa saavuttaa helpoimmin ja samalla tarkasti suorittamalla määritykset 4—5 m:n korkeudelta otetuista puunäytteistä. Suorittamalla esitutkimuksen luonteisena koemäärittäksiä voidaan päästä myös muilla puulajeilla

selvyyteen tästä mahdollisesta vakiokorkeudesta ja täten säästää tutkimuksen kustannuksia.

Vihdoin otetaan käsiteltäväksi lehtikuusipuun keskimääräinen tilavuuspaino eripituisten kiertoaikojen kuluessa.

Kiertoaika, v — *Rotation*,

<i>years</i>	20	30	40	50	60	70	80	90
Tilav.paino keskim.,g/cm ³								
— <i>Specific gravity on an</i>								
<i>ave., gr./cu.cm</i>	0.371	.382	.390	.402	.412	.422	.429	.438

Erot eripituisten kiertoaikojen kuluessa tuotetun puun keskimääräisten tilavuuspainojen välillä ovat luonnollisesti vähäisemmät kuin vastaavankäisten jäljellä olevien puustojen kysymyksessä ollen. Mitä pitempää kiertoaikaa sovelletaan, sitä enemmän varhaisten harvennusten yhteydessä poistetun puuston alhainen tilavuuspaino painaa kiertoajan lopussa jäljellä olevan puuston tilavuuspainon rinnalla. Keskimääräinen puun tilavuuspaino suurimman puumäärän tuottavan kiertoajan kuluessa olisi tämän aineiston mukaan käenkaali-mustikkatyypillä 0.412 ja mustikkatyypillä 0.425. Parhaiten voitaneen lehtikuusen keskimääräisenä tilavuuspainona esittää kuitenkin näiden lukujen keskiarvo 0.418, koska aineiston käsittelyssä metsätyypit yhdistämällä on voitu tehdä lievää väkivaltaa, mikä saattaa tulla näkyviin metsätyypeittäin esitetyissä keskimääräisissä luvuissa.

Puulajien välinen vertailu nyt kysymyksessä olevassa mielessä on vaikeaa, koska täysin rinnastuskelpoisia lukuja ei ole kotimaisista puulajeista käytettävissä. Parhaiten voitaneen vertailussa männyn, kuusen ja koivun osalta käyttää *Jalavan* (1952) esittämiä lukuja ja kutistumissadanneksia. *Koivisto* (1957, 1958) on soveltanut juuri näitä lukuja laskiessaan eri puulajien kuiva-aineen tuotoksia. Kun hänen esittämistään kuiva-aineen tuotoslukuista lasketaan vastaavia kokonaiskasvun arvoja (*Vuokila* 1956, s. 75; *Koivisto* 1957, s. 98; *Koivisto* 1959, s. 10—11) apuna käyttäen keskimääräinen tilavuuspaino kullekin puulajille, päädytään seuraavaan asetelmaan.

	Koivu <i>Birch</i>	Mänty <i>Pine</i>	Lehtikuusi <i>Larch</i>	Kuusi <i>Spruce</i>
Tilavuuspaino — <i>Specific gravity</i> ..	0.509	0.434	0.418	0.400

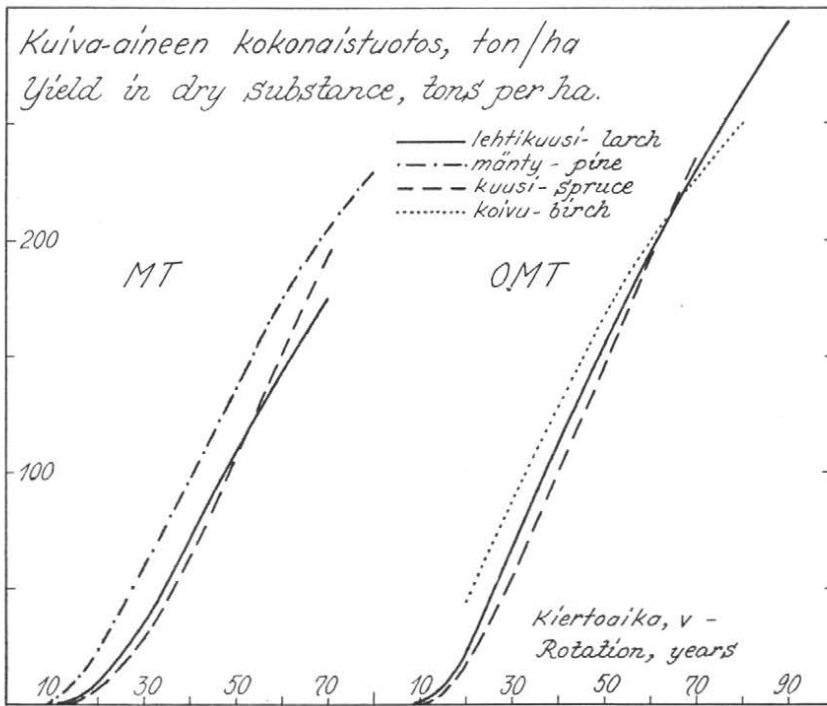
Yleensä on vallalla käsitys, että lehtikuusen puun tilavuuspaino olisi poikkeuksellisen korkea. Yllä esitetyssä vertailussa on monta tuntematonta tekijää, eikä sen avulla voida sen vuoksi todistaa mitään varmaa. Asetelma viittaisi kuitenkin siihen suuntaan, että mikäli vertailtavat luvut ovat rinnastuskelpoisia, lehtikuusen puun tilavuuspaino olisi tosin selvästi korkeampi kuin kuusen, mutta alhaisempi kuin männyn ja varsinkin koivun.

Lehtikuusikoiden kuiva-aineen tuotos kotimaisiin puulajeihin verrattuna

Lehtikuusikon merkityksestä ainespuuta tuottavana metsikkölajina saadaan havainnollinen käsitys tarkastelemalla edellä selostetuin tilavuuspainoin laskettua kuiva-aineen kokonaistuotosta hehtaaria kohden ja vertaillen sitä kotimaisiin puulajeihin. Mäntyä ja koivua koskevat kuiva-aineen tuotokset on esitetty *Koiviston* (1957, 1958) laskelmien mukaisina. Näin ollen männikön luvut eivät tarkoita kylvömänniköiden vaan luontaisesti syntyneiden hoidettujen männiköiden (*Nyyssönen* 1954) tuotoskykyä. Kun kuitenkin *Kallion* (1960, s. 46) mukaan keinollisesti perustetun ja luontaisesti syntyneen männikön kasvukyky on likimain yhtä suuri, voidaan esitettävien tuotoslukujen katsoa edustavan tyydyttävästi myös kylvömännikön kuiva-aineen kokonaistuotoksen kehitystä. Kuusikon kuiva-aineen kokonaistuotosta laskettaessa käytettiin hyväksi niinkään *Koiviston* (mt.) laskelmia. Niistä voitiin määrittää *Vuokilan* (1956) hoidettujen luontaisesti syntyneiden kuusikoiden kokonaiskasvua koskevia lukusarjoja apuna käyttäen kuusipuun keskimääräinen tilavuuspaino, joka on jo edellä esitetty (s. 71). Tätä tilavuuspainoa sovellettiin sitten *Kalelan* (1933) tutkimuksen perusteella laskettuihin kokonaiskasvulukuihin (s. 59), jolloin päädyttiin viljelykuusikon kuiva-aineen kokonaistuotosta osoittaviin käyriin. Puulajien keskeinen vertailu on esitetty graafisesti kuvassa 16. Lehtikuusikon kuiva-aineen kokonaistuotos ja sen jakaantuminen poistuman ja jäljellä olevan puuston kesken eräitä kiertoaikoja sovellettaessa käy ilmi taulukosta 14.

Kuiva-aineen kokonaistuotoksen lisääntyminen on lehtikuusikoissa luonnollisesti aluksi hidasta. Puuston kuutiomäärähän karttuu tähän aikaan hitaasti, ja sen tilavuuspaino on alhainen. Siten 20 tonnin hehtaariarvo saavutetaan käenkaali-mustikkatyypin lehtikuusikossa vasta 19 vuoden iällä ja mustikkatyypillä keskimäärin 6 v myöhemmin. Tämän jälkeen kuiva aineen kokonaistuotos alkaa kuitenkin lisääntyä nopeasti. Käenkaali-mustikkatyypin metsämaalla 100 tonnin kokonaistuotos saavutetaan keskimäärin 37 vuoden iällä ja mustikkatyypillä 48-vuotisena. Vastaavasti 150 tonnin kuiva-aineen tuottamiseen kuluu aikaa 49 ja 62 v. Käenkaali-mustikkatyypillä 200 tonnin kokonaistuotos merkitsee 62 vuoden kiertoaikaa, kun taas mustikkatyypillä näin korkea kuiva-aineen tuotos ei satu tutkittujen kiertoaikojen puitteisiin.

Taulukossa 14 esitettyjä lehtikuusikon kuiva-aineen kokonaistuotoksen lukusarjoja apuna käyttäen laskettiin myös keskimääräinen vuotuinen kuiva-aineen tuotos lehtikuusikoissa. Käenkaali-mustikkatyypillä havaittiin suurimman keskimääräisen vuotuisen tuotosluvun olevan 3.3 ton/ha/v ja mustikkatyypillä 2.5 ton/ha/v eli 76 % edellisestä. Näiden tuotoslukujen saavuttamiseen kuluu kuitenkin muutamia



Kuva 16. Metsikön kuiva-aineen kokonaistuotos.

Fig. 16. Yield in dry substance of the stand.

Taulukko 14. Kuiva-aineen kokonaistuotos hoidetuissa lehtikuusikoissa.

Table 14. Yield in dry substance from managed larch stands.

Kiertoaika, v Rotation, years	OMT			MT		
	Jäljellä-oleva puusto Surv. grow. stock	Kokonaispoistuma Total removal	Kokonais- tuotos Yield	Jäljellä-oleva puusto Surv. grow. stock	Kokonaispoistuma Total removal	Kokonais- tuotos Yield
10	1.3	.	1.3	0.4	.	0.4
20	20.2	3.7	23.9	9.0	.	9.0
30	52.9	14.6	67.5	31.7	4.9	36.6
40	77.5	36.1	113.6	55.8	16.2	72.0
50	98.1	58.7	156.8	75.2	33.2	108.4
60	113.4	83.3	196.7	91.4	51.6	143.0
70	125.0	107.0	232.0	104.7	71.4	176.1
80	134.1	130.4	264.5	—	—	—
90	141.4	153.2	294.6	—	—	—

Kuiva-ainetta, ton/ha — Dry substance, tons per ha.

vuosia pitempi aika kuin vastaavien keskimääräisten kuutiokasvulukujen kysymyksessä ollen (vrt. s. 61). Mikäli korkein keskimääräinen vuotuinen kuiva-aineen tuotos asetettaisiin tavoitteeksi, kiertoajan olisi oltava käenkaali-mustikkatyypillä n. 70 vuotta ja mustikkatyypillä n. 80 vuotta.

Kuvan 16 ohella viitataan puulajien välistä vertailua varten seuraavaan asetelmaan, johon on merkitty rinnan lehtikuusikoiden ja kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden kokonaistuotosta koskevat luvut eräitä kiertoaikoja sovellettaessa.

		Kiertoaika, v — <i>Rotation, years</i>			
		30	50	70	90
		Kuiva-aineen kokonaistuotos, ton/ha <i>Yield in dry substance, tons per ha.</i>			
Lehtikuusikko					
<i>Larch stand</i>	OMT	68	157	232	295
Kuusikko					
<i>Spruce stand</i>	OMT	56	147	236	—
Koivikko					
<i>Birch stand</i>	OMT	88	168	227	—
Lehtikuusikko					
<i>Larch stand</i>	MT	37	108	176	—
Kuusikko					
<i>Spruce stand</i>	MT	29	106	194	—
Männikkö					
<i>Pine stand</i>	MT	60	137	205	—

Puulajien keskinäisessä vertailussa on varauksena otettava huomioon se epävarmuus, mikä aiheutuu kotimaisten puulajien tilavuuspainojen puutteellisesta tutkimisesta (vrt. s. 71). Mikäli kuitenkin oletetaan, että aiemmin esitetyn mukaisesti lehtikuusipuun tilavuuspaino on keskimäärin suurempi kuin kuusen ja pienempi kuin männyn ja koivun, kuiva-aineen kokonaistuotosta koskeva tarkastelu antaa jonkin verran erilaisen kuvan kuin vastaava kuutiomitoin suoritettu vertailu. Ratkaisevaa muutosta silloin tehtyihin lehtikuusta koskeviin päätelmiin ei ole nyt kuitenkaan aiheellista tehdä. Korkeintaan saadaan nyt jonkin verran varhempaa edullisempi kuva lehtikuusen kasvattamisen kannattavuudesta.

Kun tarkastellaan käenkaali-mustikkatyyppejä edustavien metsiköiden kuiva-aineen kokonaistuotoksia, tullaan siihen tavallaan yllättävään havaintoon, että tavanomaisia kiertoaikoja sovellettaessa kaikki vertailtavat puulajit, rauduskoivu, kuusi ja lehtikuusi, ovat yhtä tuottoisia. Esim. 70 vuoden kiertoajalla näiden kolmen puulajin kuiva-aineen kokonaistuotokset vaihtelevat ainoastaan rajoissa 227—236 ton/ha, mitä eroa on pidettävä merkityksettömänä. Myös muita kysymykseen tulevia kiertoaikoja

sovellettaessa lehtikuusikon ja kuusikon kuiva-aineen kokonaistuotokset ovat niin yhtä suuret, että näitä puulajeja on tässä mielessä pidettävä samanarvoisina. Sitä vastoin rauduskoivikko näyttäisi käytettävissä olevien lukujen mukaan olevan havupuulajeja tuottoisampi lyhyitä kiertoaikoja käytettäessä. Missä määrin tässä on kysymyksessä todellinen ero ja missä määrin esim. varttuneiden metsikköiden tilavuuspainon soveltamisesta nuoriin metsikköihin aiheutunut virhe koivikoiden osalta, on epätietoista. Kun kuitenkin 50 v lyhemmät kiertoajat eivät tulle koivikoissakaan kysymykseen, ei tällä epätietoisuudella ole käytännöllistä merkitystä. Viimeksi mainitun pituista kiertoaikaa sovellettaessa eroa lehtikuusikkoon on kuusikon eduksi vain 9 ton/ha ja kuusikkoon 21 ton/ha. Varsinkin ensiksi mainittu ero mahtuu laskelmien virherajoihin. Kaiken kaikkiaan käenkaalimustikkatyypillä saavutetaan käytännössä suurin piirtein sama kuiva-aineen kokonaistuotos, viljeltiinpä mitä tahansa näistä puulajeista.

Mustikkatyypillä edustavilla kasvupaikoilla vertailun tulos ei ole näin yksinkertainen. Mänty on tällä kasvupaikalla puulaji, joka pystyy myös korkeimpaan kuiva-aineen kokonaistuotokseen 70 v:n pituisilla ja sitä lyhemmillä kiertoajoilla. Mainitulla 70 vuoden kiertoajalla eroa männikön ja kuusikon välillä on kuitenkin vain 11 ton/ha, mikä alkaa olla merkitykseltään kyseenalainen. Kun kiertoajat ovat yleensä pitempiä kuin 70 v, voitaneen todeta, että mustikkatyypillä männikkö ja kuusikko tuottavat tavanomaisia kiertoaikoja sovellettaessa suurin piirtein yhtä paljon kuiva-ainetta. Lehtikuusikko tuottaa 60 v:n pituisilla ja sitä lyhemmillä kiertoajoilla tosin vähemmän kuin männikkö, mutta joko enemmän tai suurin piirtein yhtä paljon kuin kuusikko. Tätä pitemmillä kiertoajoilla kuusikko on kuitenkin tuottoisampi kuin lehtikuusikko; 70 vuoden kiertoajalla eroa on tosin esitettyjen keskimääräiskäyrien perusteella vain 18 ton/ha, mikä ei ole erityisen vakuuttava vertailun virherajat huomioon ottaen. Kun kiertoajat myös mustikkatyypin lehtikuusikoissa ovat tätä pitempiä, täytynee todeta, että lehtikuusi ei mustikkatyypillä kykene voittamaan kotimaisia havupuulajeja tai edes tasavertaiseen kilpailuun niiden kanssa myöskään kuiva-aineen tuotoksen perusteella arvosteltuna.

Lopuksi todettakoon, että suoritettu vertailu on antanut todennäköisesti varovaisen kuvan lehtikuusikon kuiva-aineen tuotoksesta. Mikäli vertailussa käytetyt kotimaisten puulajien tilavuuspainoa osoittavat luvut ovat virheellisiä, ne muuttunevat todennäköisimmin niin, että lehtikuusen arvo nyt kysymyksessä olevassa mielessä lisääntyy kotimaisiin puulajeihin verrattuna.

Lehtikuusen merkitys maamme metsätaloudessa

Tähänastinen tarkastelu on keskittynyt lehtikuusikoiden kehityksen kuvaamiseen ja vertailuun kotimaisten puulajien muodostamien metsiköiden kanssa. Tästä vertailusta on jouduttu tekemään jo monia lehtikuusen metsätaloudellista merkitystä kuvaavia päätelmiä. Kaikki asiaan vaikuttavat näkökohdat eivät ole kuitenkaan vielä tulleet esille. Tästä syystä seuraavassa pyritään osaksi yhdistelemään varhemmin todettuja näkökohtia, osin esittämään muita varteen otettavia piirteitä lehtikuusen merkityksestä maan metsätaloudessa.

Lehtikuusikoiden nykyinen runsaus

Lehtikuusen merkitystä voidaan tarkastella varsinkin kahdesta näkökulmasta. Toinen osoittaa tämän puulajin arvopotentiaalin kokonaan riippumatta siitä, tuleeko se koskaan hyväksi käytetyksi. Toisaalta lehtikuusta voidaan arvostella sen panoksen perusteella, jonka se tällä hetkellä tuo metsänkasvattajalle, puunjalostusteollisuudelle ja maan metsätaloudelle. Viimeksi mainitusta antanee riittävän käsityksen lehtikuusikoiden tämänhetkistä pinta-alaa ja ikärakennetta koskeva tarkastelu.

Lehtikuusikoiden runsautta pyrittiin selvittämään osoittamalla kysely metsänhoitolautakunnille ja metsäteollisuudelle. Vastausten pohjalla voitiin laatia tilasto muiden kuin valtion omistuksessa olevista lehtikuusikoista. Metsähallinnon alaisista lehtikuusikoista saatiin v:een 1951 asti tiedot Metsäpuiden rodunjalostussäätiön suorittamasta inventoinnista. Sitä nuoremmissa lehtikuusikoista saatiin selvyys metsähallituksen tilastokonttorista. Metsäntutkimuslaitoksen kokonaismäärään huomattavasti vaikuttavista lehtikuusikoista olivat tiedot kerättävissä yksityiskohdin varustetuista metsänviljelykorteista ja *H e i k i n h e i m o n* (1956) julkaisusta. Raivolän lehtikuusikon pinta-ala otettiin *L. I l v e s s a l o n* kuvauksen mukaisena (1923) ja muiden luovutetulle alueelle jääneiden lehtikuusikoiden määrä metsäntutkimuslaitoksen kortistoista.

Lehtikuusikoiden määrä, sellaisena kuin se seuraavassa esitetään, osoittaa siperialaisen ja eurooppalaisen lehtikuusen hallussa yhteisesti olevaa

aluetta. Syynä yhdistämiseen on näiden lehtikuusilajien siinä määrin samankaltainen ulkonäkö, ettei varsinkaan yksityisten omistuksessa olevien lehtikuusikoiden todellisesta puulajista kyselyn perusteella saatu täyttä varmuutta. Todettakoon kuitenkin, että ylivoimaisesti suurin osa maassamme tavattavista lehtikuusikoista on siperialaista lehtikuusta. Eurooppalaista lehtikuusta on vain pieninä metsikköinä siellä täällä.

Seuraava asetelma esittää maan eteläpuoliskon lehtikuusikoiden pinta-alan käytettävissä olevien tietojen mukaisena. Pinta-alat tarkoittavat puhtaita ja lehtikuusivaltaisia metsiköitä.

	Pinta-ala, ha <i>Area, ha.</i>
Metsähallitus — <i>Forest Service</i>	240
Metsäntutkimuslaitos — <i>Forest Research Institute</i>	95
Yhtiöt — <i>Companies</i>	85
Yksityiset, seurakunnat, kunnat — <i>Private, parishes, communities</i>	160
Yhteensä — <i>In all</i>	580

Ikäluokkiin tämä kokonaismäärä jakaantuu seuraavasti.

Ikäluokka — <i>Age class</i>	—20	21—40	41—60	61—80	81+	v — <i>years</i>
Pinta-ala — <i>Area</i> . . .	122	265	94	56	43	ha
Osuus — <i>Proportion</i> . .	21	46	16	10	7	%

Puhtaita ja lehtikuusivaltaisia metsiköitä on maan eteläpuoliskossa yllättävän vähän. Tosin on ilmeistä, että kaikki lehtikuusikot eivät sisälly tehtyyn tilastoon, vaan että luvuista varmaankin puuttuu merkittävä osa äskettäin istutettuja taimistoja nimenomaan yksityismailta.

Valtaosa lehtikuusikoista on nuorta taimistoa tai nuoreikkoa. Vain n. 100 ha on yli 60 vuoden ikäistä. Tilastosta käy myös ilmi, että 1930-luku oli erityisen vilkasta lehtikuusikoiden perustamisen aikaa. Sota keskeytti kuitenkin hyvin alkuun päässeän kehityksen. Vasta viime vuosina on lehtikuusikoiden perustamisessa päästy jälleen vauhtiin. Nuorimman ikäluokan metsiköt ovatkin valtaosaltaan alle 10-vuotisia.

Lehtikuusta istutettiin alkuaikoina lähinnä sekametsiköiksi. Niinpä mm. miltei kaikki Evon lehtikuusiviljelmät ovat sekametsiköitä. Saatujen tietojen mukaan metsähallinnon omistamilla mailla on edellä esitetyn 240 ha:n lisäksi 308 ha enimmäkseen varttunutta puustoa kasvavaa metsäaluetta, jolla lehtikuusta esiintyy enemmän tai vähemmän, muttei kuitenkaan niin paljon, että sitä voitaisiin pitää vallitsevana puulajina. Muiden omistajien mailla sekametsiköitä ei juuri esiinny.

Maan pohjoispuoliskossa lehtikuusikoiden määrä on viime vuosiin asti ollut merkityksettömän vähäinen. Kaiken kaikkiaan oli tässä osassa maata

lehtikuusta saatujen tietojen mukaan v. 1951 vain n. 75 ha:n alueella. V:n 1951 jälkeen on metsähallituksen toimesta ryhdytty kuitenkin lisäämään lehtikuusikoiden määrää Pohjois-Suomessa. Varsinkin parina viime vuonna istutusmäärä on lisääntynyt niin, että nuoria taimistoja on v:n 1959 loppuun mennessä perustettu 680 ha:n alueelle. Määrä tulee epäilemättä nousemaan vuosi vuodelta.

Kaiken kaikkiaan Nyky-Suomessa on v:n 1959 loppuun mennessä tehdyn tilaston mukaan lehtikuusta vallitsevana tai puhtaana 1 335 ha:n alueella. Kun otetaan huomioon tilastosta mahdollisesti poisjääneet lehtikuusikot, voitaneen arvioida, että lehtikuusikoiden määrä ei todennäköisesti ole yli 1 500 ha:n. Valtaosa tästä on kuitenkin muutaman vuoden ikäistä taimistoa.

Mainittakoon tässä yhteydessä vielä, että alueluovutuksissa viime maailmansodan jälkeen menetettiin varsinkin kaksi huomattavaa lehtikuusi-alueita. Toinen niistä sijaitti Parikkalan Änäjoella (46—47 ha) ja toinen Raivolassa (20 ha).

Lehtikuusikoiden hallussa oleva pinta-ala, n. 1 500 ha, on maan metsätalouden kannalta vähäinen. Nykyisin lehtikuusen kasvattaminen on, metsähallituksen Pohjois-Suomessa suorittamia istutuksia lukuun ottamatta, enemmänkin harrastuksen luonteista kuin tietoista pyrkimystä taloudellisen edun saavuttamiseen. Näin voidaan sanoa sitäkin suuremmalla syyllä, kun mikään teollisuuden haara ei ole ryhtynyt käyttämään lehtikuusipuuta raaka-aineenaan, josta syystä tulojen saanti varsinkin yksityisomistuksessa olevista lehtikuusikoista on ollut sattuman varassa. Lehtikuusen varsinainen merkitys maan metsätaloudelle on sen vuoksi lähinnä niissä tulevaisuuden mahdollisuuksissa, joita sen kasvattaminen voi tarjota.

Lehtikuusikot ainespuun tuottajina

Lehtikuusikoiden merkitystä maan metsätaloudelle tarkasteltaessa herää ennen muita kysymys, voidaanko lehtikuusipuuta käyttää selluloosa-, paperi- ja kuituteollisuuden raaka-aineena ja minkälaiseksi myönteisessä tapauksessa tulos muodostuu puunjalostusteollisuuden ja metsänkasvattajan kannalta.

Epäily lehtikuusipuun soveltumattomuudesta selluloosa-, paperi- ja kuituteollisuuden raaka-aineeksi johtunee puulajin rungon suuresta pihkapitoisuudesta. Havainnollisena esimerkkinä Blomqvist (1887, s. 179) toteaa pihkapitoisuuden puuston vanhalla iällä niin suureksi, että kirveellä hakkaaminen ja sahaaminen käy työläästi. Lehtikuusipuuta onkin aivan viime vuosiin asti pidetty kyseisten teollisuuden haarojen raaka-aineeksi sopimattomana, ei ehkä niinkään paljon sen tähden, että pihkan erottami-

nen olisi ollut teknillisesti mahdotonta, vaan todennäköisesti siksi, ettei sen poistaminen ole ollut taloudellisista syistä kannattavaa. Viimeaikaiset kokemukset ovat kuitenkin antaneet aiemmasta poikkeavia viitteitä. Laaja-pohjaisten kokeilujen tuloksia ei tosin tällä hetkellä ole käytettävissä, mutta eräitä vähäisempiä kokeita on suoritettu, ja ne näyttävät osoittavan lehtikuuselle tähänastista suotuisampaa tulosta.

Metsäntutkimuslaitoksen tietoon on saatettu mm. joulukuussa 1958 Tervasaaren Sulfaattiselluloosatehtaalla suoritettu kokeilu. Kaiken kaikkiaan tehtiin kolme koekeitosta käyttäen männyn keittämisessä tavanomaista menetelmää. Keittimenä oli 70 m³:n keittokattila, johon lehtikuusiprosit hakattiin lastuiksi. Mikään keitto ei mennyt puskettaessa tyhjäksi ensi kerralla, vaan kattilaan jäi massaa useita kuutiometrejä. Yleisenä tuloksena näistä keitoksista ilmoitetaan kyseisen tehtaan taholta, että lehtikuusi käyttäytyi keitettäessä ja paperikoneella samantapaisesti kuin mäntyselluloosa, jossa on huomattava määrä kuusta mukana.

Ruotsissa on äskettäin pantu käyntiin tiettävästi laaja koesarja lehtikuusipuun keitoksia Mo och Domsjö Aktiebolag-nimisen yhtiön toimesta. Tällä hetkellä mainittu koe on vielä kesken. Tutkimusta suorittavan metsänhoitaja Eric Edlundin ilmoituksen mukaan on kuitenkin jo nyt selvää, että lehtikuusipuuta keitettäessä kuluu tuotettua massatonna kohden suurin piirtein saman verran puuta kuin vastaavissa männyn ja kuusen keitoksissa. Näidenkin kokeiden mukaan lehtikuusen käyttäminen selluloosa-, paperi- ja kuituteollisuudessa on siis teknillisesti mahdollista ja todennäköisesti myös taloudellisesti kannattavaa. Kokeiluissa lienee tähän mennessä käytetty muiden puulajien keittämisessä sovellettuja menetelmiä. Kun lehtikuusipuun keittämisessä mahdollisesti esiintyvät erikoispiirteet tulevat selvitettyiksi, on todennäköistä, että tilanne muuttuu lehtikuuselle vielä edellä esitettyäkin edullisemmaksi.

Viimeksi mainittua väittämää tukee varhemmin tapahtunut lehtikuusipuun tilavuuspainon tarkastelu. Kuten esim. J a l a v a (1952, s. 168) toteaa, tilavuuspaino ilmaisee, miten edullista puu on esim. selluloosateollisuuden raaka-aineena siten, että kuutioyksiköstä painavaa puuta saadaan enemmän selluloosaa kuin samasta tilavuusmäärästä kevyttä puuta. Yleensä on vallalla käsitys, että lehtikuusipuun tilavuuspaino on korkeampi kuin männyn ja kuusen. Kuusen ja lehtikuusen välinen ero viimeksi mainitun eduksi voitiin todeta myös käsillä olevassa tutkimuksessa (vrt. s. 71). Sitä vastoin vertailu männyn ja lehtikuusen välillä ei päätynyt lehtikuusen eduksi, vaan pikemminkin päinvastoin. Tämä voi kuitenkin johtua siitä, että tilavuuspainon puun iän ja määrityskorkeuden mukaan voimakkaasti vaihdellussa vertailtavat luvut eivät olleet täysin rinnastuskelpoisia. Joka tapauksessa lehtikuusipuun voinee olla selluloosa-, paperi- ja kuituteollisuuden tarpeita ajatellen tässä mielessä ainakin kuusta edullisempi.

Tähänastisten tosin vähäisten koekeitosten ja puun tilavuuspainoa koskevan tarkastelun perusteella näyttäisi siis siltä, että selluloosa-, paperi- ja kuituteollisuus voisivat uhrauksitta käyttää lehtikuusipuuta, mikäli sitä olisi siinä määrin tarjolla, että sen jalostamiseen kannattaisi merkittävässä määrin ryhtyä. Mutta minkälainen on tilanne metsänomistajan kannalta? Tuottaako lehtikuusikko ainespuuta niin paljon, ettei metsänkasvattajalle koituisi tappiota, vaikka hän kotimaisten puulajien asemesta kasvattaisi lehtikuusta, ja mikäli myös metsäteollisuus ryhtyisi käyttämään lehtikuusta raaka-aineena? Tähän kysymykseen on jo saatu vastaus lehtikuusikon kokonaiskasvua ja kuiva-aineen kokonaistuotosta koskevista tiedoista, joihin seuraavassa vielä pääkohdin palataan.

Metsämiesten keskuudessa lienee tälläkin hetkellä yleinen se käsitys, että lehtikuusi on kasvuisampi kuin kotimaiset puulajit, ts. että normaalien kiertoaikojen kuluessa edellisen kokonaiskasvu on suurempi kuin jälkimmäisten. Tällä käsityksellä on tavallaan vanhat perinteet, sillä mm. Nordberg ja Havo (1908) ovat vakuuttuneita lehtikuusen paremmuudesta kotimaisiin puulajeihin verrattuna, samoin Tammeleander (1914, s. 18). Kaikkein pätevimältä taholta tullessa voidaan pitää L. Ilvessalon (1916, s. 100) käsitystä, jonka mukaan »lehtikuusen massatuotanto suotuisissa olosuhteissa on melkoista suurempi kuin kotimaisten havupuittemme männyn ja kuusen samanlaisella maaperällä ja yhtä pitkässä ajassa». Näiden lisäksi voitaisiin esittää muitakin, mutta kaikille niille on yhteistä, että kotimaiset puulajit eivät kykene nyt kysymyksessä olevassa mielessä kilpailemaan lehtikuusen kanssa (vrt. mm. Cajander 1917, s. 227; Lappi-Seppälä 1927, s. 43; L. Ilvessalo ja Sarvas 1949). Kun käsillä oleva tutkimus koskee lähinnä siperialaista lehtikuusta, todetakaan lisäksi, että eurooppalaista lehtikuusta on yleensä pidetty näistä kahdesta puulajista kasvuisampana (vrt. L. Ilvessalo 1916, s. 105). Vastaavanlaista eroa ei ole kuitenkaan esim. Schotte (1917, s. 743) voinut ruotsalaisen aineiston perusteella todeta.

Käsitys lehtikuusikon paremmuudesta kotimaisiin puulajeihin verrattuna on ymmärrettävää, kun otetaan huomioon, ettei lehtikuusikoiden kasvusta ja kehityksestä ole ollut käytettävissä riittävästi tutkimuksiin perustuvaa tietoutta. Tutkimusten puuttuessa on kiinnitetty ehkä liikaa huomiota lehtikuusiyksilöiden kotimaisia puulajeja nopeampaan pituus- ja paksuuskehitykseen, mikä on tulkittu myös kokonaiskasvun nopeutta osoittavaksi piirteeksi. Kun lisäksi lehtikuusikoista on pakostakin ollut etualalla Raivolan poikkeuksellisella kasvupaikalla kehittyvä metsikkö, on edellä esitettyyn käsitykseen ollut täysi syy.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on niin ikään havaittu, että lehtikuuset kehittyvät yksilöinä merkittävästi nopeammin kuin kotimaiset puut, mutta

jos lehtikuusikoiden kasvukykyä tarkastellaan koko puuston käsittävänä kokonaisuutena kuorettomin kuutiomitoin hehtaaria kohden, suhde puulajien välillä muuttuu olennaisesti. Kuten varhemmin on tuotu esille, käenkaali-mustikkatyypillä lehtikuusikon kokonaiskasvu on tosin kuusikon kokonaiskasvun kanssa samaa suuruusluokkaa, muttei missään tapauksessa sitä korkeampi normaalien kiertoaikojen puitteissa. Mustikkatyypillä lehtikuusikko taas ei kykene tasapäiseen kilpailuun kotimaisten havupuulajien kanssa, vaan sen kokonaiskasvu jää n. 80—85 %:een viimeksi mainittujen kokonaiskasvusta. Tämän tutkimuksen mukaan varhempi käsitys lehtikuusikon kokonaiskasvun paremmuudesta pätee siis vain kotimaisten lehtipuulajien kysymyksessä ollen. Lehtomaisella kasvupaikalla lehtikuusta voidaan pitää kuitenkin kotimaisten havupuulajien veroisena.

Mikäli tulevaisuudessa alettaisiin ostajien taholta kiinnittää huomiota puulajien erilaisiin kuiva-aineen tuotoksiin, suhde muuttuisi lehtikuuselle jonkin verran edellä esitettyä edullisemmaksi. Puun painon huomioon ottaen lehtikuusi on näet myös mustikkatyypillä kuusen kanssa kilpailukykyinen. Männystä se jää ainakin tähänastisten vertailevien tulosten mukaan kuitenkin näin tarkastellen yhä selvemmin jälkeen. Todettakoon lisäksi, että käenkaali-mustikkatyypillä kuusen, lehtikuusen ja rauduskoivun kasvattaminen näyttäisi johtavan samaan kuiva-aineen kokonaistuotokseen tavanomaisia kiertoaikoja sovellettaessa.

Kaiken edellä esitetyn huomioon ottaen lehtikuusi on sekä paperi-, selluloosa- ja kuituteollisuuden että metsänkasvattajan kannalta nykyistä suurempaa huomiota ansaitseva. Kyseisille puunjalostusteollisuuden haaroille lehtikuusipuu merkinnee käyttökelpoista uutta raaka-aineen lähettä. Metsänkasvattajien on kuitenkin syytä pitää mielessä, että ainespuun kasvattamisen ollessa päätavoitteena lehtikuusikoiden perustaminen on kannattavinta käenkaali-mustikkatyypillä ja sitä paremmilla kasvupaikoilla, koska tällöin ei omistajalle koidu ainakaan kuutiokyöksiin arvosteltuna tappiota. Mustikkatyypillä lehtikuusen kasvattaminen on tästä näkökulmasta katsoen jo selvästi kyseenalaisempaa. Kun eroa kuusikkoon on kuitenkin esim. kuiva-aineen tuotoksen mukaan vähän, voidaan lehtikuusen viljelyä mustikkatyypillä vielä perustella. Tätä heikommillakin kasvupaikoilla lehtikuusi tulee vielä hyvin toimeen, mutta jäänee eräiden esimerkkien mukaan kasvukyvyltään niin paljon männystä jälkeen, ettei sen kasvattamiselle merkittävässä mittakaavassa ole olemassa taloudellisia edellytyksiä, olkoonkin että lehtikuusi luontaisen levenemisalueensa sisäpuolella on myös kuivien kasvupaikkojen puulaji.

Lähes yhtä yleinen kuin käsitys lehtikuusen kasvukyvyn paremmuudesta kotimaisiin puulajeihin verrattuna on olettamus, että eurooppalainen lehtikuusi on siperialaista tuottoisampi (vrt. s. 80). Suppeahkon vertailuaineiston perusteella ei vastaavaa eroa ole voitu tässä tutkimuksessa todeta.

Näin ollen voitaneen päätellä, että siperialainen ja eurooppalainen lehtikuusi ovat todennäköisesti jotenkin yhtä arvokkaita puulajeja paperi-, selluloosa- ja kuituteollisuutta silmällä pitäen, sitäkin suuremmalla syyllä, kun mainittujen teollisuuden haarojen raakapuun laatuvaatimuksissa rungon mutkaisuus ei ole olennainen tekijä.

Lehtikuusikot järeän, kestävän ja arvokkaan käyttöpuun tuottajina

Lehtikuusikoiden puuston järeys kotimaisten puulajien muodostamiin samanikäisiin metsikköihin verrattuna on vanhastaan tunnettu tosiasia. Niinpä esim. *B l o m q v i s t* (1887, s. 180) on todennut, että lehtikuusikko saavuttaa samat dimensiot 20—30 vuotta aikaisemmin kuin männikkö ja kuusikko. Lehtikuusikon valtapuiden paksuuskehityksen maamme oloissa poikkeukselliseen nopeuteen viittaa myös *L a p p i - S e p p ä l ä n* (1927) tutkimus. *S c h o t t e* (1917) on puolestaan päätellyt, että lehtikuusikko kykenee tuottamaan saman läpimitan omaavia puita noin $\frac{2}{3}$ — $\frac{1}{2}$:ssa siitä ajasta, jonka männikkö tarvitsee.

Käsillä oleva tutkimus on päätynyt edellä esitettyjen kanssa täysin yhtäpitäviin tuloksiin. Niinpä todettiin, että samanarvoisella kasvupaikalla lehtikuusikon puusto voi olla kokonaisuudessaan järeän puun mitat (20 cm) täyttävä, kun kuusikossa vasta paksuimmat puut ovat saavuttaneet kyseisen dimension. Valtaläpimitan tarkastelun yhteydessä taas oli päätelmänä, että tietyn järeän (20+ cm) valtaläpimitan saavuttamiseen lehtikuusikossa kuluu vain noin puolet kuusikon tarvitsemasta ajasta. Lisäksi on kaikkein järeimpien dimensioiden kasvattaminen vain lehtikuusikoissa taloudellisten kiertoaikojen puitteissa mahdollista. Valtapituuden kehityksen havaittiin olevan lehtikuusikoissa niin ikään nopeampaa kuin muiden havupuulajien muodostamissa metsiköissä. Täydellä syyllä voidaankin todeta, että lehtikuusi on maamme olosuhteissa puulaji, joka kykenee tuottamaan järeimpiä puuyksilöitä, jopa niin nopeasti, ettei sen uskoisi olevan toisenlaisista ilmasto-olosuhteista siirtyvälle puulajille mahdollista (vrt. kuva 17).

Voidaankin perustellusti sanoa, että lehtikuusen kasvattaminen on kannattavinta siellä, missä puun järeys on ratkaiseva tekijä. Sellaisissa olosuhteissa lehtikuusikoiden perustaminen on myös mustikkatyyppin metsämaille epäilemättä kannattavaa.

Lehtikuusipuun ohella myös poikkeuksellisen kestävää. Kuvaava on *B l o m q v i s t i n* (1887, s. 179) havainto, että lehtikuusen puu voi maahan jouduttuaan säilyä vahingoittumattomana vuosikymmenen ja käyttökelpoisena kaksin verroin pitemmän ajan, sekä että Siperiassa rakennukset pystytettiin tuohon aikaan lehtikuusipölkkyjen varaan. Lehtikuusipuun kestävyys lahoa vastaan onkin niin yleisesti tunnettu (vrt. myös *L. I l v e s s a l o* 1916, s. 31), ettei se kaipaa yksityiskohtaista esittelyä



Kuva 17. Lehtikuusen kykyä tuottaa lyhyessä ajassa järeitä puita havainnollistaa tämä 30-vuotias metsikkö.

Fig. 17. Ability of the larch to produce large dimensions in a short time is visualized by this 30-year-old stand.

tässä yhteydessä. Kestävyvyyteen lienee perimmäisenä syynä pihkaisuuden ohella sydänpuun poikkeuksellisen suuri osuus (vrt. L a p p i - S e p p ä l ä 1927, s. 72) sekä kesäpuun runsaus.

Lehtikuusi olikin siihen aikaan, kun laivat valmistettiin puusta, erityisen sopivaa laivanrakennusteollisuudelle, missä puun järeys ja kestävyys pääsivät parhaiten oikeuksiinsa. Kuten tunnettua (vrt. L. I l v e s s a l o 1923, s. 7), Raivolan lehtikuusikko perustettiin aikanaan Kronstadtin laiva-veistämön tarpeita ajatellen. Vaikka puun käyttö laivojen valmistukseen on nykyisin vähäistä, varhemmasta käytöstä on kuitenkin jäänyt jäljelle kokemus, että lehtikuusipuun kestävyys on käyttökelpoista ennen kaikkea sellaisissa rakenteissa, kuten esim. laitureissa, jotka joutuvat kosketuksiin veden kanssa. Osaksi samasta syystä lehtikuusipuun kestävyys voi olla moninkertainen mäntyyn ja kuuseen verrattuna esim. sähkö- ja puhelinpylväinä, aidanseipäinä sekä lattioina navetoissa ja saunoissa (S c h o t t e 1917, s. 699).

Viimeksi mainittuun tarkoitukseen, lattiaiksi, lehtikuusta voidaan käyttää kuitenkin vain kapeina lautoina ja lankkuina siitä syystä, että puun kiertseys voi muussa tapauksessa tulla liian häiritseväksi.

Lehtikuusesta valmistettujen ratapölkkyjen kestävyys on niin ikään jo pitkään tunnettu asia. Juuri ratapölkkyjen tuottamiseen lehtikuusikot puuden nopean paksuuskehityksen vuoksi ovat muutenkin erityisen sopivia. Kun lisäksi todetaan, että lehtikuusikko on kestävä metsäpaloja vastaan (vrt. *B l o m q v i s t* 1887, s. 155), ei ole ihmeteltävää, että *S c h o t t e n* (1917, s. 740) mukaan lehtikuusikoita on pyritty perustamaan rautateiden varteen. Siten ovat ratapölkkyt lyhyen siirtomatkan päässä, ja junien aiheuttamien metsäpalojen vaara ja tuhot pienenevät. Lehtikuusipuuta on myös Suomessa käytetty jossain määrin ratapölkkyinä. Ainakin metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun kokeilualueesta on lehtikuusta myyty tähän tarkoitukseen. Mikäli lehtikuusikoita olisi nykyistä runsaammin, lehtikuusipuun käyttö ratapölkkyinä tulisi varmaankin merkittävästi lisääntymään. Viime aikoina on tosin kiinnittänyt huomiota ruotsalaiselta taholta saatu käsitys, että kiskon kiinnittämiseen tarvittava naula on, ehkä junien nopeuksien lisääntymisen vuoksi, useissa tapauksissa irronnut lehtikuusipölkystä. Vastaavaa ilmiötä ei tosin rautatiehallituksesta saadun tiedon mukaan Suomen olosuhteissa ole voitu ainakaan toistaiseksi todeta. Mikäli Ruotsissa saavutetut kokemukset pitävät kuitenkin paikkansa, se voi merkitä luonnollisesti lehtikuusipuun käyttömahdollisuuksien merkittävää vähenemistä tulevaisuudessa. On kuitenkin todettava, että kiskojen kiinnityksessä voitaneen tulevaisuudessa luopua naulan käytöstä ja siirtyä lupaavia kokemuksia antaneeseen jousi- ja ruuvikiinnitykseen.

Merkittävä osa lehtikuusipuusta käytettäneen nykyisin muiden menekkimahdollisuuksien puuttuessa lämmitystarkoituksiin. Tosin esim. *S c h o t t e n* (1917, s. 700) mukaan lehtikuusen runkopuun lämpöarvo olisi pienempi kuin männyn. Ilmeisesti kuitenkin nämä puulajit ovat kuutioyksikköä kohden lasketun lämpöarvonsa puolesta joko samanarvoisia (vrt. *J a l a v a* 1952, s. 130) tai lehtikuusen lämpöarvo on jonkin verran korkeampi kuin männyn (*L. I l v e s s a l o* ja *S a r v a s* 1949, s. 173). Kuusipuun on joka tapauksessa lämpöarvoltaan lehtikuusipuuta huonompaa, koivu taas jonkin verran parempaa. Kaikesta päättäen lehtikuusipuun on siis polttopuuna kotimaisten havupuiden arvoinen. Lehtikuusesta voidaan valmistaa myös hiiltä. *B l o m q v i s t i n* (1887, s. 164) mukaan hiiltä saadaan lehtikuusesta vähemmän kuin männystä ja kuusesta, mutta lehtikuusihiilen polttoarvo on näistä kolmesta puulajista korkein. Kovin suurta merkitystä hiilen valmistuksella ei nykyaikana kuitenkaan ole.

Suoritettu suppea tarkastelu on tuonut esille monia lehtikuusipuun käyttömuotoja. Luetteloa voitaisiin epäilemättä jatkaa, mutta edellä esitettykin kyllä osoittamaan, että lehtikuusipuun on lukuisiin tarkoituk-

siin ainakin yhtä sopivaa kuin kotimaiset puulajit, onpa olemassa käyttömuotoja, joihin lehtikuusipuulla järeytensä ja kestävyytensä vuoksi voidaan katsoa olevan parhaat edellytykset. Kunhan käsitys lehtikuusipuun kestävyydestä on levinnyt nykyistä laajempiin piireihin, voitaneenkin odottaa, että sen kasvatusta aletaan katsoa toisin silmin kuin tähän asti, ts. kannattavana metsätaloudellisena yrityksenä. Tässä mielessä olisi toivottavaa, että myös ostajat kiinnittäisivät enemmän huomiota puun järeyyteen ja kestävyys ja maksaisivat lehtikuusipuusta paremman hinnan kuin kotimaisista puulajeista silloin, kun puuaineen järeys ja kestävyys on käyttömuodolle tärkeä.

Lehtikuusen vaikutus metsämaahan

Lehtikuusen metsätaloudellista merkitystä arvosteltaessa on kiinnitettävä huomiota myös muihin kuin puun tuottamiseen välittömästi liittyviin näkökohtiin. Ennen muita tulee tällöin esille usein esitetty väittämä, että lehtikuusi kykenisi parantamaan sen hallussa olevan maan kuntoa (vrt. C a j a n d e r 1917, s. 641) ja sitä kautta kasvupaikan viljavuutta. Aikana, jolloin metsämaan vähittäinen köyhtyminen on metsämiesten keskuudessa huolen aiheena,¹ tällaisella näkökohdalla olisi luonnollisesti mitä suurin merkitys, mikäli sen voitaisiin katsoa pitävän paikkansa. Sen vuoksi on syytä tarkastella, voidaanko tähän mennessä suoritettujen tutkimusten perusteella lehtikuusen maata parantavaa vaikutusta pitää todistettuna.

Puulajin vaikutus maahan on kuitenkin ongelma, jossa mielipiteet menevät voimakkaasti ristiin. Varsinkin Keski-Euroopassa, missä metsämaan köyhtyminen on saavuttanut suorastaan huolestuttavat mittasuhteet, on tähän kysymykseen kiinnitetty runsaasti huomiota, mutta nimenomaan lehtikuusen osalta tulokset ovat mitä suurimmassa määrin ristiriitaisia.

Lehtikuuselle myönteisiin tuloksiin on Keski-Euroopassa tullut mm. E r d m a n n (1926, 1928, 1930), joka eri puulajien vaikutusta maan ominaisuuksiin tutkiessaan on päätenyt seuraavaan järjestykseen alkaen maan kuntoon parhaiten vaikuttavista: lehtikuusi, valoavaativat lehtipuulajit, pyökki, jalokuusi, mänty ja kuusi. Hänen tutkimustensa mukaan eurooppalainen lehtikuusi on siis maan kunnan kannalta suositeltavin puulaji, joka voidaan asettaa tässä suhteessa lehtipuulajienkin edelle. Samaa näkökantaa edustaa myös B u n g e r t (1935).

Sitä yllättävämpää on, että samalta ajalta on löydettävissä vastakkainen päätelmä, joka sekin on tunnetun tutkijan työn tulos. Monipuolisessa tutkimuksessaan, joka koskettelee eri puulajien ja puulajisekoitusten vaiku-

¹ V. 1956 pidettiin Tšhekkoslovakiassa FAO:n toimesta kansainvälinen seminaari, jonka aiheena oli juuri kyseinen ongelma ja johon myös tämän kirjoittaja otti osaa.

tusta maan kuntoon, on Wittich (1933) todennut, että lehtikuusikoissa maan biologinen tila on huonompi kuin minkään muun puulajin muodostamassa metsikössä. Hänen mukaansa typen mobilisaatio on lehtikuusikon alla suurin piirtein samanlainen kuin kuusikossa, mutta edellisen maan hiilihapon tuotanto ja happamuusaste ovat epäsuotuisimmat kuin jälkimmäisen. Wittich on tullut lisäksi sellaiseen tulokseen, että myös seka-puulajina lehtikuusi huonontaa osuuttaan vastaavasti metsämaan kuntoa. Hänellä on lisäksi omat painavat selityksensä Erdmannin (mt.) ja Bungertin (mt.) samaa aihetta koskeviin vastakkaisiin tuloksiin (Wittich 1935).

Kaikesta päättäen ei keskieuropalaisista lähteistä voida päästä varmuuteen siitä, vaikuttaako lehtikuusi suuntaan tai toiseen maan kuntoon. Kun lisäksi sikäläiset kokemukset liittyvät eurooppalaisen lehtikuusen kasvattamiseen ja kun puulajin vaikutus maahan saattaa keskieuropalaisissa olosuhteissa olla erilainen kuin Suomen leveysasteilla, onkin välttämätöntä nojautua lähinnä pohjoismaisiin asiaa koskeviin tutkimuksiin.

Aluksi on syytä mainita eräs pienehkö kotimainen vertailu, jonka on esittänyt Björkenheim (1906, s. 193). Hän on suorittanut multakerroksen paksuusmittauksia rinnan lehtikuusikoissa ja männiköissä ja todennut, että se edellisissä oli 2.9—3.5 cm ja jälkimmäisissä 0.6—2.0 cm. Tämän perusteella ja lehtikuusikon pintakasvillisuuteen vedoten hän päätelee, että lehtikuusi parantaa maata. Vertailun vähäisyyden vuoksi hänen tulokselleen ei voitane kuitenkaan antaa kovin suurta merkitystä. Sitä perusteellisempi on Altonen (1932, 1932 a) selvittely, jossa lehtikuusen vaikutusta maan kuntoon tarkastellaan vertaillen osaksi puhtaaseen männikköön, osaksi kuusensekaiseen männikköön. Hänen päätöksensä ovat seuraavat (Altonen 1932 a, s. 90):

- 1) Lehtikuusimetsän multakerroksessa on vähän runsaammin ammoniakkia.
- 2) Lehtikuusimetsän maan kyky kehittää nitraattityppeä näyttää vähän heikommalta.
- 3) Lehtikuusimetsän multakerroksen happamuusaste on vähän suurempi.
- 4) Lehtikuusimetsän kivennäismaassa on vähemmän kalkkia ja usein myös vähemmän kalia.
- 5) Lehtikuusimetsän multakerroksen multapitoisuus (hehketushäviö) on suurempi, mikä ainakin osaksi vaikuttanee sen ammoniakkipitoisuuden ja pH-luvun (l. happamuuden) suuruuteen.
- 6) Maan fysikaalisissa ominaisuuksissa (vesikapasiteetissa, ilmakapasiteetissa ym.) todetut erot ovat myös pieniä.

Loppupäätelmänään Altonen (1932, s. 67; 1932 a, s. 90) toteaa, että mikäli näin todetuilla eroavuuksilla on jokin merkitys maaperän tuotto-

kyvyn kannalta, ne eivät tue sitä yleistä käsitystä, että lehtikuusi parantaisi maata. Pikemminkin tutkimuksen tulokset osoittavat, että asianlaita on päinvastainen. Likimain yhtäpitävään tulokseen on päätyttyä myös Mikola (1954), joka toteaa, että vanha käsitys lehtikuusen karikkeiden maata parantavasta vaikutuksesta on selvästi erheellinen. Viron (1955) mukaan lehtikuusikarikkeen kasvupaikan viljavuutta huonontava vaikutus olisi jossain yhteydessä sen piihappopitoisuuteen.

Aivan yhtä kielteinen lehtikuusen kannalta ei ole tulos, jonka Bonnevie-Svendsen ja Gjemms (1957, 1959) ovat saavuttaneet Norjassa. Mainitut tutkijat varoittavat ensiksikin jakamasta puulajeja maata parantaviin ja huonontaviin. He toteavat, että lehtikuusen neulaskarikerike sisältää vähemmän kalsiumia mutta enemmän magnesiumia kuin esim. kuusikon neulaskarikerike. Lehtikuusikon humuksen pH, orgaanisen fosforin määrä ja C/N-suhde ovat kuitenkin heidän mukaansa suotuisampia kuin kuusikon vastaavat tekijät. Tekijät korostavat kuitenkin, ettei tämä ole niinkään paljon puulajin vaikutusta kuin siitä johtuva, että lehtikuusikot ovat valoisia ja kehittävät siten suotuisan pintakasvillisuuden ja humuksen (vrt. myös Mikola 1954). Kaiken kaikkiaan he toteavat lehtikuusen vaikuttavan jossain määrin välillisesti muttei välittömästi maan tilaan.

Tähän mennessä pohjoismaissa suoritettut tutkimukset näyttävät osoittavan, ettei lehtikuusi kykene ainakaan välittömästi parantamaan, vaan ehkä pikemminkin heikentää sen hallussa olevan maan viljavuutta. Mikäli jotakin vaikutusta maata parantavaan suuntaan on olemassa, se johtunee lehtikuusikoiden valoisuudesta ja tästä aiheutuvasta mikroilmaston paraneemisesta. Näyttää niin ikään ilmeiseltä, ettei lehtikuusikoiden metsätaloudellista merkitystä pohdittaessa ole syytä kiinnittää tähän näkökohtaan olennaista huomiota siinä mielessä, että näin voitaisiin lehtikuusen kasvattamisen lisäämistä perustella. Toisaalta on kuitenkin todettava, ettei puulajin vaikutusta maan viljavuuteen koskevista tutkimuksista voida löytää ainakaan riittävästi sellaista, joka voitaisiin katsoa lehtikuusen kasvattamiselle kielteiseksi. Lehtikuusi lienee tässäkin suhteessa kotimaisiin havupuulajeihin, ainakin kuuseen, rinnastettavissa.

Lehtikuusi lumituhoalueiden metsittäjänä

Positiivisista ominaisuuksista on edellä (s. 84) tullut esille lehtikuusikoiden poikkeuksellinen kestävyys metsäpaloja vastaan, mikä johtunee paksumasta tyvikaarnasta ja kyvystä kasvattaa nopeasti umpeen palosta syntyneet haavat (vrt. Blomqvist 1887, s. 155; Schotte 1917, s. 740). Lehtikuusikoiden myrskynkestävyydestäkin on olemassa myönteisiä käsityksiä, mutta tältä osin eivät mielipiteet ole yhtäpitäviä, kuten esim.



Kuva 18. Talvisaikaan lehtikuusi on ilman neulasia, eikä kerää lunta siinä määrin kuin muut havupuulajit.

Fig. 18. Free of needles during the winter, the larch does not accumulate snow as the other coniferous species.

Heikinheimon (1926, s. 42) Raivolan lehtikuusikossa v. 1924 tapahtuneita myrskytuhoja esittelevä julkaisu osoittaa. Mainitsematta on kuitenkin vielä eräs olennainen piirre lehtikuusikoiden kestävydestä luonnon-
tuhoja vastaan. Kun lehtikuusi pudottaa talven ajaksi neulasensa (vrt. kuva 18) ja kun sen latvus ei tämän vuoksi kerää lumimassoja samaan tapaan kuin muut havupuut, on ymmärrettävää, että lumituhot ovat vähäisiä. Schotte (1917, s. 740) pitää siperialaista lehtikuusta tässä suhteessa eurooppalaista parempana.

Puulajin kestävyys lumituhota vastaan ei tämän tutkimuksen valmistushetkellä ole edes Etelä-Suomessa vähäpätöinen näkökohta. Mielessä ovat vielä parin viime vuoden katastrofaaliset lumituhot eri puolilla maan eteläpuoliskoa. Mikäli ko. lumituhoualueilla olisi kasvatettu lehtikuusta, lumituhota ei olisi kenties esiintynyt. On kuitenkin myönnettävä, että maan eteläpuoliskossa lumituhot ovat kokonaismerkitykseltään niin vähäi-

siä, ettei yksinomaan tällä perusteella voida lehtikuusen kasvattamista suositella. Lisäpiirteensä se on kuitenkin maininnan arvoinen.

Varsinaisen ongelman lumituhot muodostavat Pohjois-Suomen vaara-alueilla, missä ne ovat jokavuotisia ja vaikeuttavat normaalin metsätalouden harjoittamista. Kuten edellä (s. 78) mainittiin, metsähallituksen toimesta on varsinkin parin viime vuoden aikana ryhdytty laajaperäisiin lehtikuusen istutuksiin näillä Pohjois-Suomen lumituoalueilla. Lehtikuusta istuttamalla on ilmeisesti tarkoitus saattaa alueet vastaisuudessa normaalin metsätalouden piiriin. Lehtikuusen edellä mainitun kestokyvyn huomioon ottaen tähän ovatkin melkoiset mahdollisuudet olemassa. Tosin ei ole tähän mennessä selvitetty, miten lehtikuusi kykenee Lapissa muuten menestymään. Mainittakoon tässä yhteydessä, että esim. T a m m e l a n d e r (1914, s. 17) tuo esille prof. E l f v i n g i n käsityksen, jonka mukaan siperialainen lehtikuusi viihtyisi vain Simossa ja eurooppalainen Oulussa asti. Inarissa lehtikuusi jäisi saman lähteen mukaan kääpiömäiseksi. Kokemukset ovat tosin tämän jälkeen osoittaneet, että lehtikuusi viihtyy näitä paikkakuntia pohjoisempanakin (vrt. L. I l v e s s a l o 1916, s. 87—89; C a j a n d e r 1917, s. 227; S c h o t t e 1917, s. 787; R e u t e r 1918; S j ö s t r ö m 1934; T o l l a n 1937; R o b a k 1955). Tutkimuksien puuttuessa lehtikuusiviljelmät Pohjois-Suomessa ovat joka tapauksessa kokeilun luonteisia, koska niiden jatkuvasta menestymisestä ei ole takeita. Tiettyä taustaa näille viljelmille antaa kyllä se tosiseikka, että lehtikuusi luontaisen levinneisyysalueensa sisäpuolella kasvaa likimain samoissa ilmastollisissa olosuhteissa kuin mitkä vallitsevat Suomen Lapissa. Pääasiallinen ero lienee Suomen ilmaston suuremmassa merellisyydessä, joka saattaa kuitenkin olla merkitykseltään huomattava, varsinkin jos viljelmiin käytetty siemen on hankittu lehtikuusen luontaisen levinneisyysalueen mantereellisimmista osista. Saatujen tietojen mukaan Lappiin perustetut lehtikuusen taimistot ovat ainakin toistaiseksi menestyneet hyvin, eikä näin ollen ainaakaan tällä hetkellä ole syytä pessimismiin.

Lehtikuusikoiden kestävyys lumituoja vastaan on joka tapauksessa parempi kuin kotimaisten puulajien, ja hyvät edellytykset ovat olemassa, että siitä saadaan Pohjois-Suomen lumituoalueille puulaji, joka tuo ennestään miltei merkitystä vailla olevat alueet metsätalouden piiriin.

Muita näkökohtia

Lehtikuusen kasvattamiseen liittyviä taloudellisia näkökohtia voitaisiin kenties luetella vielä useita. Seuraavassa tuodaan esille vielä pari seikkaa, jotka tosin koskevat olennaisesti erilaisia asioita.

Lehtikuusikoissa liikkueessa panee ennen pitkää merkille, että varsinkin vanhalla iällä jotakuinkin täysitiheään latvuskatoksen alla on runsas heinä-

ja ruohokasvillisuus. Tämän havainnon yhteydessä tulee hyvin lähelle ajatus, että lehtikuusta voitaisiin käyttää kenties menestyksellisesti laidunmaiden puulajina (L. I l v e s s a l o 1916, s. 105). Sellaisilla alueilla se ei luonnollisestikaan olisi täystiheä, vaan eräänlaisen suojuspuuston luonteinen, jonka aiheuttama tulonlisä ei olisi kuitenkaan vähäinen.

Maininnan ansaitsee varmaankin myös se harrastuksen lisäys, minkä vieraan puulajin istuttaminen voi saada aikaan metsänomistajassa. Tällaisen metsikön perustaminen voi kiinnittää sellaisenkin metsänomistajan huomion, joka ei aikaisemmin ole osoittanut metsänkasvatukseen olennaista harrastusta. Näin lehtikuusen ilmestyminen metsäalueelle saattaa olla aiheena koko metsälön metsätalouden ja metsänhoidon kohentumiselle. Sellaiseen tehtävään lehtikuusella on mitä parhaat edellytykset sen puuyksilöiden maamme olosuhteissa poikkeuksellisen nopean kehityksen vuoksi. Lehtikuusi kykenee yhden miespolven aikana tuottamaan niin järeitä puuyksilöitä, että sen täytyy valaa uskoa metsänkasvatuksen merkitykseen epäuskoisimpienkin metsänomistajien keskuudessa. Tätä käsitystä on ollut omiaan tukemaan se kosketus, jonka kirjoittaja on saanut metsänomistajiin aineistoa kerätessään. Vaikutelmaksi jää, että lehtikuusikoita tapaa yksityismetsissä pääasiassa sellaisissa metsälöissä, joiden omistaja on metsätaloudellisesti valistunut tai ainakin metsien hoidon merkityksen tajuava.

Metsänhoidollisia piirteitä

Jokaisella puulajilla on enemmän tai vähemmän muista poikkeavia erikoispiirteitä metsänhoidollisessa mielessä. Kun lehtikuusikoiden kasvattamisessa noudatettavat periaatteet alkavat nyttemmin saavuttaa vaikiintuneita muotoja, on paikallaan suorittaa osaksi kirjallisuuteen osaksi kenttätöiden kuluessa omiin ja käytännön metsämiesten havaintoihin perustuva katsaus lehtikuusikoiden metsänhoidollisiin piirteisiin.

Lehtikuusikon luontainen uudistaminen ei voi tulla metsiköiden vähyiden vuoksi tällä hetkellä useinkaan kysymykseen, mutta siitä huolimatta on todettava, että luontaiset edellytykset sellaiseen lienevät eräissä tapauksissa olemassa. Niin voidaan päätellä P a l o s u o n (1938) tutkimukseen nojautuen, jonka mukaan siementyminen on lehtikuusikoissa keskinkertaisinakin vuosina runsasta ja siementen lentokyky hyvä. Maan pintakasvillisuuden rehevyyden vuoksi luontainen uudistaminen ei hänen mukaansa kuitenkaan onnistu maan pintaa rikkomatta käenkaali-mustikkatyypillä ja sitä paremmilla kasvupaikoilla. Sitä vastoin mustikkatyyppejä edustavilla ja sitä heikommilla kasvupaikoilla lehtikuusen luontainen uudistaminen on mahdollista ilman keinollisia toimenpiteitä (mt., s. 52). P a l o s u o (mt., s. 55) on lisäksi todennut sen myös kuvasta 19 ilmi käyvän seikan, että lehtikuusen taimisto tarvitsee todennäköisesti vähemmän vapaata kasvutilaa kuin yleisesti otaksutaan, sillä se kykenee pysymään elossa verraten runsaassa varjostuksessa. Keskieurooppalaiset kokemukset ovat tosin tässä mielessä kotimaisille vastakkaisia. Niinpä M e t z g e r (1935, s. 211) toteaa, että suuren valonvaatimuksensa vuoksi (eurooppalainen) lehtikuusi vaatii luontaisesti syntyäkseen runsaasti valoa ja että tästä syystä parhaat taimistot syntyvät tuoreelle uudismaalle (frisches Neuland), joka ei ole ollut vielä toisen puulajin hallussa.

Kuten todettiin, luontainen uudistaminen ei tule useinkaan kysymykseen siitä syystä, että lehtikuusikoiden määrä on vähäinen. Lehtikuusikoiden määrää voidaan taas lisätä vain k e i n o l l i s e s t i, etupäässä istuttaen.¹ Istuttaminen on perusteltavissa lähinnä siitä syystä, että lehtikuusen sie-

¹ Todettakoon kuitenkin, että esim. R a i v o l a n lehtikuusikko perustettiin aikanaan kylvämällä (L. I l v e s s a l o 1916, s. 14).



Kuva 19. Luontaisesti syntyneitä eurooppalaisen lehtikuusen taimia Kiteen lehtikuusimetsässä. Kuva O. Huuri.
Fig. 19. Seedlings of the European larch naturally regenerated in the larch stand in Kitee.

men on kallista ja vaikeasti saatavissa. Istuttaen voidaan siemen käyttää mahdollisimman tehokkaasti hyödyksi.

Lehtikuusikon keinollista perustamista suunniteltaessa on edessä lukuisia ongelmia. Mielipiteet siitä, minkälaiselle kasvupaikalle lehtikuusta olisi istutettava, ovat kuitenkin kiistattomia. Schöber (1949, s. 98) mainitsee, että mikäli halutaan metsikön säilyvän vanhana terveenä ja kasvuisana, lehtikuusta on levenemisalueensa ulkopuolella viljeltävä parhailla kasvupaikoilla. Suomalaisen käsityksen ilmaisee L. Ilvesalo (1916, s. 101), jonka mukaan lehtikuusi tulee toimeen monenlaisella maaperällä, mutta varovaisinta ja taloudellisesti edullisinta on tyytyä viljelemään sitä ensi sijassa hyvällä maaperällä, lehto-, Oxalis-Myrtillus- ja Myrtillus-tyyppien metsämailla. Kaikkein parhaiten lehtikuusi saman lähteen mukaan menestyy tuoreilla ja syväpohjaisilla, aurinkoisilla rinne- mailla, olletikin jos maaperä on kalkkipitoista. Myös käsillä olevan tutki-

muksen tulokset tukevat esitettyjä käsityksiä. Perustamalla lehtikuusikoita käenkaali-mustikkatyyppejä tai sitä parempaa boniteettia edustaville kasvupaikoille saadaan varmin tae siitä, että ei synny kokonaiskasvutappioita kotimaisiin puulajeihin verrattuna. Mustikkatyypin metsämaallakin lehtikuusikkoa voidaan kasvattaa varsinkin silloin, kun tarvitaan lyhyessä ajassa järeää ja kestäväää puuta. Lehtikuusen soveltumattomuudesta soistuneelle tai muuten veden vaivaamalle maaperälle tutkijat ovat yksimielisiä (esim. L. Ilvessalo 1916, s. 101; Schotte 1917, s. 737; Oppermann 1924, s. 315; Heikinheimo 1956, s. 36).

Lehtikuusikoita perustettaessa on käytetty 1-vuotisiakin taimia (vrt. L. Ilvessalo 1916, s. 102), jotka Schotten (1917, s. 743) kokeen mukaan voivat olla varsin pitkiä (10.8 cm). Kun pintakasvillisuus on hyvillä kasvupaikoilla rehevä tai helposti rehevöityvä, koulimattomien taimien käyttö ei yleensä tulle kuitenkaan lehtikuusikoita perustettaessa kysymykseen. Parhaimpia kokemuksia ovat Heikinheimon (1956, s. 36) mukaan antaneet 1 + 1-, 1 + 1 + 1- ja 2 + 1-vuotiset taimet. Hänen mukaansa Evon varhaisimmissa viljelmissä käytettiin syysistutusta, mutta kokemukset ovat nyttemmin osoittaneet aikaisen kevätistutuksen edullisimmaksi, etenkin jos se tapahtuu välittömästi taimien maastaoton jälkeen. Istutuskesän ja sitä seuraavan kasvukauden kuivuus on osoittautunut lehtikuuselle vaaralliseksi, josta syystä täydennysistutus voi käydä välttämättömäksi.

Taimien istutusväliä suunniteltaessa on ratkaisevana näkökohtana lehtikuusen suuri valonvaatimus ja siitä johtuva oksiston nopea kuoleminen. Lisäksi on huomattava, että lehtikuusen taimet ovat kalliita ja että menekkiä pienikokoiselle puulle ei ole olemassa. Näistä syistä on luonnollista, että lehtikuusen taimistoja perustettaessa voidaan käyttää melkoisesti väljempiä istutusasentoja kuin kotimaisille puulajeille. Tosin Schotte (1917, s. 743) pitää onnistuneimpana niinkin tiheää kuin 2 m:n istutusväliä. Keski-Euroopassa Schober (1949, s. 101) pitää parhaimpana 2.0—2.5 m:n istutusvälejä, mitkä tosin vastannevat sikäläisissä olosuhteissa suhteellisesti väljempiä asentoja kuin pohjoismaissa. L. Ilvessalo (1916, s. 103) puolestaan toteaa, että jos on tilaisuutta harventaa metsä nuorena, taimet on istutettava 2—3 m:n etäisyydelle toisistaan; jos taas ensi harvennuksen toimittaminen todennäköisesti lykkääntyy myöhempään, taimien välimatkat on tehtävä suuremmiksi, n. 3—4 m:ksi. Pisimpään kokemukseen voidaan katsoa nojautuvan kuitenkin Heikinheimon (1956, s. 37) päätelmän, jonka mukaan 3.0 × 3.0 m:n istutusväli on antanut kiistattomasti parhaimman tuloksen. Myös käsillä olevan tutkimuksen kenttätöiden yhteydessä todettiin, että viimeksi mainitulla istutusvälillä perustetuissa metsiköissä ensi toimenpiteet voidaan lykätä niin myöhään, että harvennuksessa saadaan miltei yksinomaan käyttö-

kelpoista puuta varsinkin maatilatalouden tarpeita ajatellen. Toisaalta näin väljästä istutusvälistä huolimatta sulkeutuminen tapahtuu niin ajoissa, että oksien kuoleminen saavuttaa ensi harvennuksen ajankohtaan mennessä riittävän korkeuden. Mainittakoon tässä yhteydessä kuitenkin L. Ilves-salon (1916, s. 103) käsitys, jonka mukaan eurooppalaisen lehtikuusen istutusvälin tulisi olla merkittävästi tiheimmän kuin siperialaisen, n. 1.5—1.8 m, koska näin menetellen voidaan ainakin osittain torjua mutkarunkoisuutta. Heikinheimon (1956, s. 30) mukaan taas nykyiset koeviljelmät osoittavat, että 2.5×2.5 m:n istutusväliä käyttäen eurooppalaisen lehtikuusen muodostamaan metsikköön saadaan sopivia harvennusmenetelmiä käyttäen jäämään riittävästi sellaisia puuta, joiden runko täyttää kohtuulliset vaatimukset. Tämän mukaisesti eurooppalainen lehtikuusikko olisi siis perustettava vain vähän tiheimpänä kuin siperialainen.

Eri rotujen keskinäistä arvosuhdetta on käsillä olevan tutkimuksen perusteella mahdotonta esittää, koska kaikkien tutkimusmetsiköiden rotua ei saatu selvitettyksi. Kaikesta päättäen ns. Raivolan rotu, joka Metzgerin (1935) mukaan on itse asiassa Ufan rotua, menestyy kuitenkin maassamme erinomaisesti ja kehittää muita rotuja silmin nähden paremman rungon. Näin ollen Raivolan rodun viljelemistä on syytä jatkaa. Heikinheimon (1956, s. 38) asettaakin siperialaisen lehtikuusen rodut seuraavaan paremmuusjärjestykseen: Raivola (Ufa), Arkangel, Novosibirsk ja Nižne-Tagilsk.

Niin kauan kuin lehtikuusta on Suomessa kokeiltu, metsämiehiä on askarruttanut kysymys, olisiko perustettava puhtaaita vai sekametsiköitä. Kun siperialainen lehtikuusi viihtyy luontaisella levenemisalueellaan sekametsiköissä hyvin, on ymmärrettävää, että varhaisimmat Evolla suoritettut lehtikuusen viljelmät olivat sekametsiköitä kotimaisten puulajien kanssa (Blomqvist 1887, s. 175). Vielä tällä vuosisadallakin esiintyy suorastaan käsityksiä (Björkenheim 1906, s. 185), että lehtikuusi ei menesty Suomessa puhtaana metsikkönä. Vähitellen Evon seka-
viljelmien kehitys alkoi kuitenkin osoittaa vastakkaista piirrettä. Havaittiin, että sekametsiköissä kotimaisen puulajin sivustavarjostus aiheuttaa lehtikuusen latvuksen supistumisen ja että lehtikuusen säilymistä on sen vuoksi edistettävä hakkuin. Seuraavana vaiheena olikin, että lehtikuusta ryhdyttiin istuttamaan muutamaa vuotta aikaisemmin kuin kotimaista puulajia tai että lehtikuusikoiden alle istutettiin kuusialikasvosta (vrt. Nordberg ja Havo 1908, s. 151). Näidenkin kokeiden tulokset olivat negatiivisia, josta syystä lakattiin perustamasta sekametsiköitä (L. Ilves-salo 1913, s. 7). Kokeiden jatkuvaa kehitystä nykyhetkeen seuratessa onkin vähitellen vakiintunut käsitys, että lehtikuusta on Suomen olosuhteissa viljeltävä puhtaana metsikkönä (Tammela 1914, s. 18; Heikinheimon 1923, s. 42; Lappi-Seppälä 1942). Tasaikäisenä

sekoituksena kasvavaa lehtikuusta on näet harvennushakkuin autettava kotimaisten puulajien kustannuksella, mitä voidaan tuskin pitää taloudellisessa mielessä järkevänä. Kaksijaksainen metsikkö taas ei ole yleensäkään osoittautunut suositeltavaksi. Merkille pantavaa on lisäksi, että myös Keski-Euroopassa, missä maan kunnan säilyttämiseksi sekametsiköt ovat suosiossa, katsotaan lehtikuusta voitavan kasvattaa puhtaana metsikkönä (vrt. Schöber 1949, s. 98).

Lehtikuusen viljelyala on 7—10 vuoden ajan ehdottomasti suojeltava karjalta, sillä muuten on siihen pantu pääoma hukkaan heitetty, kuten L. Ilvessalo (1916, s. 103) toteaa. Jos taimistoon ilmestyy lehti-puun vesoja, ne on poistettava tarpeen vaatiessa kaksi tai kolmekin kertaa. Samoin on alalle luonnonkylvöstä nousseet männyn ja kuusen taimet poistettava. Taimiston aukot on täytettävä varttuneilla lehtikuusen taimilla. Välttämättömäksi käy yleensä myös taimien auttaminen rehevöityvää pintakasvillisuutta leikkaamalla. Näin ollen lehtikuusikon harva istutusväli ei merkitse sitä, etteivätkö varhaiset hoitotoimenpiteet olisi tarpeen; se tekee tarpeettomaksi vain puuttumisen vallitsevan puulajin kehitykseen taimistovaiheessa.

Milloin lehtikuusikko on perustettu harvahkoa istutusväliä käyttäen, se voi tulla toimeen harventamatta 20—30 v (vrt. L. Ilvessalo 1916, s. 103). Istutusvälin oltua tiheä harvennus käy välttämättömäksi latvuksen riittävän pituuden säilyttämiseksi ennen 20. ikävuotta, sitä aikaisemmin mitä paremmasta metsätyypistä on kysymys. Tämän jälkeen harvennuksia on suoritettava 5—10 v:n väliajoin, ja ne saavat olla suhteellisen voimakkaita. Harvennuksissa joudutaan lehtikuusikoissa kiinnittämään totuttua enemmän huomiota teknilliseltä laadultaan heikkojen puuyksilöiden poistamiseen. Harvennushakkuut kohdistuvat luonnollisesti mutkikkaimpiin puuyksilöihin, joiden poistamisen ansiosta jäljelle jäävän puuston laatu jokaisen harvennuksen jälkeen yleensä merkittävästi paranee. Onkin ilmeistä, että tämän näkökohdan vuoksi lehtikuusikoiden harvennushakkuut ovat usein alaharvennuksen periaatteista poikkeavia, sillä mutkaisia puita esiintyy runsaasti myös vallitsevassa puustossa. Harsintaa lehtikuusikoiden hakkuutkaan eivät luonnollisesti saa olla, vaan pikemminkin ns. yläharvennusta lähenteleviä, milloin se puuston teknillisen laadun vuoksi on välttämätöntä.

Harvennushakkuissa on kiinnitettävä tarkkaa huomiota myös sairaiden puiden poistamiseen. Kuten tunnettua, lehtikuusella on lukuisia hyönteis- ja sienivihollisia, joista *Dasyscypha Willkommii* (vrt. Hahn ja Ayers 1943), *Nematus Erichsoni*, *Coleophora laricella* ja *Melolontha hippocastani* ovat merkittävimmät (Heikinheimo 1956, s. 36—37). Lehtikuusen kasvattaminen vaatii siis suurta valppautta metsänkasvattajan taholta, jotta metsikköä uhkaavat hyönteis- ja sienituhot saataisiin riittävän ajoissa

torjutuiksi. Tässä yhteydessä on tuotava esille lisäksi nykyinen käsitys, että siperialainen lehtikuusi on eurooppalaista kestävämpi sieni- ja hyönteistuhoja vastaan (H e i k i n h e i m o 1956, s. 28, 36; S a r v a s 1956, s. 472). Tässä mielessä siperialaisen lehtikuusen kasvattaminen on siis varmempaa ja helpompaa kuin eurooppalaisen lehtikuusen.

L. I l v e s s a l o (1916, s. 103) mainitsee, että lehtikuusimetsän ollessa noin 40—50 vuoden ikäinen ryhdytään siinä toimittamaan väljennyshakuita. Tässä tutkimuksessakin on todettu, että lehtikuusikon kehitys on valopuulle ominaisen nopeaa ja että kasvurytmin eri vaiheet sattuvat merkittävästi aikaisemmin kuin kotimaisilla havupuulajeilla. Tutkimuksen tulokset eivät kuitenkaan tue näin varhaista uudistamisvaiheen aloittamista. Mikäli arvosteluperusteena pidetään suurimman mahdollisen puumäärän saavuttamista, kiertoajan on oltava käenkaali-mustikkatyypillä 60 v ja mustikkatyypillä 75 v. Jos tilannetta tarkastellaan suurimman mahdollisen kuiva-aineen tuotoksen perusteella, kiertoajan tulisi olla edellisellä metsätyypillä 70 v ja jälkimmäisellä 80 v. Kun metsänkasvatuksessa on totuttu pitämään kuutiokasvua arvosteluperusteena, suurimman puumäärän tuottava kiertoaika, 60—75 v, lienee katsottava myös lehtikuusikoissa suositeltavaksi. Tarkastelun luonne muuttuu tietenkin kokonaan, jos lehtikuusikon kasvattamisen tarkoituksena on jokin muu kuin ainespuun kasvattaminen, esim. tietyn järeän koon saavuttaminen. Sellaisissa tapauksissa kiertoajan pituuden määrää metsänomistajan asettama tavoite, jonka saavuttamiseen lehtikuusikoissa tarvitaan huomattavasti lyhempi aika kuin kotimaisten puulajien muodostamisissa metsiköissä.

Loppukatsaus

Pyrittäessä löytämään puulajeja, jotka viihtyvät maassamme, on *Cajanderin* (1914, s. 553) mukaan ensin selvitettävä, missä maapallon osissa ilmasto-olosuhteet ovat samanlaiset kuin Suomessa. Erityisesti hän tällöin korostaa lämpösuhteiden merkitystä. Samoin perustein *L. Ilvessa* (1920, s. 98) toteaa, että pohjoisen mannerilmaston viileiden seutujen puulajien viljelemismahdollisuudet ovat Suomessa parhaat. Kun siperialainen lehtikuusi kuuluu näiden seutujen puulajeihin, sen teoreettiset edellytykset selviytyä Suomen ilmastossa ovat siis parhaat mahdolliset. Sitä vastoin tällä perusteella arvosteltuna eurooppalainen lehtikuusi ei ole yhtä edullisissa lähtöasemissa.

Tarkastellessaan vieraiden puulajien mukanaan tuomia mahdollisia etuja *L. Ilvessa* (1916, s. 23) mainitsee mm. seuraavat:

1) Puulaji tuottaa samanlaisella kasvupaikalla lyhemmässä ajassa yhtä suuren tai suuremman puumäärän kuin mikään kotimainen puulaji.

2) Puulaji on vaatimattomampi kasvupaikan suhteen kuin kotimaiset puulajit (voidaan esim. käyttää autioiden, laihojen kankaiden metsittämiseen paremmalla menestyksellä kuin kotimaisia puulajeja).

3) Puulaji on maata parantava.

4) Puulaji on kestävämpi myrskyä, hallaa, hyönteis-, sieni- ym. vahinkoja vastaan kuin kotimaiset puulajit.

5) Puulaji tarjoaa puuteknillisiä etuja, ts. sen rakenne on sellainen, että puu soveltuu käytettäväksi tarkoituksiin, joihin kotimaiset puulajit eivät yhtä hyvin kelpaa.

Näiden näkökohtien lisäksi *Cajander* (1917, s. 638—642) esittää vielä seuraavat:

6) Puulajista saadaan arvokkaita sivutuotteita.

7) Puulaji säilyy paremmin karjalta ja metsänriistalta kuin kotimaiset puulajit.

8) Puulaji on kotimaisia kauniimpi tai se on ainakin omiaan miellyttävällä tavalla lisäämään maiseman vaihtelevuutta.

Esitetyille vaatimuksille on ominaista, että ne edellyttävät kotiutettavan puulajin osoittautuvan jossakin suhteessa kotimaisia paremmaksi. Mikäli lähtökohtana pidetään näin ankaria vaatimuksia, on todettava, että lehtikuusi täyttää vain yhdessä kohdin (5) vieraalle puulajille asetetut tavoitteet. Se kykenee näet tämän tutkimuksen mukaan tuottamaan järeämpiä ja puuainekseltaan kestävämpiä yksilöitä kuin mikään kotimainen puulaji. Sitä vastoin metsikön kokonaiskasvukyvyssä lehtikuusikko kykenee korkeintaan tasapäiseen kilpailuun kotimaisten havupuulajien kanssa hyvillä kasvupaikoilla. Heikoilla kasvupaikoilla sen kasvattamista ei kannata harjoittaa. Tunnettu tosiasia on myös, että kotimaiset puulajit ovat poikkeuksellisen kestäviä erilaisia tuhoja vastaan, joten tällä linjalla lehtikuusi ei voi osoittautua kotimaisia puulajeja edullisemmaksi. Lehtikuusesta ei saada liioin niin arvokkaita sivutuotteita, että sillä olisi olennaista merkitystä puulajin kasvattamisen kannalta. Tuskinpa sitä voidaan pitää kestävimpänä karjaa tai metsänriistaakaan vastaan. Vihdoin lehtikuusi on tunnetusti heikoimpia puustopuita, eikä se maisemanhoidolliselta kannaltakaan tarjoa olennaisia erikoispiirteitä. Näin tarkastellen näyttäisi siis lehtikuusen kasvattamisen perustelu olevan verraten kapealla pohjalla.

Mutta aiheellista lienee kysyä, onko kohtuullista asettaa vieraista olosuhteista siirtyvälle puulajille vaatimukseksi, että sen on kyettävä voittamaan kotimaiset puulajit. Eikö riittävänä ole pidettävä kotimaisiin puulajeihin rinnastettavissa olevia ominaisuuksia, varsinkin kun otetaan huomioon maan metsien puulajisuhteiden rikastuttamisen tarpeellisuus? Tällöin tulee ennen muita esille kohdassa (1) esitetty vaatimus metsikön kasvukyvyistä. Suoritetun tutkimuksen mukaan lehtikuusikko kykenee lehtomaisella ja sitä paremmalla maalla kasvamaan kiintokuutiometreinä mitattuna jotenkin saman puumäärän kuin kuusikko ja kuiva-aineen kokonaistuotoksen perusteella arvosteltuna kotimaisten puulajien kanssa tasaveroiseen tulokseen. Näin ollen lehtikuusi on hyvillä kasvupaikoilla paperi-, selluloosa- ja kuituteollisuuden kannalta kotimaisiin puulajeihin rinnastettavissa. Tätä seikkaa lehtikuusiyksilöiden järeyden kehitysnopeutta ja puuaineen kestävyyttä koskevien näkökohtien tukemana täytynee pitää riittävänä perusteena lehtikuusen kasvattamisen lisäämiselle. Ei liene epäilystä siitä, että enentynyt lehtikuusen kasvattaminen olisi omiaan luomaan lehtikuusipuuta käyttävää teollisuutta ja kiinnittämään olemassa olevan teollisuuden huomiota mainitun puulajin tarjoamiin mahdollisuuksiin. Siitä ovat lehtikuusipuun monet edulliset teknilliset ominaisuudet takeena.

Vihdoin on korostettava, että käsillä oleva tutkimus, joka on kohdistunut puhtaan lehtikuusilajin muodostamiin metsikköihin, ei tuo esille kaikkia lehtikuusen viljelyn mukanaan tuomia mahdollisuuksia. Kun jo tällaiset metsiköt kykenevät esim. kuusikon kanssa tasaveroiseen kokonaiskasvuun, sitä suuremmalla syyllä voidaan odottaa, että rodunjalostuksen

menetelmiä hyväksi käyttäen on kehitettävissä risteytyksiä, hybridejä, jotka pystyvät metsikön kasvukyvyyssä kuutiomitoin mitattuna voittamaan kotimaiset puulajit (vrt. S a r v a s 1956 a, s. 479). Tässä mielessä herättää ennen muita toiveita siperialaisen ja eurooppalaisen lehtikuusen risteytys (vrt. S a a r n i j o k i 1942), mutta myös monet muut yhdistelmät ovat mahdollisia (vrt. mm. K i e l l a n d e r 1958). Näin ollen lehtikuusen merkitystä maan metsätaloudelle voidaan tuskin arvostella yksinomaan nykyisin tavattavien lehtikuusikoiden, ts. puhtaan lehtikuusilajin muodostamien metsiköiden, kasvun ja kehityksen perusteella, joskin ne asettanevat todennäköisen alarajan lehtikuusen tulevaisuuden mahdollisuuksille. Missä määrin tämä alaraja kyetään rodunjalostuksen keinoin ylittämään, jää kuitenkin tulevien tutkimusten varaan.

Lehtikuusta voitaneen edellä esitetyn perusteella pitää puulajeista köyhän maan kysymyksessä ollen riittävän edullisena puulajina, että sen viljelemisen lisäämiseen tuoreilla kankailla olisi mahdollisuuksien mukaan pyrittävä. Niin kauan kuin risteytystaimia ei ole riittävästi saatavissa ja kun hybridien muodostamien metsiköiden menestymistä ei ole tieteellisesti selvitetty, on suositeltavinta pyrkiä tehostamaan erityisesti siperialaisen lehtikuusen, varsinkin Raivolan rodun, viljelyä. Eurooppalaisen lehtikuusen asettaminen toiselle sijalle ei johdu sen siperialaista lehtikuusta heikommista teoreettisista menestymisedellytyksistä, eikä sen kasvukyvyn heikoudesta, vaan perusteena ovat tämän puulajin rungon heikompi teknillinen laatu ja alttius luonnontuhoille. Mikäli viimeksi mainituille näkökohdille ei tarvitse antaa painoa, myös eurooppalaista lehtikuusta voidaan pitää kasvattamisen arvoisena.

Kirjallisuusluettelo

- Aaltonen, V. T. 1932. Über den Einfluss der Holzart auf den Boden. Summary: The effect of different species of tree on the soil. — MTJ 17. 5.
- 1932 a. Puulajin vaikutuksesta maaperään. — Metsätietoa, s. 85—91.
- Björkenheim, R. 1906. Piirteitä lehtikuusimetsistä. — S. Metsänhoitoyhd. Julk., s. 169—196.
- Blomqvist, A. G. 1881. Hvilka erfarenheter har man af hitintills i landet verkställda odlingar af lärkträdet och andra utländska trädslag? — F. Forstför. Medd., s. 192—193.
- 1887. Iakttagelser angående sibiriska lärkträdet, pichtagranen och sembratallen i deras hemland samt om forstliga förhållanden derstädes. — Ibid., s. 149—181.
- Bonnevie-Svendsen, C. ja Gjems, O. 1957. Amount and chemical composition of the litter from larch, beech, Norway spruce and Scots pine stands and its effect on the soil. — Medd. Norske Skogforsøksv., s. 111—174.
- 1959. Støroproduksjon hos lerk, bøk, gran og furu. — Norsk Skogbruk Nr. 2.
- Bungert. 1935. Ist die Lärche ein Humusbildner? — Forstl. Wochenschr. Silva, s. 273—277.
- Cajander, A. K. 1901. Siperian lehtikuusen (*Larix sibirica* Led.) länsirajasta. — Medd. Soc. pro Fauna et Flora Fenn., s. 24—34.
- 1914. Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuuksista Suomessa. — MA, s. 551—558.
- 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.
- Carbonnier, C. 1956. Yield study at the Forest Research Institute of Sweden. Methods and results. — 12th Congr. IUFRO /56/25/7, Oxford.
- Duerr, W. A. ja Gevorkiantz, S. R. 1938. Growth prediction and site determination in uneven-aged timber stands. — Jour. Agr. Res., s. 81—98.
- Eide, E. ja Langsaeter, A. 1941. Produksjonsundersøkelser i granskog. Produktionsundersuchungen von Fichtenwald. — Medd. Norske Skogforsøksv. 7.
- Eklund, B. 1952. Instruktion för stora produktionsundersökningen. Fältarbetet. Moniste.
- Erdmann, F. 1926. Die Humusformen des Waldbodens. — Forstarchiv, s. 81—89.
- 1928. Die Grundlagen der Wirtschaftsführung in der Oberförsterei Neubruchhausen von 1892 bis 1924. — Zeitschr. Forst- und Jagdw., s. 585—634.
- 1930. Altern, Erkranken, Entarten des Waldbodens. — Forstl. Wochenschr. Silva, s. 253—256.
- Ericson, B. 1959. A mercury immersion method for determining the wood density of increment core sections. — Stat. Skogsforskningsinst., rapport Nr 1.
- Erteld, W. 1957. Einiges über die ertragskundliche Forschungsmethodik der Gegenwart. Summary: Some thoughts about the methods of research in modern forest mensuration. — Archiv Forstw., s. 421—431.

- H a h n, G. G. ja A y e r s, T. T. 1943. Role of *Dasyscypha willkommii* and related fungi in the production of canker and die-back of larches. — Jour. For., s. 483—495.
- H e i k i n h e i m o, O. 1926. Myrskyntuhoista Raivolan lehtikuusimetsässä syyskuun 23 päivänä 1924. Referat: Über die Sturmschäden in dem Lärchenwald bei Raivola am 23. September 1924. — MTJ 12.
- »— 1953. Ulkomaiset puut Suomessa, etenkin Uudellamaalla. — Metsämies, s. 61—64.
- »— 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. Referat: Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremdländischen Holzarten in Finnland. — MTJ 46. 3.
- I l v e s s a l o, L. 1910. Om odling af utländska trädslag. — Upps. i skogsbruk, red. af F. Skogsvårdsför. Tapio, s. 65—73.
- »— 1913. Versuche mit ausländischen Holzarten im Staatsforst Vesijako. — AFF 2.
- »— 1913 a. Ueber Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in Finnland. — F. Forstfö. Medd., s. 262—267, 331—338.
- »— 1916. Lehtikuusenviljelys Suomessa. — S. Metsänhoitoyhd. Julk., Erikoistutk. 5.
- »— 1920. Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmällä pitäen. Referat: Ueber die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten mit spezieller Hinsicht auf die finnischen Verhältnisse. — AFF 17.
- »— 1920 a. Voidaanko metsiemme puulajilukua kartuttaa nykyisestäään? — Tiede ja elämä, s. 25—34.
- »— 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. Referat: Der Lärchenwald bei Raivola. — MTJ 5.
- »— 1927. Cultivation of foreign species of trees. Selostus: Ulkomaalaisten puulajien viljelemisen edellytykset. — Silva Fenn. 4, s. 53—63.
- I l v e s s a l o, L. † ja S a r v a s, R. 1949. Ulkomaiset puulajit ja niiden viljelemismahdollisuudet Suomessa. — Suuri metsäkirja I, s. 156—179.
- I l v e s s a l o, Y. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. — AFF 15.
- »— 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). Selostus: Pysyvien koalojen perustaminen ja mittaus Suomessa. — MTJ 17. 2.
- »— 1954. Growth and yield and forest management. — 11^{ième} Congrès Rome 1953. Comptes Rendus. Firenze.
- »— 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland and their development from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three National Forest Inventories. — MTJ 47. 1.
- »— 1959. Suomen metsien hakkuumahdollisuudet metsävarojen kehittämiseen tähtäävän hakkuusuunnitteen valossa. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland in the light of allowable cut, aiming at the development of forest resources. — MTJ 51. 9.
- J a l a v a, M. 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Porvoo—Helsinki.
- K a l e l a (C a j a n d e r), E. K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kultur-fichtenbestände in Süd-Finnland. — MTJ 19. 3.
- »— 1945. Suomen metsien puulajidynamiikkaa. Referat: Holzartendynamik in den finnischen Wäldern. — Terra, s. 1—19.

- »— 1949. Ecological character of tree species and its relation to silviculture. Selostus: Ekologiset puulajiryhmät ja metsänhoito. — AFF 57. 1.
- »— 1952. Metsiemme kuusettumisesta erään esimerkin valossa. Referat: Die Verfichtung der Wälder Finnlands im Lichte eines Beispiels. — MTJ 40. 21.
- Kallio, K. 1957. Käenkaali-mustikkatyyppin kuusikoiden kehityksestä Suomen lounaisosassa. Summary: On the development of spruce forests of the Oxalis-Myrtillus site type in the South-West of Finland. — AFF 66. 3.
- »— 1960. Etelä-Suomen kylvömänniköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of pine stands established by sowing in the South of Finland. — AFF 71. 3.
- Kiellander, C. L. 1958. Hybridlärk och lärkhybrider. — Sv. Skogsvårdsför. Tidskr., s. 371—398.
- Koivisto, P. 1957. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Konekirjoite metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osastossa.
- »— 1958. Koivikoiden kasvatuksesta ja tuotoksesta. Summary: On the thinning and yield of birch stands. — MA, s. 88—93.
- »— (koonnut — collected). 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Summary: Growth and yield tables. — MTJ 51. 8.
- »— 1960. Om tillväxtskillnaden mellan vårt- och glasbjörkbestånd. — Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr., s. 1—6.
- Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. — MTJ 12.
- »— 1942. Siperian lehtikuusen kasvusta sekametsiköissä Evon valtionpuistossa. Referat: Über den Zuwachs der sibirischen Lärche in den Mischbeständen des Staatsforstes Evo. — AFF 50. 8.
- Levančević, A. 1938. O izgledima i mogućnostima numeričkog bonitiranja šumskih stojbina. Glasnik za šumske pokuse. Zagreb.
- Linnamies, O. 1959. Valtion metsät sekä niiden hoidon ja käytön yleissuunnitelma. Vuosien 1951—55 inventoinnin tuloksia. Summary: The State forests of Finland and a general management plan for them based upon an inventory made in 1951—55. — AFF 68. 5.
- Mattsson, L. 1917. Form och formvariationer hos lärken. Studier över trädens stambyggnad. — MSS, s. 841—922.
- Metzger, C. 1935. Zur Kenntnis der sibirischen Lärche. — Forstl. Wochenschr. Silva, s. 209—215, 217—223.
- Meyer, W. H. 1934. Growth in selectively cut ponderosa pine forests of the Pacific Northwest. — U. S. Dept. Agr. Tech. Bul. 407.
- Michajlow, J. 1952. Mathematische Formulierung des Gesetzes für Wachstum und Zuwachs der Waldbäume und Bestände. — Schw. Zeitschr. Forstw., s. 368—380.
- Mikola, P. 1954. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumisnopeudesta. Summary: Experiments on the rate of decomposition of forest litter. — MTJ 43. 1.
- »— 1956. Hakkuu — asento — uudistusmenetelmä. Summary: Cutting — position reproduction method. — MA, s. 243—248.
- Mills, F. C. 1938. Statistical methods applied to economics and business. Revised. New York.
- Møller, C. M. 1954. The influence of thinning on volume increment. — State Univ. New York. World For. Series Bul. 1.
- »— 1959. Ein Wuchsgesetz. — Forstw. Centralbl., s. 203—211.

- Newlin, J. A. ja Wilson, T. R. C. 1919. The relation of the shrinkage and strength properties of wood to its specific gravity. — U. S. Dept. Agr. Bul. 676.
- Nordberg, S. ja Havo, T. 1908. Ulkomaalaisten neulaspuiden menestymisestä Evon ruununpuistossa. — S. Metsänhoitoyhd. Julk., s. 135—154.
- Nyysönen, A. 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — AFF 60. 4.
- Näslund, M. 1936. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning. Zusammenfassung: Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. Primärbearbeitung. — MSS, s. 1—169.
- 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. Zusammenfassung: Funktionen und Tabellen zur Kubierung stehender Bäume. Kiefer, Fichte und Birke in Nordschweden. — MSS, s. 87—142.
- Oppermann, A. 1924. Dyrkning af Laerk i Danmark. Summary: Cultivation of larch in Denmark. — Det Forstl. Forsøgsv. Danmark, s. 1—324.
- Palosuo, V. 1938. Tutkimuksia lehtikuusen luontaisesta uudistumisesta eräissä suomalaisissa lehtikuusimetsissä. Referat: Die natürliche Verjüngung der Lärche in einigen finnischen Kulturbeständen. — MTJ 27. 3.
- Peschel, W. 1938. Die mathematischen Methoden zur Herleitung der Wachstumsgesetze von Baum und Bestand und die Ergebnisse ihrer Anwendung. — Thar. Forstl. Jahrb., s. 169—247.
- Petterson, H. 1934. Några synpunkter på metodiken vid korrelationsanalys. Summary: Some view points on the methods of correlation analysis. — Sv. Skogsvårdsför. Tidskr., s. 187—192.
- 1937. Utvecklingsprognoser för skogsbestånd. — 1937 års nordiska skogskongress, Exkursion II. Stockholm.
- 1954. Barrskogens volymproduktion. — MSS 45, Nr 1 A.
- Reuter, E. 1918. Lehtikuusikokeilut Tornionjokivarrella. — MA, s. 294—297.
- Robak, H. 1955. Fremmede nåletreslag i Nord-Norge. — Tidsskr. Skogbruk, s. 4—16.
- Saarnijoki, S. 1942. *Larix decidua x sibirica*, ein neuer Lärchenbastard. Selostus: *Larix decidua x sibirica*, uusi lehtikuusibastardi. — MTJ 31. 1.
- Sarvas, R. 1956. Puulajit. — Metsäkäsikirja, s. 454—474.
- 1956 a. Metsäpuiden rodunjalostus. — Ibid., s. 475—480.
- Schletter, A. 1954. Betrachtung zur Weckschen Methode der Wachstumsdiagnose. — Archiv Forstw., s. 193—205.
- Schober, R. 1939. Standort, Form und Rinde der Lärche in Hessen. — Mitt. Forstwirtschaft. Forstwissenschaft., s. 263—311.
- 1949. Die Lärche. Eine ertragskundlich-biologische Untersuchung. Hannover.
- 1955. Die Ertragsleistung der Nadelhölzer in Grossbritannien und in Deutschland verglichen nach der neuen britischen Ertragstafel von F. C. Hummel und J. Christie, 1953. — Forstw. Centralbl., s. 36—59.
- Schotte, G. 1917. Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. — MSS, s. 529—840.
- Simmons, E. M. ja Schnur, G. L. 1937. Effect of stand density on mortality and growth of loblolly pine. — Jour. Agr. Res., s. 47—58.
- Sjöström, H. 1934. Kulturförsök med *Larix sibirica* inom Västerbottens fjälltrakter. Zusammenfassung: Kulturversuche mit *Larix sibirica* in den Hochgebirgsgegenden Västerbottens. — Sv. Skogsvårdsför. Tidskr., s. 193—205.

- Smith, D. M. 1954. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. — U. S. Dept. Agr. For. Prod. Lab. Mad. Wisc. Report No. 2014.
- »— 1955. A comparison of two methods for determining the specific gravity of small samples of second-growth Douglas-fir. — Ibid., Report No. 2033.
- Spurr, S. H. 1952. Forest inventory. New York.
- Tammelander, K. 1914. Ulkomaalaisia, meillä viihtyviä havupuita. — MA, s. 13—20.
- Tigerstedt, A. F. 1922. Mustilan Kotikunnas. Kertomus kokeista ulkomaisilla puilla ja pensailla Mustilassa vuosina 1901—1921. I. Havupuut. English preface and summary: Arboretum Mustila. — AFF 24.
- Tollan, I. 1937. Skoggrenser på Nordmøre — Medd. Vestl. Forstl. Forsøksst. Nr. 20.
- Vanselow, K. 1942. Einführung in die Forstliche Zuwachs- und Ertragslehre. 2. Auflage. Frankfurt am Main.
- Weck, J. 1948. Forstliche Zuwachs- und Ertragskunde. Radebeul und Berlin.
- »— 1950. Über die Brauchbarkeit von Wachstumsgesetzen als diagnostisches Hilfsmittel der Waldwachstumskunde. — Forstw. Centralbl., s. 584—605.
- Wiedemann, E. 1937. Die Fichte 1936. Zweiter Teil. — Mitt. Forstwirtschaft. Forstwissenschaft., s. 103—248.
- 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. 2.
- »— 1955. Investigations on forest litter. Selostus: Metsäkariketutkimuksia. — MTJ 45. 6.
- Wittich. 1933. Untersuchungen in Nordwestdeutschland über den Einfluss der Holzart auf den biologischen Zustand des Bodens. — Mitt. Forstwirtschaft. Forstwissenschaft., s. 115—158.
- »— 1935. Ist die Lärche ein Humusbildner? — Forstl. Wochenschr. Silva, s. 281—286.
- Vuokila, Y. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in Southern Finland. — MTJ 48.1.
- »— 1960. Lehtikuusen kuutioimisyyhtälöt ja -taulukot. Summary: Tree volume functions and tables for larch. — MTJ 51. 10.
- »— 1960 a. Näkökohtia valtapituuden määrittämisestä. Summary: On the determination of dominant height. — MA, s. 235—238.

LYHENNYKSIÄ — ABBREVIATIONS

- AFF = Acta Forestalia Fennica
 MA = Metsätaloudellinen Aikakauskirja (-lehti)
 MTJ = Metsätieteellisen koelaitoksen (Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen, Metsäntutkimuslaitoksen) julkaisuja, Communicationes Instituti Forestalia Fenniae
 MSS = Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt (Skogsforskningsinstitut)

ON DEVELOPMENT OF SIBERIAN LARCH STANDS AND THEIR IMPORTANCE TO FORESTRY IN FINLAND

Summary in English

Introduction

According to the IIIrd National Forest Inventory (Y. Ilvessalo 1956, p. 60), 97.3 per cent of the productive forest land in the southern half of Finland is dominated by only four tree species, Scots pine (*Pinus silvestris*), Norway spruce (*Picea excelsa*), common birch (*Betula verrucosa*) and white birch (*Betula pubescens*). In addition, the natural course of development, as well as the present silvicultural trend, will in the future bring about an even more pronounced simplification of the relations of tree species of the country. Consequently, it will be necessary to make attempts to add to the selection of tree species of the forests by the introduction of new tree species, exotics. The present investigation is aimed at the evaluation of the Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) as a prospective exotic tree species in Finnish forests. Certain remarks are also made on the possibilities of growing the European larch (*Larix decidua* Mill.).

The research material, its collection and treatment

The research material consisted in part of permanent sample plots of the Forest Research Institute (cf. Table 1, p. 13; Table 2, p. 14) and in part of temporary sample plots (Table 3, p. 16), all located in the southern part of Finland, that is south of 62.5 degrees north latitude. Altogether, 50 temporary sample plots or permanent sample plot measurements are available for the *Oxalis-Myrtillus* site type (*OMT*) and 55 for the *Myrtillus* site type (*MT*). The investigation was concerned with pure, even-aged, healthy larch stands treated with thinnings from below, and as a rule planted on former agricultural land. If no specification is given, the word »larch» refers to the Siberian larch.

The methods of measurement applied on permanent sample plots have been described by Y. Ilvessalo (1932). On the temporary sample plots, all trees and stumps were given a provisional number, and a two diameter tally taken of each tree and stump. About 50—60 standing sample trees, which always included the 10 largest trees per plot, were chosen systematically from the tally sheets, and measured for the construction of height and taper curves. Finally, a complete stem analysis was made of 8—10 trees which represented approximately equal cubic volumes. The

surroundings of these trees were particularly studied. The soil (cf. p. 19) and humus were carefully inspected, and adequate samples taken. A description was made of the ground vegetation important for the Finnish system of site classification. The origin of the seed, the distance of seedlings at the moment of planting, and the technical quality of the stems were estimated. Whenever possible, a sample plot was also measured in a neighbouring stand of the same age comprising domestic tree species.

In the calculation of cubic volume and growth, two parallel methods were applied. On the basis of stem analyses, tree volume curves were drawn for the present growing stock and for that 5 years previously. The tree volume functions and tables for larch (Vuokila 1960) were used as a control.

One of the most difficult problems encountered in the investigation was how to secure perfect comparability of the site classifications used in the present investigation, and those employed in earlier Finnish studies (particularly that of Kalela 1933) concerning the development of stands of domestic tree species. For this purpose, there were used the permanent sample plot series shown in Fig. 2 (p. 23) and the temporary sample plots of domestic species measured in the field (cf. p. 24). By means of the dominant height in adjacent larch and spruce stands, it was possible to achieve comparability of site classifications of the two investigations concerned.

In order to determine the growth variations due to climatic fluctuations, borings were made in uncut old larch stands, and on this basis the annual ring indices of larch, which were necessary for the correction of volume growth values of sample plots, were calculated (Fig. 3, p. 25).

The specific gravity of larch wood was determined by the mercury immersion method developed by Ericson (1959). The material underlying these calculations is presented on p. 27.

As in the studies by Petterson (1934, 1937, 1954), Näslund (1936, 1940) and Vuokila (1960), regression analysis was applied for calculation of the growth prediction function for larch stands.

The development of larch stands in comparison with that of the domestic tree species]

In the main, the comparison is made graphically by figures which show the development of larch stands side by side with that of artificially established Norway spruce stands (Kalela 1933), Scots pine stands (Kallio 1960) and birch stands (Kivistö 1957, 1958, 1960). In certain figures, comparison is made with the results obtained from permanent sample plots of domestic tree species.

The total number of stems (Fig. 4, p. 31; Table 4, p. 31) in larch stands is considerably less than in stands of domestic coniferous tree species. It is particularly noticeable that in larch stands such stem numbers as 160 per ha. (OMT/90 years) are found in fully closed stands. This indicates that the larch individuals may have greater dimensions than the domestic ones.

The number of large-sized (dbh. 20 + cm.) trees (Fig. 5, p. 33; Table 4, p. 31) per ha. gives more definite evidence of the rapid development of larch individuals. In larch stands, the first trees reach a dbh. of 20 cm. at an average age of 16—19 years on different sites, i. e. much earlier than is the case with domestic tree species. Later, up to the age of about 50 years, the number of large-sized trees in the former is much higher than in the latter.

The same phenomenon is even more clearly indicated by Fig. 6 (p. 36), which shows the development of the stem distribution series in adjacent larch and spruce stands based upon a permanent sample plot pair (cf. also the set-up on p. 37). For instance, the figure reveals that while practically all trees in a larch stand may have exceeded the requirement of large size, 20 cm. in dbh., trees in the corresponding spruce stand are in general below this limit. It is obvious that under Finnish conditions the larch stand is able to produce larger dimensions than any other tree species.

The rapid development of larches is finally illustrated by the dominant diameter (Fig. 7, p. 38; Table 5, p. 40), calculated as the arithmetic mean of the 100 largest (in diameter) trees per ha. It is to be particularly emphasized that in larch stands it takes only about one half of the time required by the spruce stand for a certain large (20 + cm.) value of the dominant diameter to be attained. This is particularly important under conditions where the raising of definite large dimensions is the aim in forestry.

The dominant height (Fig. 8, p. 41; Table 5, p. 40; set-ups on p. 42, 44), calculated as the mean of the 100 largest trees per ha., also develops in larch stands somewhat faster than is the case in pine and spruce stands. However, at an early age the common birch stands seem to grow fastest in height, but later they fall below the larch stands. Consequently, in the long run the tree individuals grow most rapidly in larch stands than in stands of any other tree species, as regards both diameter and height.

The average basal area of larch stands is shown in Fig. 10 (p. 45) and Table 6 (p. 45). However, no important comparison can be made on this basis.

The same is true of the average cubic volume incl. bark (Fig. 11, p. 47; Table 7, p. 48; set-up, p. 47), expressed in cubic metres, solid measure, per ha. Nevertheless, it may be stated that under favourable conditions the cubic volume per ha. may rise in larch stands to a level not obtainable by domestic tree species.

The bark percentage (Table 7, p. 48), expressed in relation to the cubic volume incl. bark, is exceptionally high in larch stands. As a matter of fact, it is very seldom less than 20 per cent. The absolute difference between the bark percentages of different tree species in old age is 9—12 per cent (cf. set-up on p. 50). This may constitute an important factor in favour of the domestic tree species as a source of raw-material for the pulp and paper industry.

The result which appears in Fig. 13 (p. 52) and Table 8 (p. 52), showing the development of the current annual volume growth in different stands, expressed in solid cubic metres excl. bark per ha., must be regarded as being partly attributable to the high bark percentage of larch stands. It can be noticed that on the *Myrtillus* site type, the current annual volume growth of pine stands is consistently higher than that of the larch stands. However, at an early age the larch stands seem to grow somewhat, though perhaps insignificantly, faster than spruce stands. At an advanced age the spruce stands are, however, also more productive in this respect than the larch stands. On the site type in question, the common birch stands grow fastest of all at an early age, but they soon fall far behind the coniferous species. On the *Oxalis-Myrtillus* site type, the relation between the different tree species is much the same as on the *Myrtillus* site type. The growth percentage of larch stands is given in Table 8 (p. 52).

The function for the prediction of growth of the larch stands as calculated in the present investigation is as follows:

$$Z = 523 H - 22 H^2 + 342 G$$

where

Z = mean annual growth of the 5-year period, in solid cubic decimetres excl. bark per ha. (cu.dm. per ha.),

H = dominant height of the growing stock at the beginning of the period, in metres (m.),

G = basal area outside bark of the growing stock at the beginning of the period, in square metres per ha. (sq.m. per ha.).

The standard error of estimate of this simple function was found to be ± 21 per cent. However, no systematic error could be detected. Consequently, this kind of function can be more advantageously applied in the prediction of growth within forest areas than within stands.

The term *total growth* here implies the amount of stem wood, in cubic metres, solid measure, excl. bark per ha., grown by a stand up to a certain age, i. e. during a rotation. As indicated by Fig. 14 (p. 59) and Table 9 (p. 59), as well as by the set-up on p. 60, the pine stand seems to be most productive in this respect on the *Myrtillus* site type up to a rotation of 70 years, after which it is as productive as the spruce stand. During rotations of up to 50—60 years, the larch stand seems to be approximately equal to the spruce stand, but during longer rotations the larch stand is least productive of the coniferous tree species concerned. The mean annual increment (Table 9, p. 59) during the rotation of maximum volume growth on the *Myrtillus* site type (75 years) has been found in larch stands to be 6.0 cu.m. per ha., equivalent to 80—85 per cent of that grown by pine and spruce stands during their respective rotations. On the *Oxalis-Myrtillus* site type, the mean annual growth during 60 years (rotation of maximum volume growth) is 8.0 cu.m. per ha., which is only to an insignificant extent, 5—6 per cent, less than the corresponding figure for spruce stands. The growth capacity of larch stands, as indicated by the characteristic now under review, is 25 per cent higher than that of the common birch stands, and 70 per cent higher than that of the white birch stands on the *Oxalis-Myrtillus* site type. It can thus be stated that the larch is more productive than the domestic hardwood species, and approximately as productive as the spruce on good sites, whereas it does not attain the same level of growth as the domestic coniferous species on sites of medium and poor quality.

The *volume removal*, in solid cubic metres excl. bark per ha., from the larch stands of different age is indicated by Table 10 (p. 62). The total removal during different rotations (Table 11, p. 63) shows that the cuttings in larch stands have been relatively light in Finland, as during a rotation of 70 years less than 50 per cent of the total growth has been removed. The mean annual removal during different rotations is to be seen in Table 12 (p. 64).

The major negative feature of the *stem quality* in larch stands is the crookedness. As indicated by the set-up on p. 64, an average of 62 per cent of the stems were found to be more or less crooked in the larch stands. As regards the difference between the different tree species, it may be stated that larch trees are more crooked, but less branchy, than domestic tree individuals. No major insect or fungus damage was observed during the field work, even though the European larch in particular is known to be susceptible in this respect.

The yield in dry substance from larch stands

The specific gravity of larch wood increases with rising age of the growing stock, and from the top to the base of the trees (Fig. 15, p. 69; Table 13, p. 69). The mean specific gravity of the growing stock at different ages (cf. the set-up on p. 68) can be obtained by making borings in the larch stands at a height of 4 to 5 metres above the ground (cf. also Fig. 15, p. 69). The mean specific gravity during different rotations can be seen in the set-up on p. 71. The comparison of various tree species is rather unreliable on the basis of results published to date (cf. set-up on p. 71). The mean specific gravity of larch wood during the rotation of maximum volume growth has been found to be 0.418 gr. per cu.cm. (soaked volume).

The yield in dry substance from larch stands (Fig. 16, p. 73; Table 14, p. 73) makes no material change in the relation of different tree species from that presented in connection with the total growth. It is only that there is more foundation for the conclusion (cf. set-up, p. 74) that on good sites (OMT) the larch stands are of value equal to the domestic tree species from the viewpoint of the pulp and paper industry.

The importance of the larch to forestry in Finland

The cultivation of larch in Finland is still in a more or less experimental phase, as the area of larch stands amounts to only about 1500 ha., of which some 580 ha. are located in the southern half of the country (cf. set-up, p. 77). Furthermore, most of these stands are at the moment in the seedling phase (set-up, p. 77). Consequently, the importance of larch to forestry in Finland is at the moment purely a potential one.

The qualifications of growing larch stands for the pulp and paper industry are relatively good. The present paper shows that on good sites in the southern part of the country the larch is able to reach the same total growth and yield in dry substance during ordinary rotations as the domestic tree species. In addition, the specific gravity of larch wood and the trial cookings carried out in Finland and in Sweden by Eric Edlund (Mo och Domsjö Aktiebolag, Örnsköldsvik) indicate that larch wood is almost equal to the domestic coniferous species as regards the yield of pulp per unit volume, and that it can therefore be used as the raw material of the pulp and paper industry. From this standpoint it, accordingly, seems advisable to grow larch only on good sites.

For the production of large-sized, hardy and valuable timber, larch stands are particularly suited. It has been shown in the present investigation that larch stands are able to attain a definite large dimension of dominant diameter in one half of the time required by the spruce stand on an equivalent site (cf. also Fig. 17, p. 83), and that the growing of the largest diameters seems to be possible only in larch stand. Under circumstances in which the production of large-sized timber is the aim of forestry, the larch can also be recommended for medium forest sites (MT). It is generally known that larch wood is exceptionally resistant to decay and thus that larch wood is particularly suited for purposes where long-standing endurance of adverse conditions is required. It may be mentioned that larch wood is thus especially suitable for the construction of bridges, docks and floors in saunas and cowsheds, as well as for telephone and electric poles, railway sleepers, fence posts etc. As firewood, larch is at least as valuable as domestic coniferous species, but less valuable than birch. In all, there are an abundance of every-day practical

uses for which larch wood is either of equal value or even more valuable than the domestic tree species.

It may be a generally prevailing idea that the larch could affect favourably the condition of the soil (cf. e.g. Erdmann 1926, 1928, 1930; Bungert 1935). However, even in Central Europe there is controversy about this phenomenon (Wittich 1933, 1935). In Finnish and Scandinavian investigations (Aaltonen 1932; Bonnevie-Svendsen and Gjems 1957; Mikola 1954; Viro 1955) no such favourable effect of the larch on the soil was detected. Consequently, there is but scant reason to emphasize this aspect of growing larch stands.

During the past few years, larch seedlings have been planted in great numbers in the North of Finland on the snow-damage areas of the Forest Service. It is hoped that under these conditions the larch, which loses its needles for the winter (cf. Fig. 18, p. 88), will prove more resistant to snow pressure than the domestic coniferous species. Even though definite favourable experiences have so far been obtained, these plantations must be regarded at the moment more as experiments than as important practical measures. Additional experience and investigations will be necessary.

Due to the rich ground vegetation, it may be possible to grow larch on pastures. The introduction of an exotic species may, in addition, increase the general interest of forest owners in their forests.

Silvicultural aspects

On certain sites, the larch can be naturally regenerated in Finland (cf. Fig. 19, p. 92). As larch stands are scarce at present, new larch stands must be planted on good sites of mineral soils with no swamp formation. By reason of the rapid self-pruning of larch stem and the fairly high price of seedlings, larch stands can be established by employment of wide spacing, 3.0×3.0 m., and $1 + 1$ -, $1 + 1 + 1$ - or $2 + 1$ -year-old seedlings. The larch must be grown in pure stands, as it does not survive in a mixture with domestic tree species. In the early phase, the larch seedling stand must be protected against cattle. The thinnings must start fairly early, and must be relatively heavy. These thinnings cannot be made as purely from below as in the domestic stands, since the crookedness of stems necessitates the removal of even the largest trees. A rotation of 60 years on the *Oxalis-Myrtillus* site type, and 75 years on the *Myrtillus* site type, are to be recommended, unless the aim is the production of certain specified dimensions.

Final evaluation

As a final conclusion, it may be stated that even as a pure tree species the Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) is a valuable contribution to the sparse selection of tree species in the forests of Finland. On good sites, it can be grown with economic expectations which are equal to those offered by domestic coniferous species, and with better prospects than hardwood species for the pulp and paper industry. For the production of wood of large dimensions and with valuable resistance, the larch can also be grown on medium sites (MT), and generally offers a much better capacity than any of the domestic tree species.

On this basis, the increased cultivation of larch would be motivated in Finland. However, the present investigation has set only the lower limit for the potentialities of larch in Finnish forestry. It is reasonably apparent that by the employment of tree breeding methods it will be possible to produce hybrids which will grow faster than the respective pure tree species, thus increasing the economic justification for the raising of larch stands. The hybrid of the Siberian and European larch (cf. Saarnijoki 1942) is of particular promise, but many other hybridizations are also possible.

Of the two major pure larch species, the Siberian larch is at the moment to be preferred, mainly because of its greater resistance to natural damage, and its better technical quality than the European larch (*Larix decidua* Mill.).

TEOLLISUUDEN POLTTOPUUN KÄYTTÖ
SUOMESSA VUOSINA 1927—1957

ESKO SALO

*INDUSTRIAL UTILISATION OF FIREWOOD
IN FINLAND IN 1927—1957*

HELSINKI 1960

Alkusanat

Vuodesta 1954 lähtien on tilastollinen päätoimisto kerännyt tietoja myös teollisuuden vuosittain käyttämien polttoaineiden määristä. Tätä ennen saatiin mainitunlaisia tietoja vain ajoittain suoritettujen erillisten tutkimusten avulla, joiden päätulokset on aikanaan julkaistu metsäntutkimuslaitoksen toimesta. Viimeinen tällainen erillinen tutkimus suoritettiin vuodelta 1953, jolloin aineiston käsittelystä vastasi nyt esitettävän julkaisun tekijä (S a l o 1956).

Nyt esitettävän tutkimuksen tarkoituksena on koota teollisuuden polttoaineiden käytöstä saatavat tiedot yhteen ja niiden perusteella tarkastella teollisuuden polttopuiden käytön vaihteluita vv. 1927—1957 ja niihin vaikuttaneita tekijöitä. Kun tutkimuksen käsikirjoituksen valmistuttua on jo ollut saatavissa ennakkotietoja teollisuuden polttoaineiden käytöstä v. 1958, on mainittua vuotta koskevat tiedot lisätty myös eräisiin tässä tutkimuksessa esitettyihin taulukoihin. Tutkimuksen kirjoitusosassa niitä ei kuitenkaan voitu ottaa huomioon.

Tutkimusta suorittaessani olen esimieheltäni prof. V. P ö n t y s e l t ä saanut jatkuvaa opastusta ja tukea, mistä haluan esittää hänelle parhaat kiitokseni. Opettajani E i n o S a a r i on lukenut tutkimuksen käsikirjoituksen ja antanut sen suhteen monia hyviä neuvoja ja ohjeita, joista olen hänelle erittäin kiitollinen.

Helsingissä, lokakuun 15 p:nä 1960.

Esko Salo

Sisällysluettelo

	Sivu
I. Johdanto	7
1. Tutkimuksen rajoittaminen	7
2. Aikaisempia tutkimuksia	10
II. Teollisuuden polttopuut	13
1. Polttopuiden jaoitus	13
2. Teollisuuden halot	14
21. Halkojen kokonaiskäyttö	14
22. Halkojen käyttö teollisuusryhmittäin	16
23. Teollisuuden halkojen puulajisuhteet	17
24. Teollisuuden halkojen hankinta-alueet	20
3. Teollisuuden muut polttopuut	22
31. Metsäteollisuuden jättepuut	22
311. Puuteollisuuden jättepuut	23
312. Paperiteollisuuden jätteet	26
32. Jätteidien todelliset käyttömäärät	28
33. Jätteidien käyttö mäntyhaloiksi muunnettuna määrinä	28
331. Käytetyt muuntoluvut	29
322. Jätteidien kokonaiskäyttö mäntyhaloiksi muunnettuna	31
333. Jätteidien käyttö teollisuusryhmittäin	32
4. Teollisuuden polttopuun kokonaiskäyttö	34
III. Teollisuuden polttopuiden käyttöön vaikuttaneet tekijät	38
1. Yleistä	38
2. Polttopuiden käytön suhde teollisuuden muihin polttoaineisiin ja energian kokonaiskäyttöön	38
21. Polttopuiden osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä ..	39
22. Polttopuiden osuus teollisuuden energian kokonaiskäytöstä	42
221. Teollisuuden sähkövoiman käyttö	43
222. Teollisuuden energian kokonaiskäyttö	44
23. Teollisuustoiminnassa tapahtuneiden muutosten vaikutus polttopuiden sekä energian kokonaiskäyttöön	48
3. Eri polttoaineiden käytön taloudelliset edellytykset	49
31. Yleistä	49
32. Teollisuuden polttoaineiden hintavertailu	51
321. Polttoaineiden polttoarvot	51
322. Polttoaineilla erilaisissa polttolaitteissa saatavat hyötysuhteet	53
323. Teollisuuden polttoaineiden omakustannushinnat	55
324. Polttoaineiden hinnat hyödyksi saatua 1 000 cal kohden	56
325. Halkojen ja kivihiilen sekä halkojen ja polttoöljyn hintarajat	60
33. Teollisuuden halkojen sekä kivihiilen ja polttoöljyn käyttöalueet .	63
34. Jätteidien käyttöön liittyviä erikoispiirteitä	65
IV. Teollisuuden polttopuun käytön merkitys	67

	Sivu
1. Halkojen käytön merkitys metsien hoidossa	67
11. Teollisuuden halkojen osuus halkojen kokonaiskäytöstä	68
2. Teollisuuden halot maaseudun työ- ja ansiotilaisuuksien antajana	70
V. Yhdistelmä	72
Kirjallisuusluettelo	76
<i>Summary</i>	79
Kartakkeet	85
Taulukot	93

I. Johdanto

1. Tutkimuksen rajoittaminen

Senjälkeen, kun Gyldeén (1853) esitti arvionsa puunkäytöstä Suomessa vuodelta 1850 on tämän alan tutkimuksia ehditty suorittaa jo suuri joukko.

Tällaisista tutkimuksista mainittakoon tässä yhteydessä vain kolmen yleisen puunkäyttötutkimuksen suorittaminen vv. 1927, 1938 ja 1955 (Saari 1934, Osara - Pöntynen - Erkkilä 1948, Pöntynen 1958 ja 1959 a). Näissä tutkimuksissa on ensiasteisen puun käyttö jaettu yleensä kuuteen käyttöryhmään, joista useimmat voidaan vielä jakaa useaan alaryhmään. Puunkäytön pääryhmät ovat seuraavat:

1. Jalostamattoman puun vienti
2. Teollisuuden käyttämä raaka-ainepuu
3. Teollisuuden käyttämät halot
4. Liikenteen puun käyttö
5. Maaseudun kotikäyttö
6. Muut erät

Vuoteen 1955 kohdistuneessa yleisessä puunkäyttötutkimuksessa on ryhmä 5 kuitenkin jaettu kahteen eri pääryhmään, maatalousväestön sekä maaseudun muun kuin maatalousväestön puun käyttöön. Mainitussa tutkimuksessa on myös kaupunkien ja kauppaloitten puun käyttö erotettu omaksi ryhmäksi. (Vrt. esim. Pöntynen 1959 a.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää teollisuuden polttopuun käytön kehitystä siinä laajuudessa kuin se jo suoritettujen tutkimusten perusteella on mahdollista. Edellä esitetystä jaoittelusta kuuluu siis tutkimuksen piiriin käyttöryhmä 3, teollisuuden halot, kokonaisuudessaan.

Kun on kysymys teollisuuden polttopuun kokonaiskäytöstä ei riitä, että rajoitetaan käsittelemään ainoastaan tähän tarkoitukseen käytetyn ensiasteisen puun, siis halkojen kulutusta. Asiahan on niin, että teollisuuden polttopuusta normaalivuosina, kuten tuonnempana lähemmin ilmenee, halkojen osuus on muodostanut vain noin kolmanneksen, kun taas jätepuun osuus on ollut noin kaksi kolmannesta. On siis luonnollista ja välttämätöntäkin laajentaa tutkimus koskemaan myöskin näiden polttopuiden käyttöä.

Myöskin puuhiili voitaisiin hyvällä syyllä lukea puupolttoaineiden joukkoon kuuluvaksi, sillä onhan se vain puun eräs jalostusmuoto, jota käytetään teollisuuden, etupäässä metalli- ja konepajateollisuudessa, erikoispolttoaineena. Kun puhutaan vain polttopuun käytöstä voidaan se jättää kuitenkin tämän käsitteen ulkopuolelle. Puuhiilen käyttö on nykyään lisäksi niin vähäistä verrattuna teollisuuden muiden polttoaineiden käyttöön, ettei sillä muutoinkaan ole juuri mitään merkitystä.

Vaikkakin tutkimuksen tarkoituksena on selvittää vain teollisuuden polttopuun käytön kehitystä sekä siihen liittyviä asioita, on asioiden selvittämiseksi useassakin yhteydessä syytä tutustua myös teollisuuden muiden polttoaineiden sekä sähkövoiman käyttöön, koska juuri nämä käyttömuodot ovat merkittävästi vaikuttaneet myös teollisuuden polttopuiden käyttöön. Edellä mainittiin jo puuhiili. Tutkimuksen kannalta on kivihiehellä ja koksilla kuitenkin huomattavasti suurempi merkitys niiden runsaan käytön johdosta. Toisen maailmansodan jälkeen on myöskin polttonesteiden kulutus merkittävästi lisääntynyt, joten eri polttoaineiden välistä kilpailua tarkasteltaessa ei näitäkään polttoaineita voida jättää kokonaan huomioon ottamatta.

Kotimaisista polttoaineista on vielä mainittava polttoturve. Sen käyttö on tosin ollut sangen vähäistä, muodostaen teollisuuden koko polttoaineiden kulutuksesta vuosittain vain 0—2 %, mutta sen suuren polttoainetaloudellisen merkityksen takia, mikä polttoturpeella voisi runsaammin käytettynä olla, on tämäkin polttoainelaji otettu mukaan eri polttoaineiden hintavertailuja suoritettaessa.

Kuten jo edellä (s. 7) on mainittu, on puunkäyttötutkimuksissa teollisuuden halkojen käyttö käsitetty omana ryhmänään. Teollisuuden raja muihin ryhmiin ei kuitenkaan ole kaikkialla aivan selvä.

Teollisuuden piiriin on näissä puunkäyttötutkimuksissa luettu kuuluviksi kaikki ne työpaikat, jotka esiintyvät teollisuustilastossa. Kun teollisuustilastossa ei vuoteen 1954 saakka ole otettu huomioon lainkaan meijereitä, on yleisissä puunkäyttötutkimuksissa vv. 1927 ja 1938 niiden puunkäyttö lisätty teollisuustilastossa olleiden laitosten puun käyttöön. Vuodesta 1954 lähtien ilmoitetaan teollisuustilastossa meijereiden polttoaineiden käyttö muun teollisuuden yhteydessä. Myös vuoteen 1955 kohdistuvassa yleisessä puunkäyttötutkimuksessa luetaan meijerit muun teollisuuden yhteyteen. Koska tiedot meijereiden polttopuun käytöstä ovat tässä kysymyksessä olevana ajanjaksona vaillinaisemmat kuin muun teollisuuden polttopuun käytöstä jätetään ne tämän tutkimuksen aihepiiriin ulkopuolelle.

Osoituksena meijereiden polttopuun käytön suuruudesta mainittakoon vain, että ensimmäisen puunkäyttötutkimuksen mukaan oli meijereiden käyttämien halkojen määrä vuonna 1927 yhteensä 207 500 p-m³ (S a a r i 1934, taul. 10). Toisen puunkäyttötutkimuksen mukaan oli vastaava käyttö

v. 1938 268 600 p-m³ (O s a r a - P ö n t y n e n - E r k k i l ä, taul. 39). Vuoden 1955 teollisuustilastossa taas on meijereiden käytöksi ilmoitettu 231 300 p-m³. Jättepuiden käyttö meijereissä on ollut aivan merkityksetön.

Teollisuuden piiri supistuu myös senvuoksi, että teollisuustilastoon ei ole voitu saada maamme kaikkia teollisuuspaikkoja. Vuoteen 1954 saakka käsitti teollisuustilasto seuraavat työpaikat: (a) valtion tarkastuksen ja valvonnan alaiset laitokset, joissa valvonta koskee itse tuotantoa, (b) teknokemialliset tehtaot, (c) tiilitehtaot, sahat ja turvepehkutehtaot, paitsi niitä, joita käytettiin ainoastaan omistajan omaa tarvetta varten ja (d) muut teollisuustoimintaa harjoittavat laitokset, joissa työvoiman suuruus on vähintään 10 työntekijää. Siinä tapauksessa, että tuotannossa käytettiin konevoimaa, laskettiin kunkin tehokkaan hevosvoiman vastaavan 3 työntekijää (Teollisuustilastoa 1920 s. 5).

Vuoden 1954 tilastouudistuksen jälkeen kuuluvat teollisuustilaston piiriin kaikki ne työpaikat, joiden henkilökunta on vähintään viisi henkilöä, toimihenkilöt ja omistajat mukaanluettuna.¹⁾ Konevoiman käytössä katsotaan 7 hv:n vastaavan yhtä työntekijää. Eräillä toimialoilla on kuitenkin poikettu näistä yleisistä säännöistä. Niinpä tilastoon on otettu esim. kaikki ne sahat, joiden tuotanto on vähintään 100 std (Teollisuustilasto v. 1954, s. 10—11).

Edellä esitetyn perusteella voidaan päätellä, että teollisuustilastosta puuttuu joukko käsi- ja pienteollisuusyrityksiä, joita ei siis ole tämänkään tutkimuksen puitteissa otettu huomioon. Tällaisista poisjääneistä laitoksista ovat ehkä kenttäsahat sekä pienet tiili- ja turvepehkutehtaot merkittävimpiä. Niiden polttopuun käyttö on kuitenkin yleensä siksiki vähäistä, ettei sillä tämän tutkimuksen kannalta ole kovinkaan suurta merkitystä.

Teollisuuden polttoaineiden kokonaismäärää laskettaessa on teollisuustilaston luvuissa vuodesta 1954 alkaen otettu huomioon myös se selluloosa-teollisuuden jätelipeämäärä, jonka teollisuuden on arvioitu vuosittain käyttäneen. Kun näitä tietoja ei aikaisemmilta tutkimusvuosilta ole saatavissa, on teollisuuden polttoaineiden yhteismäärä tässä tutkimuksessa laskettaessa selluloosateollisuuden jätelipeä jätetty huomioon ottamatta.

Kuten jo edellä viitattiin, on teollisuustilastossa v. 1954 suoritettu teollisuusryhmittelyn perinpohjainen uudelleenjärjestely. Vertailujen helpottamiseksi on teollisuuden polttoaineiden käyttö v. 1955 laskettu tässä tutkimuksessa kuitenkin teollisuustilaston aiemmin käyttämän ryhmittelyn mukaisena. Vuosilta 1956—1958 esitettäviä tietoja ei sensijaan enää ole voitu saattaa vanhan ryhmittelyn mukaisiksi. Näiltä vuosilta tutkimuksessa esitetyt luvut koskevat siten kaikkia ko. vuosina teollisuustilaston piiriin kuuluneita laitoksia.

¹⁾ Teollisuustilasto noudatti tätä määrittelyä jo useita vuosia ennen tilaston virallista uudistamista (Maist. K o n k o s e n suullinen lausunto).

2. Aikaisempia tutkimuksia

Ensimmäinen maamme puunkäyttöön kohdistunut tutkimus, missä teollisuuden käyttämä polttopuu on arvioitu erillään muusta polttopuusta sisältyy v. 1896 asetetun yksityismetsäkomitean mietintöön (Komiteanmietintö 1 900, s. 171). Sen mukaan oli Suomen teollisuus käyttänyt v. 1896 polttopuita ja hiiliä puuksi arvioituna yhteensä 1.66 milj. k-m³. Kun komitea arvioi koko maan puunkäytöksi v. 1897-19189 milj. k-m³ ¹⁾ oli teollisuuden osuus koko puun käytöstä n. 8.7 %. Edellä mainittu yksityismetsäkomitean laskema puun kokonaiskäyttö perustuu eräiltä osiltaan pelkkiin arviolukuihin. Sen laskentatavassa on lisäksi eräitä muitakin puutteellisuuksia.

Teollisuuslaitosten polttopuun käytöstä sai komitea tietoja osittain teollisuuslaitosten omistajien teollisuushallitukselle lähettämistä vuosilmoituksista, osittain komitean jäsenten tutkimusmatkoillaan hankkimista tiedoista. Niiden laitosten puunkäyttö, joista ei oltu saatu mitään tietoja, arvioitiin muiden samankaltaisten laitosten perusteella, kun taas ne teollisuuslaitokset, jotka tiettävästi olivat käyttäneet polttoaineenaan vain sahausjätteitä jätettiin laskelmista kokonaan pois. Nyt käsillä olevan tutkimuksen kannalta on valitettavaa, että edellä esitetyssä komitean mietinnössä ei ole mitään tietoja teollisuuden käyttämistä jättepolttopuista.

V. 1916 asetti Suomen Metsänhoitoyhdistys komitean tutkimaan maan metsien hakkuumäärän ja kasvun suhdetta (Överavverkas landets skogar 1916). Komitean puun käyttöön kohdistuvat laskelmat perustuivat osittain virallisista tilastoista ja aikaisemmista laskelmista saatuihin tietoihin sekä eräiltä osiltaan myös asiantuntijoiden antamiin lausuntoihin. Teollisuuden halkojen käytöksi v. 1913 komitea sai 3.0 milj. k-m³, mikä vastasi 8.8 % koko maan puunkäytöstä. Halkojen lisäksi oli teollisuus käyttänyt polttoaineeksi myös kivihiiltä ja koksia noin 400 000 tonnia, minkä laskettiin vastaavan 2.4 milj. p-m³ halkoja.

Voima- ja polttoainetaloudellisen yhdistyksen toimesta suorittivat Karl Strömberg ja Leo Krohn tutkimuksen polttoaineen kulutuksesta sekä puuaineen tarpeesta Suomessa. Tutkimus kohdistui vuoteen 1919, joskin siinä on myös vuoteen 1921 kohdistuva arvio. Teollisuuden puunkäytön kohdalta tämä tutkimus perustui pääasiassa Kauppa- ja Teollisuushallituksen kokoamaan viralliseen tilastoon vuodelta 1919, jota kuitenkin täydennettiin siten, että puun käytöstä niissä teollisuuslaitoksissa, mitkä eivät olleet lähettäneet tietoja Kauppa- ja Teollisuushallitukselle, kerättiin tiedot erityisen kiertokyselyn avulla. Tutkimus antaakin verraten luotettavan kuvan teollisuuden ensiasteisesta puun käy-

¹⁾ Lukuunottamatta kruunun maalla olevien torppien kulutusta.

töstä v. 1919. Sen piiristä jäi pois vain muutama sellainen teollisuuslaitos, mikä ei vastannut Voima- ja Polttoainetaloudellisen yhdistyksen kyselyyn tai minkä teollisuushallitus oli ehkä jättänyt huomioonottamatta (S t r ö m b e r g ja K r o h n 1922). Tutkimuksessa esitetään, jätettä lukuunottamatta, myös teollisuuden muiden polttoaineiden kulutus v. 1919.

S t r ö m b e r g ja K r o h n saivat teollisuuden kuluttamien halkojen määräksi 4 575 000 p-m³, mikä heidän laskelmiensa mukaan vastasi 3 050 000 k-m³:ä puuta. Koko maan puunkäytöksi v. 1919 saatiin 22 878 000 k-m³. Teollisuuden halkojen käyttö oli siis näiden lukujen perusteella laskettuna 13.3 prosenttia koko maan puunkäytöstä. Teollisuuden polttoaineena käytettyjen jättepuiden määriä ei tässäkin tutkimuksessa ole selvitetty.

Ensimmäisen täydellisen koko maan puunkäyttöön kohdistuvan tutkimuksen yhteydessä (S a a r i 1934) suoritettiin teollisuuden polttoaineiden käytöstä v. 1927 kokonaan erillinen tutkimus (H i l d é n 1930), missä selvitettiin teollisuuden käyttämien kaikkien polttoaineiden määrät. Kun teollisuuden polttoaineen käyttöä koskevien tietojen jatkuvaa julkaisemista pidettiin tärkeänä, päätti Tilastollinen päätoimisto kerätä sitä varten aineistoa edelleen joka kolmas vuosi. Aineistoa kerättiinkin sitten vuosilta 1930, 1933 ja 1936. Vuoteen 1939 kohdistuvaa tiedustelua ei kuitenkaan enää voitu silloisen sotatilan takia suorittaa. Vuosien 1930, 1933 ja 1936 tiedustelujen tulokset on julkaistu mainittujen vuosien teollisuustilastossa (Teollisuustilastoa).

Teollisuustilastosta saadaan vain niiden teollisuuslaitosten polttoainekulutus, mitkä ovat näihin tiedusteluihin vastanneet. Kun osa laitoksista ei ole tiedusteluihin vastannut, ovat teollisuustilastossa esitetyt polttoainemäärät hieman todellisia pienemmät. Edellä mainituista tiedusteluista saadut aineistot on senvuoksi käsitelty uudelleen metsäntutkimuslaitoksessa ja on niistä tehty erilliset julkaisut huomioon ottaen myös ne laitokset, jotka eivät olleet vastanneet Tilastollisen päätoimiston suorittamiin kyselyihin (H a r t i k a i n e n 1933, 1936 ja 1939). Vuoden 1936 tutkimustuloksia on käytetty hyväksi myös vuoteen 1938 kohdistunutta valtakunnan yleistä puunkäyttötutkimusta suoritettaessa (O s a r a - P ö n t y n e n - E r k k i l ä 1948).

Sotien jälkeen päätettiin metsäntutkimuslaitoksen toimesta teollisuuden polttoainetiedusteluja jatkaa v. 1950, miltä vuodelta täydentämättömät tiedot on julkaistu Tilastollisen päätoimiston sarjassa, Tilastokatsauksia (P ö n t y n e n 1953). Tämäkin tutkimus on myöhemmin täydennetty koskemaan maamme kaikkia teollisuuslaitoksia. Samassa yhteydessä selvitettiin myös teollisuuden v. 1950 käyttämien halkojen hankinta-alueet (hankintakautena 1949—50) metsänhoitolautakunnittain (P ö n t y n e n 1954). Vastaavanlainen, vuoteen 1953 kohdistuva selvittely suoritettiin vielä metsäntutkimuslaitoksen toimesta (S a l o 1956).

Vuodesta 1954 lähtien on Tilastollinen päätoimisto ryhtynyt vuosittain julkaisemaan tietoja teollisuuden polttoaineiden käytöstä. Samalla on teollisuustilaston piiriä laajennettu siten, että teollisuuden polttoaineiden käyttöön luetaan kuuluviksi myös meijereiden (teollisuustilaston toimialaryhmät 2 021—2 025), kustannusliikkeiden (284) sekä eräiden sähköä jakavien laitosten (5 112) polttoaineiden käyttö (Teollisuustilasto 1954). Mainitusta vuodesta lähtien ilmoitetaan teollisuustilastossa myös polttoaineena käytetyn selluloosatehtaiden jätelipeän määrät, joita aikaisemmissa laskelmissa ei ole lainkaan otettu huomioon. Teollisuustilastossa ilmoitetut polttoaineiden käyttömäärät koskevat edelleenkin vain Tilastollisen päätoimiston kyselyyn vastanneiden laitosten käyttöä. Kun on syytä olettaa tapahtuneen ainakin jossain määrin »poisjäämistä» lienevät ilmoitetut käyttömäärät todellisia käyttömääriä vähäisen pienempiä.

Edellä mainittujen erikoisjulkaisujen lisäksi on teollisuuden polttoaineiden käyttöä ja siihen liittyviä seikkoja selvitelty useissa muissakin julkaisuissa. Näistä on tässä yhteydessä ennen muita mainittava komiteanmietinnöt, joissa käsitellään joko pienpuun menekkivaikeuksia (esim. Pienpuukysymys 1933) tai sitten asutuskeskusten ja teollisuuden polttoainehuoltoon liittyviä kysymyksiä (Polttoainekysymys v. 1949 ja 1951).

Tutkiessaan kivihiilen ja halkojen kilpailua Suomessa vv. 1927—1938 on H o l o p a i n e n (1950, s. 20) käsitellyt myös teollisuuden polttoaineiden kulutusta. Eri polttoaineiden hintakilpailun ohella on hän kiinnittänyt tutkimuksessaan huomiota myös teollisuuden jättepuiden käytön merkitykseen sekä kivihiilen ja koskin käytön jatkuvaan lisääntymiseen teollisuuden polttoainehuollossa. Nyt esillä olevan tutkimuksen tekijä on myös jo aiemmin, saha-teollisuuden jättepuiden käyttöä Suomessa vv. 1927—50 tutkiessaan, todennut, että ulkomaisten polttoaineiden käytön kasvun seurauksena on jättepuiden osuus teollisuuden polttoainehuollossa jatkuvasti pienentynyt. Samassa yhteydessä on myös todettu, että sodan aiheuttamissa poikkeuksellisissa oloissa aiheutti metsäteollisuuden, etupäässä saha-teollisuuden tuotannon pienentyminen huomattavan vähennyksen myös polttoaineeksi käytettyjen jättepuiden määriin (S a l o 1954, ss. 13—14.)

II. Teollisuuden polttopuut

1. Polttopuiden jaointus

Teollisuuden, samoin kuin muidenkin elikeinohaarojen käyttämät polttopuut voidaan jakaa seuraavasti:

- Halot
- Muut polttopuut
 - Kannot ja juurakot
 - Metsäteollisuuden jätetuut
 - Muut jätetuut

Teollisuuden haloilla tarkoitetaan tässä tutkimuksessa sellaista ensi kertaa käytettävää runkopuuta, joka suoraan metsästä joutuu teollisuuden polttoaineeksi. Puun valmistustavan ei katsota vaikuttavan halkojen käsitteeseen. Tällöin on pakko luopua siitä käsitteestä, mikä edellyttää, että halkojen on oltava määrämiloille katkottuja ja halottuja. Kun siis myöhemmin puhutaan vain haloista, käsittää se myös sellaista tavaraa, joka metsässä on valmistettu eri mittaisiksi polttorangoiksi ja vasta myöhemmin joko varastopaikoilla tai teollisuuslaitoksessa välittömästi ennen käyttöä on tehty määrämiloiksi haloiksi tai polttihakkeeksi.

Teollisuuden muun polttopuun ryhmään kuuluva puu vaihtelee laatunsa ja muotonsa puolesta varsin paljon. Syntytapansa puolesta voidaan se kuitenkin jakaa edellä esitettyihin kolmeen alaryhmään, joista kahden ensiksimainitun ryhmän nimityksestä selviää jo pääpiirteisään myös se, minkälaista puuta ne sisältävät. Kolmas alaryhmä »muut jätetuut» käsittää taas sen puun, jota ei voida lukea edellisiin ryhmiin. Pääosan tästä ryhmästä muodostavat puretuista rakennuksista tai rakenteista yms. peräisin oleva, siis yleensä sellainen puu, mikä jo aiemmin on ollut käytettynä johonkin muuhun tarkoitukseen. Teollisuuden polttoainehuollossa on ryhmästä, muut polttopuut, vain metsäteollisuuden jätetuilla mainittava merkitys. Niihin palataankin tuonnempana vielä yksityiskohtaisemmin.

2. Teollisuuden halot

21. Halkojen kokonaiskäyttö

Teollisuuden eri tutkimusvuosina käyttämien halkojen kokonaismäärät selviävät taulukosta 1.

Taulukko 1. Teollisuuden käyttämät halot.

Table 1. Split firewood used by industry.

Vuosi Year	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	Vuosi Year	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	Vuosi Year	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.
1927	2 308	1945—47 ¹⁾	4 890	1956 ³⁾	2 121
1930	1 584	1950	2 565	1957 ³⁾	1 996
1933	1 806	1953	1 782	1958 ³⁾	2 153
1936	2 015	1955 ²⁾	1 757		
1942—44 ¹⁾	3 753	1955 ³⁾	2 001		

Taulukossa (1) esitetyistä luvuista, vuosiin 1942—47 kohdistuvat luvut perustuvat silloisen kansanhuoltoministeriön keräämään aineistoon (Kansanhuoltoministeriön arkisto). Kun kansanhuoltoministeriö käytti polttoainetiedusteluja tehdessään teollisuustilaston tilastoryhmittelyä, voidaan mainittujen vuosien halkojen käyttöä pitää tässä suhteessa täysin vertailukelpoisina muiden tutkimusvuosien halkojen käytön kanssa. Sitä, miten täydellisinä kansanhuoltoministeriö on onnistunut polttoainetiedot keräämään, ei ole voitu tarkistaa. On kuitenkin todennäköistä, että yrittäessään turvata polttoaineiden jatkuvan saannin, yleensä kaikki teollisuuslaitokset ilmoittivat polttoaineiden, siis myös halkojen käyttönsä kansanhuoltoministeriölle, joten tässäkin mielessä voidaan tuloksia pitää verraten luotettavina.

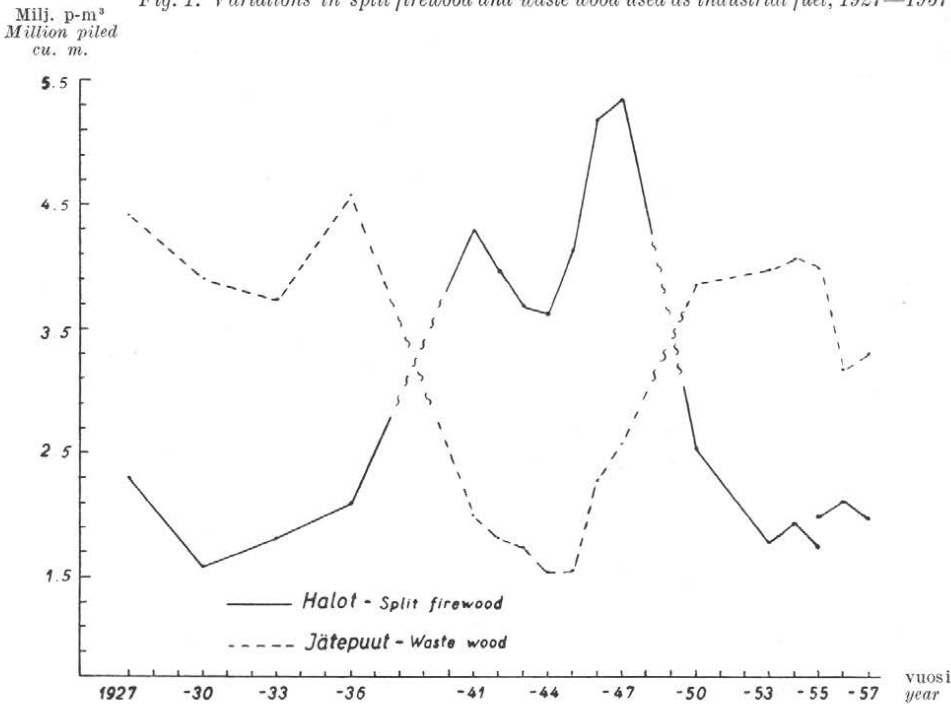
Edellä esitetystä lukusarjasta nähdään, että vuodesta 1927 teollisuuden halkojen käyttö pieneni vuoteen 1930 mennessä yli 700 000 p-m³, minkä jälkeen se taasen alkoi lisääntyä ja oli v. 1936 enää vajaa 200 000 p-m³ vuoden 1927 käyttömäärää pienempi. Tämä 1930-luvun alkupuolella tapahtunut halkojen käytön pienentyminen johtui epäilemättä osaksi silloin vallinneesta taloudellisesta lamakaudesta, mutta kuten myöhemmin ilmenee, se aiheutui kuitenkin ehkä enemmän ulkomaisten polttoaineiden ja sähköenergian voimistuneesta kilpailusta kuin teollisuuden polttoainetarpeen pienentymisestä.

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — *Annual average.*

²⁾ Teollisuustilastossa ilmoitetusta käytöstä on vähennetty tilastoon v. 1954 liitettyjen laitosten käyttö. — *From the use according to industrial statistics is deducted the utilisation by the establishments included in the statistics of 1954.*

³⁾ Teollisuustilastoon mainittuina vuosina kuuluneet laitokset — *All establishments covered by industrial statistics in the years mentioned.*

Piirros 1. Teollisuuden polttoaineeksi käytettyjen halkojen ja jättepuiden vaihtelut vv. 1927—1957
 Fig. 1. Variations in split firewood and waste wood used as industrial fuel, 1927—1957



Aineistojen puutteellisuuden takia ei teollisuuden polttoaineiden käytöstä ole vuoden 1936 jälkeen saatavissa tietoja kuin vasta vuodesta 1941 lähtien jolloin silloinen kansanhuoltoministeriön puu- ja polttoainetoimisto ryhtyi näitä tietoja keräämään. Piirroksista 1 nähdään, että teollisuuden halkojen käyttö oli v. 1941 n. 4.3 milj. pinokuutiometriä (vrt. taul. I) eli vuoden 1936 käyttömäärään verrattuna yli kaksinkertainen. Sota-aikana halkojen käyttö jonkin verran pieneni, mutta heti sodan päätyttyä alkoi se taas voimakkaasti lisääntyä. Vuonna 1947 oli teollisuuden halkojen käyttö suurimmillaan, 5.34 milj. p-m³, eli vuoden 1936 käyttömäärään verrattuna yli 2.6 kertainen. Vaikkakaan vuosien 1948 ja 1949 käyttölukuja ei ole saatavissa, voidaan kansanhuoltoministeriön arkistotietojen perusteella ¹⁾ todeta, että teollisuuden halkojen käyttö alkoi taas vuoden 1947 jälkeen nopeasti vähentyä. Vuonna 1950 oli halkojen käyttö enää vajaa puolet vuoden 1947 käytöstä, mutta oli vielä silloinkin merkittävästi sotaa edeltäneen ajan käyttömääriä suurempi. Ainakin osaltaan tämä johtui siitä, että vaikkakin ulkomaisten polttoaineiden saanti oli v. 1950 merkittävästi

¹⁾ Kansanhuoltoministeriö keräsi käyttötiedot lämmityskausittain. Viimeiset tiedot ovat lämmityskaudelta 1947—48. Tätä tutkimusta varten on käyttöluvut muunnettu kalenterivuotia vastaaviksi.

helpottunut, oli teollisuuden käytettävä aikaisempina vuosina hankitut halkovarastot loppuun. Vuosina 1953—57 näyttää teollisuuden halkojen käyttö asettuneen 1.7—2.1 milj. pinokuutiometrin vaiheille, eli siis jokseenkin samalle tasolle kuin millä se oli ollut toista maailmansotaa edeltäneenä ajanjaksona.

22. Halkojen käyttö teollisuusryhmittäin

Eri teollisuusryhmien käyttämien halkojen määrät selviävät taulukkoosan taulukosta I. Teollisuuden ryhmittelyssä on noudatettu pääosaltaan sitä jaoittelua, jota teollisuustilasto käytti vuoteen 1954 saakka. Eräitä polttoaineiden käytön kannalta vähemmän merkitseviä pääryhmiä on kuitenkin yhdistetty toisiinsa. Samalla kun v:n 1955 teollisuustilastossa ilmoitetuista käyttömääristä on vertailun helpottamiseksi vähennetty teollisuustilastoon v. 1954 lisättyjen laitosten polttoaineiden, siis myös halkojen käyttö, on mainitun vuoden polttoaineiden käyttö muunnettu aikaisemmin käytetyn ryhmittelyn mukaiseksi. Teollisuusryhmittelyn muutosten perinpohjaisuudesta johtuen ei sitä ole kuitenkaan voitu suorittaa aivan tarkasti. Eri teollisuusryhmien polttoaineiden käytön keskinäisiin suhteisiin, ei edellä mainitulla tavalla syntyneillä virheillä voi kuitenkaan olla juuri mitään vaikutusta. Vuosien 1956—1958 käyttömääriä ei ole enää voitu jaoitella vanhan ryhmittelyn mukaisesti, joten mainitut vuodet jätetään tässä kohden huomioon ottamatta.

Eri teollisuusryhmien halkojen käyttömääriä tarkasteltaessa voidaan todeta, että lähes kaikissa polttoaineiden käytön kannalta merkittävässä pääryhmissä on käytön vuosittaisten vaihteluiden pääsuunta ollut sama kuin mikä oli havaittavissa teollisuuden halkojen yhteismäärienkin kohdalla. Muutosten aste on sensijaan vaihdellut eri teollisuusryhmissä verraten paljon, mistä johtuen niiden osuus teollisuuden halkojen kokonaiskäytöstä on myös vuodesta toiseen vaihdellut.

Halkojen käyttäjänä on metsäteollisuus, johon luetaan teollisuustilaston ryhmitystä noudattaen paperi- ja puuteollisuuslaitokset sekä etupäässä vain niitä palvelevat höyryvoimakeskukset, ollut muihin teollisuusryhmiin verrattuna ylivoimaisesti suurin. Kuten taulukosta I nähdään, vaihteli sen halkojen käyttö ennen sotia jonkin verran 1 milj. pinokuutiometrin kummallakin puolen. Väli rauhan aikana v. 1941 sekä sodan loputtua (vv. 1946—47) kohosi metsäteollisuuden halkojen käyttö rauhanvuosiin verrattuna kaksinkertaiseksi. Vuosina 1944—47 laski metsäteollisuuden osuus teollisuuden käyttämien halkojen yhteismäärästä kuitenkin alle 40 sadanneksen, sen oltua ennen sotia jonkin verran yli 50 sadannesta. Vaikkakin metsäteollisuuden osuus on taas myöhempinä vuosina jonkin verran kasvanut, ei se enää ole minään vuonna ylittänyt 50 sadannesta. Tämä

metsäteollisuuden halkojen käytön osuuden pienentyminen voidaan ainakin osittain katsoa johtuvan siitä selluloosateollisuuden pienentymisestä, mikä tapahtui v. 1944 tehtyjen alueluovutusten yhteydessä. Selluloosateollisuuden vuotuinen kapasiteettihan pieneni tällöin noin 350 000 tonnia, mikä oli noin neljännes koko selluloosateollisuuden silloisesta tuotantokyvystä (vrt. esim. Chemical Wood Pulp in Finland 1955).

Metsäteollisuuden jälkeen seuraavaksi suurin on halkojen käyttö ollut pääryhmässä metalliteollisuus. Sen käyttö on kuitenkin yleensä ollut vain noin kolmannes metsäteollisuuden halkojen käytöstä. Kuten taulukosta I voidaan havaita, kohosi metsäteollisuuden halkojen käyttö heti rauhanteon jälkeen sekä absoluuttisesti (vv. 1944—47) että suhteellisesti laskettuna huomattavasti enemmän kuin teollisuuden halkojen kokonaiskäyttö. Tämä halkojen käytön lisääntyminen johtui suurimmalta osaltaan siitä, että rauhanteon yhteydessä sovittujen sotakorvaustoimitusten vuoksi jouduttiin mainittuina vuosina metalliteollisuuden tuotantoa lisäämään suhteellisesti enemmän kuin muun teollisuuden. Metalliteollisuuden absoluuttinen halkojen käyttö on 1950-luvulla palautunut taas suurinpiirtein ennen sotaa vallinneelle tasolle, vaikkakin sen osuus teollisuuden halkojen yhteismääristä on vieläkin hieman suurempi kuin 1930-luvulla.

Metalliteollisuuden jälkeen on vielä mainittava kivi-, savi-, lasi ja turve-teollisuuden sekä ravinto- ja nautintoaineteollisuuden halkojen käyttö. Ennen viimeksi käytyjä sotia oli näistä ensiksi mainitun teollisuusryhmän käyttö jonkin verran jälkimmäisen ryhmän käyttöä merkittävämpi, mutta sotien aikana muuttui tilanne niiden kohdalla päinvastaiseksi. Viimeisinä tutkimusvuosina on molempien teollisuusryhmien halkojen käyttö ollut lähes saman suuruinen.

23. Teollisuuden halkojen puulajisuhteet

Kaikissa niissä teollisuuden polttoaineiden käyttöön kohdistuneissa tutkimuksissa, jotka on suoritettu metsäntutkimuslaitoksen toimesta, on selvitetty myös teollisuuden käyttämien halkojen puulajisuhteet. Vuosilta 1927, 1930 ja 1955 saadaan nämä tiedot kuitenkin ainoastaan koko teollisuuden osalta. Yleisessä puunkäyttötutkimuksessa on koko maan halkojen käyttö ilmoitettu vv. 1956 ja 1957 myös puulajeittain (P ö n t y n e n 1958, s. 6). Teollisuuden näinä vuosina käyttämät halot on siinä kuitenkin jaettu eri puulajien kesken samoissa suhteissa kuin mitä vuoteen 1955 kohdistunut tutkimus osoitti, joten nämä vuodet jätetään tässä tutkimuksessa huomioon ottamatta. Niiltä vuosilta (1941—47), joilta tiedot perustuvat kansanhuoltoministeriön keräämiin aineistoihin, ei halkojen puulajisuhteista myöskään ole mitään tietoja saatavissa.

Teollisuuden halkojen jakaantuminen eri puulajeihin selviää taulukkoosan taulukosta II. Sen perusteella esitetään vielä taulukko 2, mistä selviää teollisuuden halkojen yhteismäärien perusteella lasketut prosenttiset puulajisuhteet.

Taulukko 2. Teollisuuden halkojen puulajisuhteet.

Table 2. Tree species ratios of industrial split firewood.

Puulaji Species	Vuosi — Year						
	1927	1930	1933	1936	1950	1953	1955
	Prosenttia — Per cent						
Mänty — Pine	36.4	33.9	36.6	38.3	24.0	20.6	10.0
Kuusi — Spruce	23.1	12.5	15.3	14.3	11.0	13.4	8.0
Koivu — Birch	28.5	34.6	34.1	27.9	52.0	58.9	78.0
Muut — Others	12.0	19.0	14.0	19.5	13.0	7.1	4.0
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Esitetty taulukko on sängen mielenkiintoinen. Kuten siitä nähdään, vaihtelivat muiden puulajien paitsi kuusen osuudet ennen toista maailmansotaa vuodesta toiseen aivan satunnaisesti. Kuusen kohdalla voidaan sensijaan vuodesta 1927 vuoteen 1930 huomata selvä osuuden pienentyminen, mikä jäi pysyväiseksi. Tämä kuusihalkojen sekä absoluuttisessa määrässä että prosenttisessa osuudessa tapahtunut pienentyminen sattuu juuri samaan ajankohtaan, jolloin kuusta käyttävän hioke- ja sulfiittiselluloosa-teollisuuden raaka-ainekulutuksessa tapahtui yli 1.1 milj. pinokuutiometrin lisäys. Tällöin ei voida välttyä siltä olettamukselta, että lisääntynyt kuusipaperipuun menekki on osaltaan vähentänyt kuusihalkojen tekoa, koska halkojen hinta oli huomattavasti paperipuusta maksettua hintaa alhaisempi. Tässä yhteydessä on myös muistettava samoihin aikoihin tapahtunut kuusipaperipuun saannin jatkuvaan turvaamiseen kohdistunut yleisen mielenkiinnon lisääntyminen (vrt. esim. Paperipuukysymys 1933), mitä osoittaa sekin, että koko maan kuusihalkojen käyttö pieneni 2.32 milj. k-m³:stä vuonna 1927 1.58 milj. k-m³:iin v. 1938 (Osara — Pöntynen — Erkkilä, s. 26).

Kuusihalkojen käyttömäärä oli v. 1950 lähes saman suuruinen kuin v. 1936. Sen jälkeen on niiden käyttö edelleen laskenut ja oli v. 1955 enää noin neljännes vuoden 1927 käytöstä. Myös kuusihalkojen osuus teollisuuden halkojen yhteismäärästä oli silloin pienempi kuin koskaan aikaisemmin.

Mäntyhalkojen osuudessa ei 1930-luvulla tapahtunut mitään merkittäviä muutoksia. Toisen maailmansodan jälkeen näyttää männynkin osuus alkaneen voimakkaasti pienentyä. Jos mäntyhalkojen kohdalla verrataan, samoin kuin juuri edellä kuusihaloista puhuttaessa, toisiinsa vuosia 1927

ja 1955 huomataan, että mäntyhalkojen käyttömäärän pienentyminen on ollut sekä absoluuttisesti että suhteellisesti laskettuna vielä jonkin verran suurempi kuin mitä kuusihalkojen kohdalla huomattiin. Märtyhalkojen käytössä tapahtunut vähentyminen on vain tapahtunut noin kaksi vuosikymmentä myöhemmin.

Mikäli halutaan etsiä syytä myös teollisuuden mäntyhalkojen käytön pienentymiseen, on jälleen tutkittava selluloosateollisuuden raaka-ainepuun käyttöä. Teollisuustilaston mukaan käytti sulfaattiselluloosateollisuus raaka-aineenaan v. 1930—1934 keskimäärin 0.8 milj. pinokuutiometriä mäntypaperipuuta (Pöntynen 1936, s. 88). Vuosina 1954—1955 oli vastaava käyttö keskimäärin noin 3.9 milj. p-m³. Näinollen voitaneen todeta, että sulfaattiselluloosateollisuuden lisääntynyt mäntypaperipuun käyttö on ollut perimmäisenä syynä 1950-luvulla havaittuun teollisuuden mäntyhalkojen käytön pienentymiseen. Tässä yhteydessä voidaan mainita, että vastaavanlainen mäntyhalkojen käytön pienentyminen on havaittavissa myös muiden puunkäyttäjärühmien osalta, sillä valtakunnan puunkäyttöön kohdistuneiden tutkimusten mukaan on mäntyhalkojen kokonaiskäyttö eri tutkimusvuosina ollut seuraava: (Saari 1934 taul. 90; Osara - Pöntynen - Erkkilä taul. 127; Pöntynen 1960, s. 8)

vuosi	1927	.....	5 039 000	k-m ³
»	1938	.....	3 480 000	»
»	1955	.....	2 210 000	»
»	1956 ¹⁾	2 200 000	»
»	1957 ¹⁾	2 170 000	»

Verrattuna sotaa edeltäneen ajan tasoon, on teollisuuden koivuhalkojen käyttö kohonnut 1950-luvulla yli kaksinkertaiseksi. Koivuhalkojen käytön kehitys on siten ollut päinvastainen havuhalkojen käyttöön verrattuna. Tästä johtuu myös se seikka, että teollisuuden halkojen kokonaiskäytössä ei ole tapahtunut kovinkaan suuria muutoksia.

Etsittäessä syytä tähän koivuhalkojen käytön lisääntymiseen, voidaan tehdä esimerkiksi seuraavanlainen olettamus. Teollisuutemme polttolaitok-
sista on eräs osa sellaisia, jotka ovat rakennetut halkojen käyttöä silmälläpitäen tai ainakin soveltuvat hyvin halkojen käyttöön. Koska suurten polttolaitosten, joiden halkojen käyttö on teollisuudesta puhuttaessa ratkaiseva, rakentamiskustannukset ovat verraten suuret, ei niitä kannata uusia kovinkaan nopeasti. Tällöin myös polttopuun käyttöön sopivien laito-
sten kapasiteetti pysyy pitkän aikaa lähes saman suuruisena. Kuten

¹⁾ Vuoden 1955 puunkäyttötutkimuksen mukaan. Toistaiseksi julkaisematonta aineistoa.

juuri edellä huomattiin, oli havuhalkojen käyttö 1950-luvulla huomattavasti aikaisempien tutkimusvuosien käyttöä pienempi. Jäljempänä (vrt. esim. taul. VI) taas nähdään, että teollisuuden polttoaineeksi käytettyjen jätteidien määrät ovat viimeisinä tutkimusvuosina olleet jokseenkin saman suuruiset kuin 1930-luvulla. Kun koivuhalkoa on ollut runsaasti tarjolla, on teollisuus korvannut havupuuhalkojen käytössä 1950-luvulla tapahtuneen pienetymisen lisääntyneellä koivuhalkojen käytöllä.

Eri teollisuusryhmien käyttämien halkojen puulajisuhteita tarkasteltaessa voidaan todeta, että lähes kaikissa pääryhmissä ovat puulajisuhteiden muutokset tapahtuneet samalla tavoin kuin mitä juuri edellä on teollisuuden kokonaiskäytön perusteella selostettu. Huomattavin poikkeus tästä yleisestä kehityksestä tapahtui v.v:n 1950 ja 1953 välillä metsäteollisuuden sekä kivi-, savi-, lasi- ja turveteollisuuden kohdalla. Kun muiden teollisuusryhmien käyttämien koivuhalkojen osuudessa tapahtui merkittävää lisäystä, pysyi se edellä mainituissa teollisuusryhmissä lähes muuttumattomana. Metsäteollisuuden kuusihalkojen käytössä huomataan samanaikaisesti selvää kasvua.

24. Teollisuuden halkojen hankinta-alueet

Vaikkakin teollisuuden käyttämien halkojen määrät on selvitetty useampana vuonna ennen toista maailmansotaa, ei näissä tutkimuksissa ole halkojen alkuperäalueisiin kiinnitetty mitään huomiota. Myöskin v. 1927 ja v. 1938 suoritettujen yleisten puunkäyttötutkimusten yhteydessä tyydyttiin teollisuuden halkojen osalta vain niiden käyttöalueittaiseen selvittelyyn.

Kun teollisuuden halkojen käytöllä katsottiin olevan varsin suuri merkitys maamme yleisillä halkomarkkinoilla, päätettiin ensimmäistä sotienjälkeistä teollisuuden polttoainetutkimusta suoritettaessa ottaa tutkimusohjelmaan myös teollisuuden käyttämien halkojen alkuperäalueiden selvittäminen (Pöntyneen 1954, s. 15). Vuoteen 1950 kohdistuneessa tutkimuksessa teollisuuslaitoksilta pyydettiin tiedot myös niiden hankintakautena 1949—50 hankkimien halkojen alkuperäalueista metsänhoitolautakunnittain. Samanlaiset tiedot pyydettiin myös kolme vuotta myöhemmin suoritettussa tutkimuksessa, jolloin hankinta-alueita koskevat tiedot kerättiin hankintakaudelta 1951—53.

Kolmannen yleisen puunkäyttötutkimuksen yhteydessä jouduttiin teollisuuden halkojen alkuperäalueet jälleen selvittämään. Kun teollisuuden polttoaineita koskeva tutkimus oli v. 1954 siirtynyt metsäntutkimuslaitokselta kokonaan tilastollisen päätoimiston tehtäväksi, ei teollisuuden halkojen hankinta-alueita koskevaa selvittelyä enää sen yhteydessä suoritettu. Vuoteen 1955 kohdistunut yleistä puunkäyttötutkimusta metsäntutkimus-

laitoksessa suoritettaessa kerättiin teollisuuden halkojen hankinta-alueita koskeva aineisto teollisuuden raaka-ainepuiden alkuperäalueita selvittävän osatutkimuksen yhteydessä. Tällä kertaa aineisto kerättiin vesistöalueittain ja kohdistui se hankintakauteen 1954—55.

Nyt kyseessä olevaa tutkimusta varten on hankintakaudelta 1954—55 saadut vesistöalueittaiset hankintamäärät jaettu eri metsänhoitolautakuntien alueille niissä suhteissa, missä vesistöalueiden metsäpinta-alat jakaantuvat eri metsänhoitolautakuntien kesken. Kun halkojen hankinnat eivät ole yleensä minkään vesistöalueen sisällä jakaantuneet tasaisesti koko metsäalueelle, voi hankintojen metsänhoitolautakunnittaisessa jakaantumisessa esiintyä tämänvuoksi pientä virheellisyyttä. Halkojen kokonaisu-määriin verrattuna eivät virheet voine kuitenkaan olla kovin merkittäviä.

Niiden teollisuuden hankkimien halkojen määrät, joiden perusteella teollisuuden käyttämien halkojen alkuperäalueet on selvitetty, ovat eri hankintakausina olleet seuraavat:

Hankintakausi	Hankintamäärä
1949—50	1 846 700 p-m ³
1952—53	1 740 900 »
1954—55	2 324 100 »

Kun teollisuuden vuosina 1950, 1953 ja 1955 käyttämät halot on jaettu metsänhoitolautakuntien puitteissa alkuperäalueisiinsa sen mukaan miten teollisuuden kaikkien halkojen hankinnat ovat käyttövuotta lähinnä vastaavana hankintakautena jakaantuneet, seuraa siitä, että teollisuuden mainittuina vuosina todella käyttämien halkojen jako hankinta-alueisiinsa ei ole aivan tarkka. Tämä johtuu siitä, että hankintakausi ja käyttöaika eroavat toisistaan, eikä varmuudella voida sanoa koska käytetyt halot on hankittu.

Taulukko-osaston taulukkoon III, missä on esitetty teollisuuden vv. 1950, 1953 ja 1955 käyttämien halkojen jakautuminen hankinta-alueisiinsa sisältyy eräs toinenkin virhemahdollisuus. Kun teollisuuden käyttö on siinä jaettu teollisuuden ilmoittamien kaikkien halkohankintojen perusteella eri metsänhoitolautakuntien kesken, voi eräiden metsäteollisuus-yhtiöiden kohdalla hankituiksi ilmoitettuihin halkomääriin sisältyä myös sellaista halkoa, mikä ei loppujen lopuksi ole joutunut lainkaan teollisuuden polttoaineksi, vaan esim. asutuskeskusten lämmitysaineksi tai jonkin muun puunkäyttäjryhmän tarpeisiin. Useimmissa tapauksissa tämänluontoiset virheet ovat epäilemättä sangen vähäisiä, mutta eräillä teollisuuslaitoksilla, jotka omistavat suuria metsäalueita, saattaa mainittu virhe muodostua merkittäväksikin. Niinpä esimerkiksi eräs teollisuuslaitos, jonka halkojen käyttö oli v. 1953 vain vajaa 70 000 p-m³, ilmoitti hankki-

neensa hakkuukautena 1952—53 halkoja hieman yli 200 000 p-m³, eli mainitun vuoden käyttöön verrattuna lähes kolminkertaisen määrän. Vaikkakin on todennäköistä, että edellä mainitusta hankintamäärästä on osa varastoitu myöhempien vuosien käyttöä varten, tuntuu kuitenkin todennäköiseltä, että suuri osa siitä on käytetty teollisuuden ulkopuolella. Tästä syystä on taulukkoa III laskettaessa edellä mainitun teollisuuslaitoksen hankinnaksi mainittuna hakkuukautena laskettu vain v. 1953 käyttöä vastaava määrä. Muiden teollisuuslaitosten kohdalla ei samanlaisia suuria eroavaisuuksia hankintojen ja käytön välillä ole havaittu, joten käyttöä jaettaessa on kaikki muut teollisuuslaitosten ilmoittamat hankintamäärät otettu sellaisinaan huomioon.

Teollisuuden edellä mainittuina tutkimusvuosina käyttämien halkojen hankintojen jakaantuminen eri metsänhoitolautakuntien kesken on esitetty myös kartakkeissa 1—3. Niistä, samoin kuin taulukosta III nähdään, että suurin osa teollisuuden halkohankinnoista on suoritettu Keski-Suomen, Pohjois-Hämeen, Pohjois- ja Etelä-Savon sekä Pohjois-Karjalan metsänhoitolautakuntien alueilta. Vuonna 1955 oli teollisuuden käyttämien halkojen kokonaismäärästä noin 55 % peräisin näistä metsänhoitolautakunnista.

Useiden metsänhoitolautakuntien kohdalla ovat niiden prosenttiset osuudet teollisuuden hankintojen kokonaismäärästä kuitenkin vuodesta toiseen merkittävästi vaihdelleet. Näiden kolmen tutkimusvuoden perusteella voidaan teollisuuden halkohankintojen todeta siirtyneen eteläisen rannikkoalueen kohdalla vuodesta 1950 vuoteen 1955 jonkin verran Keski- ja Itä-Suomeen päin. Ainakin osaltaan tämä johtunee ulkomaisten polttoaineiden, erikseen polttonesteen, lisääntyneestä käytöstä Etelä-Suomen rannikkoalueella.

3. Teollisuuden muut polttopuut

Kuten hieman jäljempänä tullaan näkemään, on teollisuuden polttoainehuollossa »muun polttopuun» merkitys ollut rauhanaikaisissa oloissa huomattavasti halkojen merkitystä suurempi. Tämä johtuu kokonaan metsäteollisuudessa syntyneiden jättepuiden käytöstä, minkä vuoksi lienee ehkä aiheellista tarkastella aluksi näiden jättepuiden syntyä ja niiden käyttöä yleensä.

31. Metsäteollisuuden jättepuut

Metsäteollisuuden erilaisissa tuotantovaiheissa syntyvän jättepuun hyväksikäytön mahdollisuuksia tarkasteltaessa on huomio kiinnitettävä etupäässä kolmeen seikkaan, jättepuiden saantimahdollisuuksiin, käyttö-

kelpoisuuteen sekä käytön kannattavuuteen. Viimeksi mainitun seikan yksityiskohtaisen arvostelun ei kuitenkaan ole katsottu kuuluvan tämän tutkimuksen puitteisiin. Tässä yhteydessä voidaan vain viitata jäljempänä esitettävään polttoaineeksi käytettyjen jättepuiden hintavertailuun teollisuuden muiden polttoaineiden kanssa.

Metsäteollisuuden jättepuiden käyttömahdollisuuksia tarkasteltaessa on eduksi, jos se suoritetaan erikseen puuteollisuuden ja erikseen paperiteollisuuden kohdalta, koska niissä syntyneet jättepuut eroavat verraten paljon toisistaan sekä syntytapansa että käyttöarvonsa puolesta.

311. Puuteollisuuden jättepuut

Puuteollisuuden jättepuut syntyvät suurimmaksi osaksi sahaustoiminnan yhteydessä. Myös vaneri- ja rullateollisuudessa on syntyvän jättepuun määrä merkittävän suuri, varsinkin jos sitä verrataan tuotantoon käytettyjen raaka-ainepuiden määriin. Muissakin puuteollisuuslaitoksissa syntyy jättepuuta, mutta määrien pienuuden takia ei niillä ole tämän tutkimuksen kannalta mitään merkitystä.

Puuteollisuudessa syntyneet jättepuut ovat kaikki sen laatuista, että niitä voidaan helposti käyttää, ellei mihinkään muuhun tarkoitukseen niin ainakin polttamiseen. Lähes kaikki tämänlaatuinen jättepuu tulee nykyään käytetyksi, mutta vielä niinkin myöhään kuin v. 1919 jäi Strömbergin ja Krohnin (1922) mukaan suurin osa sahojen jättepuusta kokonaan käyttämättä. Levón (1931, s. 49) on puolestaan arvioinut, että v. 1927 jäi sahateollisuuden jättepuusta enää noin 11 % kokonaan käyttämättä.

Pyrittäessä määräämään teollisuuden polttoaineeksi käytettyjen jättepuiden osuutta puuteollisuuden jättepuiden yhteismäärästä, on nämä yhteismäärät ensin selvitettävä. Tilastotietojen puuteollisuudesta johtuen on ne osittain laskettava mainittujen teollisuushaarojen tuotannon perusteella.

Sahateollisuudessa vuosittain syntyneiden jättepuiden määrästä voidaan tehdä likimääräinen arvio kahdella eri tavalla. Tilastotietojen perusteella voidaan selvittää paljonko puuta on vuosittain käytetty sahateollisuuden raaka-aineeksi ja paljonko siitä on tullut valmista sahatavaraa. Laskemalla näiden puuerien todellisten kuutiomäärien erotus ja tekemällä siitä vielä puutavaran kutistumisesta aiheutunut vähennys jää jäljelle vuosittain syntyneiden jättepuiden yhteismäärä. (Vrt. Levón 1931, s. 27 ja Pöntynen 1936, s. 25.)

Kun sahausjätteitä koskevien tutkimusten perusteella tiedetään, että sahatteollisuudessa syntyy jättepuuta hakkeina ja sahajauhoina mitattuna keskimäärin 10 p-m³, eli 3.9 k-m³ jokaista tuotettua sahatavarastandardtia kohden (Levón 1931, s. 29; Virtanen 1950, s. 533; Salo 1954, ss. 6—7), voidaan myös tämän perusteella laskea sahatteollisuudessa vuosittain syntyneet jättepuiden määrät. Nyt esillä olevassa tutkimuksessa on käytetty viimeksi mainittua tapaa, joten taulukossa 3 esitetyt sahatteollisuuden jättepuiden k-m³ määrät on saatu kertomalla teollisuustilaston mainittuina vuosina ilmoittamat sahatteollisuuden tuotantomäärät luvulla 3.9.

Taulukon 3 suhteen on mainittava, että siinä ei ole lainkaan otettu huomioon teollisuustilaston ulkopuolelle jääneitä piensahoja. Viimeisen yleisen puunkäyttötutkimuksen perusteella¹⁾ voidaan näiden sahojen tuotanto arvioida v. 1955 noin 190 000 std:ksi, mistä edellä esitetyn laskentaperusteen mukaan on syntynyt sahausjätettä noin 740 000 k-m³. Muilta vuosilta ei teollisuuslaitosten ulkopuolella olevien sahojen jättepuusta ole tietoja saatavissa.

Vaneri- ja rullateollisuuden jättepuiden määrät saadaan suoraan eri vuosien teollisuustilastosta (SVT XVIII A), missä ne on ilmoitettu pino-kuutiometreinä. Vertailun helpottamiseksi on puuteollisuuden kaikki jättepuut muunnettu taulukkoon 3 kiintokuutiometreiksi seuraavia muunto-

Taulukko 3. Saha-, vaneri- ja rullateollisuudessa syntyneet jättepuut.

Table 3. Waste wood originating in the sawmill, plywood and spool industries.

Vuosisjakso Annual fluctuation	Teollisuuden jättepuuta — Industrial waste wood							
	Saha- teollisuudesta From the sawmill industry		Vaneri- teollisuudesta From the plywood industry		Rulla- teollisuudesta From the spool industry		Yhteensä Total	
	Keskimäärin vuodessa — Annual average							
	1 000 k-m ³ 1 000 solid cu.m.	%	1 000 k-m ³ 1 000 solid cu.m.	%	1 000 k-m ³ 1 000 solid cu.m.	%	1 000 k-m ³ 1 000 solid cu.m.	%
1927—29	5 394	94.1	256	4.5	82	1.4	5 732	100
1930—32	3 395	89.6	317	8.4	74	2.0	3 786	100
1933—35	4 610	90.8	358	7.0	110	2.2	5 078	100
1936—38	4 766	89.3	460	8.6	111	2.1	5 337	100
1939—41	2 106	85.6	279	11.3	77	3.1	2 462	100
1942—44	1 880	87.7	224	10.4	41	1.9	2 145	100
1945—47	2 505	91.1	193	7.0	51	1.9	2 749	100
1948—50	3 507	90.5	317	8.2	52	1.3	3 876	100
1951—53	3 847	89.7	408	9.5	33	0.8	4 288	100
1954—55	4 260	84.8	731	14.5	35	0.7	5 026	100
1956—57	3 338	82.2	676	16.7	46	1.1	4 060	100

¹⁾ Julkaisematonta aineistoa.

lukuja käyttäen: purilaat 0.79, rimapuut 0.55, hake 0.38, vaneriteollisuuden jätetuut (yhteensä) 0.55, rullateollisuuden jätetuut (yhteensä) 0.37 (A r o 1928, s. 7; H a r t i k a i n e n 1933, s. 52; S a l o 1954, s. 7).

Puuteollisuuden jätetuuta käytetään, teollisuuden polttoaineena käytön ohella, verraten runsaasti myös muihinkin tarkoituksiin. Varsinkin sahalaitosten läheisyydessä on sahajätteiden käyttö ollut ajoittain kotitaloudessa keittotulisijojen polttoaineena verraten yleistä. Teollisuuden raaka-aineeksi käytettyjen jätetuuden määrät ovat samaten merkittäviä. Tässä mielessä tulee lähinnä kysymykseen sulfaattiselluloosateollisuus, joka on jo 1920-luvulta lähtien käyttänyt raaka-aineenaan sahojen jätetuuta. Viime aikoina on myös kuitulevyteollisuuden jätetuun käyttö huomattavasti kasvanut. Vuodesta 1956 lähtien on jätetuuta alettu käyttää myös lastulevyteollisuuden raaka-aineena. Sensijaan sysien valmistuksessa, missä vielä viimeksi käytyjen sotien aikana käytettiin verraten runsaasti jätetuuta, on sen käyttö nykyään aivan merkityksetöntä (vrt. S a l o 1954).

Taulukossa 4 esitetään teollisuuden poltto- ja raaka-aineeksi käytetyt puuteollisuuden jätetuumäärät niinä vuosina, joilta teollisuuden poltto-

Taulukko 4. Puuteollisuuden jätetuun käytön jakaantuminen.

Table 4. Distribution of the utilisation of the wood industry's waste wood.

Vuosi Year	Teollisuuden polttoaineeksi <i>For industrial fuel</i>		Teollisuuden raaka-aineeksi <i>For industrial raw material</i>		Käytetty muualla tai jäänyt käyttämättä <i>Used elsewhere or left unused</i>		Yhteensä <i>Total</i>	
	1 000 k-m ³ <i>1 000 solid cu.m.</i>	%	1 000 k-m ³ <i>1 000 solid cu.m.</i>	%	1 000 k-m ³ <i>1 000 solid cu.m.</i>	%	1 000 k-m ³ <i>1 000 solid cu.m.</i>	%
1927	3 470	56.4	452	7.4	2 229	36.2	6 151	100
1930	3 248	76.4	619	14.6	382	9.0	4 249	100
1933	3 164	71.1	707	15.9	578	13.0	4 449	100
1936	3 960	71.9	932	16.9	619	11.2	5 511	100
1941—44 ¹⁾	1 429	68.1	297	14.2	372	17.7	2 098	100
1945—47 ¹⁾	1 718	62.5	302	11.0	729	26.5	2 749	100
1950	3 220	74.6	812	18.8	283	6.6	4 315	100
1953	2 997	72.6	1 050	25.4	84	2.0	4 131	100
1955 ²⁾	3 303	64.4	1 496	29.2	327	6.4	5 126	100
1956 ²⁾	2 540	64.6	1 378	35.1	13	0.3	3 931	100
1957 ²⁾	2 664	62.4	1 604	37.6	△	△	4 268 ³⁾	100

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — *Annual average.*

²⁾ Kaikki teollisuustilastoon kuuluneet laitokset. — *All establishment covered by industrial statistics.*

³⁾ Teollisuustilaston perusteella laskettu jätetuuden tuotos oli 4 188 000 k-m³. Erotus johtuu siitä, että teollisuustilastosta puuttuvien sahojen jätetuuta ei tässä ole otettu huomioon. — *The waste wood yield calculated from industrial statistics was 4 188 00 solid cu.m. The difference is due to the omission here of the sawmill waste wood not covered by industrial statistics.*

aineiden käytöstä on tietoja saatavana. Taulukossa esitetyt, teollisuuden raaka-aineena käytetyt jätepuumäärät perustuvat teollisuustilastosta (SVT XVIII A) saataviin tietoihin. Muihin kuin juuri edellä mainittuihin tarkoituksiin käytetyistä jätetuista ei ole saatavissa mitään tietoja. Senvuoksi on taulukkoon otettu sarake »käytetty muualla tai jäänyt käyttämättä». Siinä ilmoitetut määrät on saatu vähentämällä jätetuiden kokonaismääristä teollisuuden sekä poltto- että raaka-aineksi käytetyt määrät.

Taulukosta 4 nähdään, että puuteollisuudessa syntyneestä jätetuista ylivoimaisesti suurin osa on käytetty teollisuuden polttoaineksi. Mitään yhtenäistä kehityssuuntaa ei tämän käyttömuodon kohdalla ole havaittavissa. Sensijaan teollisuuden raaka-aineksi käytettyjen jätetuiden määrät ovat, sota-ajan aiheuttamaa keskeytystä lukuunottamatta, jatkuvasti kasvaneet. Vuonna 1955 oli raaka-aineksi käytetyn jätetuun osuus puuteollisuudessa syntyneiden jätetuiden yhteismäärästä jo lähes 30 %, mistä se on seuraavina vuosina vielä edelleenkin kasvanut.

Professori S i i m e s (1957, s. 873) on arvioinut, että 48 prosenttia sahojen jätetuista on selluloosa- ja kuitulevyteollisuuden raaka-aineksi sopivaa ja 44 prosenttia sellaista, joka on käytettävä polttotarkoituksiin. Loppu 8 sadannesta voidaan käyttää muihin tarkoituksiin. Kun lähes kaikki vaneri- ja rullateollisuuden jätetuut voidaan käyttää kuitu- ja lastulevyteollisuuden raaka-aineksi, voidaan ilman muuta todeta, että puuteollisuuden jätetuiden käyttöä selluloosa-, kuitu- ja lastulevyteollisuuden raaka-aineena voidaan lisätä merkittävästi vielä nykyisestään.

312. Paperiteollisuuden jätteet

Paperiteollisuudessa syntyy varsinaista jätetuuta vain nimeksi. Teollisuuden polttoaineiden käytöstä puhuttaessa on sensijaan mainittava paperiteollisuuden jätteet, mitkä sangen läheisesti liittyvät jätetuun käsitteeseen.

Polttamiseen käytetyt l a h o t y m s. p a p e r i p u u t kerääntyvät hioke-, selluloosateollisuuden raaka-ainelajittelun yhteydessä. Tämän perusteella ne voidaan siis lukea jätetuihin kuuluviksi. Voidaan kuitenkin katsoa, että mainitut puut tulevat ensimmäisen kerran käyttöön vasta silloin, kun ne joutuvat teollisuuslaitoksen tulipesään. Tällä perusteella voidaan ne täysin rinnastaa teollisuuden käyttämiin halkioihin. Näin onkin menetelty v. 1955 yleistä puunkäyttötutkimusta suoritettaessa. Tässä tutkimuksessa on, samoin kuin kaikissa teollisuuden polttoaineiden käytöstä tehdyissä erikoistutkimuksissakin, lahot yms. paperipuut luettu kuitenkin paperiteollisuuden jätetuiksi.

Kun hioke- ja selluloosateollisuuden käyttämä raaka-ainepuu on yleensä aina puhdistettava tarkoin kuoresta, syntyy mainituissa teollisuuslaitoksissa suuria määriä kuorimisjätettä, mikä on saatava hävitetyksi. Mikäli paperipuiden kuorinta suoritetaan kuivana, voidaan kuorimisjäte helposti polttaa. Selluloosa- ja hioketeollisuudessa suoritetaan puiden tehdaskuorinta kuitenkin yleisimmin kuorimarummuissa, jolloin syntynyt kuorimisjäte on niin märkää, ettei sitä voida sellaisenaan polttaa. Aikaisemmin annettiin tällaisen jätteen kuivua varastopaikoilla jonkin aikaa ja vasta sen jälkeen hävitettiin se muiden puujätteiden kanssa ns. ikuisissa tulissa (Brax 1934, s. 386). Kuorimisjätteiden hävittäminen suoritetaan nykyään yleisimmin siten, että kuorimisrummuissa syntynyt märkä jäte puristetaan erikoiskoneilla mahdollisimman kuivaksi, minkä jälkeen se poltetaan muiden polttoaineiden ohella teollisuuslaitoksen tulipesissä. Kovin kannattavaa ei tämäkään hävittämistapa kuitenkaan ole.

Selluloosateollisuuden valmistusprosessin yhteydessä syntyy sivutuotteena ns. jätelipeää, jota väkevöitynä voidaan käyttää myös polttoaineena. Jätelipeän polttokelpoisuus perustuu siihen, että selluloosakeiton aikana liukenee keittolipeään huomattava osa puuainesta, etupäässä ligniiniä. Sulfaattiselluloosateollisuudessa on jätelipeään käytetty hyväksi yleisesti jo 1930-luvulta lähtien ns. mustalipeän poltossa, minkä tarkoituksena on keittoon käytettyjen kemikalien talteenotto. Mustalipeän poltossa syntyvällä lämmöllä voidaan useimmiten tyydyttää myös sulfaattiselluloosatehtaiden keitto- ja haihdutusosastojen koko lämmön tarve (Wegelius 1957, ss. 910—911).

Sulfiittiselluloosatehtaiden jätelipeää on aikaisemmin käytetty maan- teiden polynsitomisaineena sekä eräiden liimojen ja pesuaineiden valmistukseen. Aivan viime vuosina on sulfiittiselluloosatehtaiden yhteyteen ruvettu rakentamaan jätelipeän polttolaitoksia, joten tälläkin taholla jätelipeän käyttö tulee vähentämään muiden polttoaineiden käyttöä.

Kuten jo edellä mainittiin, ilmoitetaan teollisuustilastossa v:sta 1954 lähtien myös teollisuuden polttoaineeksi käytetyn musta- ja sulfiittilipeän määrät. Tilaston vuosittain ilmoittamat määrät on saatu siten, että jätelipeää polttoaineenaan käyttävien laitosten selluloosan tuotantomäärän kuivapaino on kerrottu 1.4:llä (Teollisuustilasto 1954, s. 62). Muussa kuin selluloosateollisuudessa ei jätelipeää käytetä polttoaineena.

Kun polttoaineeksi käytetyn jätelipeän määriä ei tunneta kuin aivan viimeisiltä vuosilta, jätetään jätelipeä tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Teollisuuden polttoaineiden ja energian kokonaiskäyttöä myöhemmin esitettäessä ei sitä siis ole otettu huomioon. Tässä yhteydessä esitetään kuitenkin taulukko 5, josta selviää polttoaineeksi käytetyt musta- ja sulfiittilipeän määrät vv.1954—58 ja sen osuus teollisuuden polttoaineiden niistä kokonaismääristä, joissa myös jätelipeä on otettu huomioon.

Taulukko 5. Teollisuuden polttoaineeksi käytetty musta- ja sulfiittilipeä.

Table 5. Black and sulphite liquor used as industrial fuel.

Vuosi Year	Kuivapaino Dry weight 1 000 t	Mä-haloiksi muunnettuna 1 000 p-m ³ Converted into pine split firewood 1 000 piled cu.m.	Prosenttia teollisuuden kalkista polttoaineista ¹⁾ Per cent of all industrial fuels
1954	1 057	3 171	18,0
1955	1 234	3 626	18,0
1956	1 399	4 086	17,2
1957	1 528	4 584	19,8
1958	1 645	4 934	21,6

32. Jätepuiden todelliset käyttömäärät

Teollisuuden polttoaineeksi käytettyjen jätepuiden sekä puujätteidien todelliset määrät selviävät taulukko-osan taulukosta IV. Kun jätepuiden käyttömääristä vv:lta 1941—47 saadaan kansanhuoltoministeriön arkistosta tiedot ainoastaan mäntyhaloiksi muunnettuna yhteismäärinä, ei vastaava-laista erittelyä voida näiltä vuosilta esittää.

33. Jätepuiden käyttö mäntyhaloiksi muunnettuna määrinä

Kun käytetyt jätepuut ovat polttoarvoltaan kovin eriarvoisia, ei niiden todellisia käyttömääriä voida sellaisenaan rinnastaa toisiinsa. Myös muiden polttoaineiden kanssa suoritettava vertailu on näiden määrien perusteella mahdotonta suorittaa. Näitä tarkoituksia varten on eri polttoaineet saatettava keskenään yhteismitallisiksi.

Teollisuuden polttoainetutkimuksissa on eri polttoaineiden keskeiset vertailut yleisimmin suoritettu niiden polttoarvoltaan mäntyhaloiksi muunnettujen määrien perusteella. Eräissä tutkimuksissa on polttoaineet muunnettu myös kivihiilitonneja vastaaviksi (vrt. esim. Hildén 1930; Hartikainen 1933, 1936, 1939; Holopainen 1950; Pöntynen 1953). Polttoaineiden hintavertailuja suoritettaessa on eräissä tutkimuksissa polttoaineiden yksikköhinnat laskettu myös eri polttoaineista saatua 1 000 keal. kohden (Polttoainekysymys v. 1949). Samoin kuin aiemmissakin teollisuuden polttoaineita koskevissa tutkimuksissa, suoritetaan myös tässä tutkimuksessa polttoaineiden määriä koskevat vertailut niiden mäntyhaloiksi muunnettujen määrien perusteella.

¹⁾ Näitä prosenttilukuja laskettaessa on jätelipeä laskettu myös polttoaineiden yhteismääriin.
— In the calculation of these percentages, waste liquor has also been included in the fuel totals.

331. Käytetyt muuntoluvut

Erilaatuisten polttoaineiden määrät on muunnettu yhteismitallisiksi, siis polttoarvoltaan mäntyhalkojen pinokuutiometrejä vastaaviksi, kertomalla polttoaineiden todelliset määrät tietyillä muuntokertoimilla. Ennen toista maailmansotaa suoritetuissa teollisuuden polttoainetutkimuksissa on kaikkien polttoaineiden muuntoluvut pysyneet vuodesta toiseen samoina. Vuoden 1950 tutkimusta suoritettaessa päätettiin käytettyjä muuntolukuja tarkistaa. Tämä johtui siitä, että joidenkin polttoaineiden, erityisesti juuri jätepuiden polttoarvon oletettiin vuosien kuluessa muuttuneen. Eräiden polttoaineiden kohdalla oli myös polttotekniikassa tapahtunut huomattavaa kehitystä, mikä sekä oli muuntolukuja laskettaessa otettava huomioon.

Metsätutkimuslaitoksen pyynnöstä laski Voima- ja Polttoainetaloudellinen yhdistys Ekono teollisuuden polttoaineille uudet muuntoluvut, mitkä useimpien jätepuiden kohdalla eroavat aiemmin käytetyistä muuntoluvuista (Pöntynen 1954, s. 7). Näitä muuntolukuja on käytetty vuodesta 1950 lähtien. Ne, samoin kuin aiemminkin käytetyt muuntoluvut, selviävät taulukosta 6.

Kuten taulukosta 6 nähdään on kantojen, sysien, lankun- ja laudanpäiden sekä rimojen ja rimahalkojen muuntokertoimet vuonna 1950 hieman pienentyneet. Sysien kohdalla muuntokertoimen pienentyminen johtuu etupäässä siitä, että koivun osuus on puuhiilen raaka-aineena vähentynyt. Kun sahalaitokset 1930-luvulla lisäsivät jätepuun käyttöä pientavaran valmistukseen, aiheutti se lankun- ja laudanpäiden sekä rimojen ja rimahalkojen keskikokoon ja siten myös pinotiheyden sekä muuntokertoimen pienentymisen. Näiden jätepuiden lisääntynyt käyttö selluloosateollisuuden raaka-aineena on myös vaikuttanut samaan suuntaan.

Sahateollisuudessa syntyvän pienikokoisen jätepuun, hakkeiden, sahajauhojen sekä sekoitettujen hakkeiden ja sahajauhojen, samoin kuin myös vaneriteollisuuden jätepuun muuntokertoimet ovat puolestaan vuonna 1950 jonkin verran aiemmin käytetyistä kasvaneet. Tämä johtuu yksinomaan näiden polttoaineiden polttotekniikassa tapahtuneista parannuksista. Myös ryhmän »muita jätteitä» muuntokerroin on hieman suurentunut. Näin on tapahtunut vain senvuoksi, että v:n 1950 teollisuuden polttoainetutkimusta suoritettaessa näiden jätteiden tiedettiin suurimmalta osaltaan olevan rakennusjätteitä ja siten polttoarvoltaan lankun- ja laudan päihin verrattavissa.

Myöskin polttonesteiden muuntoluvuissa on tapahtunut pieniä muutoksia. Bensiinin muuntokerrointa on vuonna 1950 hieman aiemmin käytetystä pienennetty. Polttoöljyn ja petroolin kertoimet

ovat taas puolestaan hieman kasvaneet. Nämä muutokset ovat suoranaisia seurauksia maahan tuotujen polttonesteiden keskimääräisissä kokoomuksissa tapahtuneista muutoksista.

Taulukko 6. Erilaisia polttoaineita mäntyhalkoja vastaaviksi määräksi muunnettaessa käytetyt muuntokertoimet.

Table 6. Conversion coefficients used in converting various fuels to pine split firewood.

Polttoaine — Fuel	Mittayksikkö Unit	Muuntokerroin Conversion coefficient	
		Käytetty vv. 1927—47 Used in 1927—47	Käytetty vv. 1950—58 Used in 1950—58
Kannot — Stumps	p-m ³ piled cu.m.	0.70	0.50
Sydet — Charcoal	»	1.00	0.93
Lankun- ja laudanpäät — Board ends and end trimmings	»	1.00	0.80
Rimat ja rimahalot — Edgings and firewood from edgings	»	0.66	0.62
Hakkeet — Chips	»	0.43	0.45
Sahajauhot — Sawdust	»	0.33	0.36
Sekoitetut hakkeet ja sahajauhot — Mixed chips and sawdust	»	0.46	0.50
Lahot yms. paperipuut — Decayed etc. pulpwood	»	1.00	1.00
Paperipuiden kuorimisjätteet — Pulpwood barking waste	»	0.30	0.30
Rullateollisuuden jätteet — Waste of the spool industry	»	0.70	0.70
Vaneriteollisuuden jätteet — Waste of the plywood industry	»	0.44 ¹⁾	0.45
Muut jätteet — Other waste wood	»	0.75	0.80
Polttoturve — Fuel peat	t	3.00	3.00
Kivihiili — Coal	»	6.00	6.00
Koksi — Coke	»	6.00	6.00
Polttoöljy — Fuel oil	»	9.00	9.20
Petrooli — Petroleum	»	9.00	9.70
Bensiini — Petrol	»	10.00	9.70

Teollisuuden polttoaineeksi käytettyjä polttoainemääriä mäntyhaloiksi muunnettaessa on tutkimuksessa vuodesta 1950 lähtien käytetty, kuten edellä jo on selvinnyt, aikaisemmista tutkimusvuosista poikkeavia muuntolukuja. Mikäli nämä muuntolukujen korjaukset johtuvat kyseessä olevan polttoaineen polttotehossa tapahtuneista muutoksista on tietenkin luonnollista, että muuntolukujakin on korjattu. Eräissä tapauksissa (hake, sahajauho) on muuntolukua taasen korjattu polttoaineiden polttotekniikassa tapahtuneiden parannusten johdosta, jolloin siis absoluuttiselta polttoarvoltaan aivan samanlainen polttoainemäärä eri vuosina mäntyhaloiksi muunnettaessa tulee erisuuruiseksi. Erilaisten polttoaineiden osuutta teollisuuden polttoainehuollossa eri vuosina arvosteltaessa ei edellä mainitusta muuntolukujen erilaisuudesta kuitenkaan aiheudu mitään virheellisyyttä, koska

¹⁾ V. 1927 oli muuntokerroin 1.00. — In 1927 the conversion coefficient was 1.00.

muuntolaskuja suoritettaessa on myös tämä teknillinen kehitys otettava huomioon ja koska polttoainemäärien absoluuttisia muutoksia voidaan seurata niiden todellisten määrien perusteella.

332. Jätepuiden kokonaiskäyttö mäntyhaloiksi muunnettuna

Teollisuuden polttoaineeksi käytetystä jätepuusta on valtaosa peräisin metsäteollisuudesta. Tämä käy selvästi ilmi taulukosta 7, missä esitetään eri teollisuuden haaroista peräisin olevien jätepuiden prosenttiset osuudet mäntyhaloiksi laskettujen jätepuiden yhteismääristä.

Taulukko 7. Teollisuuden polttoaineeksi käytettyjen jätepuiden alkuperä.

Table 7. Origin of waste wood utilised as industrial fuel.

Jätepuun alkuperä <i>Origin of waste wood</i>	Vuosi — Year									
	1927	1930	1933	1936	1950	1953	1955	1956	1957	1958
	%									
Sahateollisuudesta — <i>From the sawmill industry . . .</i>	83.4	79.5	82.7	82.8	85.8	81.7	89.5	92.9	89.5	88.3
Paperiteollisuudesta — <i>From the paper industry</i>	3.9	7.7	5.1	4.4	3.5	2.3	3.1	3.5	4.1	5.8
Rullateollisuudesta — <i>From the spool industry</i>	3.4	2.9	2.8	2.7	0.8	0.9	1.3	0.8	1.7	1.5
Vaneriteollisuudesta — <i>From the plywood industry . . .</i>	8.6	9.0	7.6	9.4	9.0	8.7	5.5	1.8	4.0	3.7
Muualta — <i>From elsewhere</i>	0.7	0.9	1.8	0.7	0.9	6.4	0.6	1.0	0.7	0.7
Yhteensä — Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Teollisuuden polttoaineeksi käytetystä jätepuusta on sahateollisuudesta peräisin olevan puun osuus ollut lähes kaikkina tutkimusvuosina yli kahdeksankymmentä sadannesta. Vuonna 1956 kohosi sen osuus suuremmaksi (92.9 %) kuin koskaan aikaisemmin. Mitään yhtenäistä kehitystä ei tämän osuuden vaihteluissa kuitenkaan ole havaittavissa. Sensijaan rulla- ja vaneriteollisuuden jätepuiden osuudet, jotka jo 1930-luvulla olivat sahateollisuuden jätepuiden rinnalla varsin vaatimattomat, ovat 1950-luvulla, verrattuna aikaan ennen sotia, vielä merkittävästi pienentyneet. Vaneriteollisuuden kohdalla on pienentyminen tapahtunut vasta mainitun kymmenluvun loppupuolella. Näiden jätepuiden käytön pienentyminen voidaan selvästi huomata myös absoluuttisten käyttömäärien perusteella.

Vaikkakaan rulla- ja vaneriteollisuuden jätepuiden käytön pienentyminen teollisuuden polttoaineena ei teollisuuden polttoainehuollon kannalta

ole kovinkaan merkitsevä, on se kuitenkin mainittava senvuoksi, että tämä pienentyminen on johtunut kokonaan mainittujen jätepuiden käytön lisääntymisestä kuitu- ja lastulevyteollisuuden raaka-aineena.

Teollisuuden polttoaineena eri tutkimusvuosina käytettyjen jätepuiden mäntyhaloiksi muunnetut määrät selviävät taulukko-osan taulukoista V ja VI. Jätepuiden käytössä ei näiden taulukoiden perusteella ole havaittavissa mitään yhtenäistä kehityssuuntaa. Sensijaan 1930-luvun alussa vallinneen lamakauden, samoin kuin sota-ajan (vv. 1941—44) vaikutus voidaan niistä selvästi huomata.

Lamakautena, jota taulukossa edustaa vuosi 1930 ja osittain myös v. 1933, väheni jätepuiden käyttö vuoteen 1927 verrattuna noin 0.5 milj. mäntyhaloiksi muunnettua pinokuutiometriä, mutta kasvoi taas jo vuonna 1936 suuremmaksi kuin minään muuna tutkimusvuotena. Sota-aikana (vv. 1944—45) pieneni jätepuiden käyttö noin kolmannekseen vuoden 1936 käyttömäärästä. Tämä johtui suurimmalta osaltaan siitä, että metsäteollisuuden, erikoisesti juuri sahateollisuuden tuotannon pienentyessä myös käytettävissä olevien jätepuiden määrät pienenivät. Sahateollisuuden tuotannon pienentyessä väheni myös sen oma jätepuun tarve, samalla kun jätepuita jäi entistä vähemmän myös muihin tarkoituksiin.

Sodan jälkeen näyttää jätepuiden käyttö 1950-luvun alkupuolella saavuttaneen teollisuuden polttoaineena lähes 1930-luvulla vallinneen tason. Kun näiden polttoaineiden käyttö on vuosina 1956 ja 1957 jälleen merkittävästi pienentynyt, johtui se tällä kertaa paitsi sahateollisuuden tuotannon pienentymisestä, myös siitä, että vaikkakin jätepuita on ollut yhteensä kaikkiin tarkoituksiin vähemmän käytettävissä, on metsäteollisuus kuitenkin lisännyt jätepuiden käyttöä raaka-aineenaan.

333. Jätepuiden käyttö teollisuusryhmittäin

Eri teollisuusryhmien mäntyhaloiksi muunnetut käyttömäärät selviävät taulukko-osan taulukosta VI. Taulukossa 8 esitetään vielä jätepuiden käytön jakaantuminen metsäteollisuuden ja koko muun teollisuuden kesken. Siitä nähdään, että metsäteollisuus, siis juuri sama teollisuuden haara, mikä jätepuut on tuottanut, on ne itse suurimmalta osalta myös käyttänyt. Sen osuus jätepuiden kokonaiskäytöstä on eri tutkimusvuosina vaihdellut 74.1 (v. 1945) — 91.6 (v. 1936) prosenttien välissä. Muiden teollisuusryhmien osuudet ovat metsäteollisuuteen verrattuna olleet siksi vaatimattomia, että jätepuiden käyttöä voidaan tarkastella koko muun teollisuuden kohdalta, siihen kuuluvien teollisuusryhmien yhteisten käyttölukujen perusteella.

Taulukko 8. Teollisuuden polttoaineeksi käytettyjen jätepuiden jakaantuminen metsäteollisuuden ja muun teollisuuden kesken mäntyhaloiksi muunnettuina määrinä.

Table 8. Distribution of the waste wood used as industrial fuel between the forest industry and other industry, converted into pine split firewood.

Vuosi Year	Metsäteollisuus Forest industry		Muu teollisuus Other industry		Teollisuus yht. All industry	
	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%
1927	3 800.9	86.0	616.5	14.0	4 417.4	100.0
1930	3 556.5	90.6	370.4	9.4	3 926.9	100.0
1933	3 408.1	90.6	352.3	9.4	3 760.4	100.0
1936	4 216.5	91.6	387.3	8.4	4 603.8	100.0
1941—43 ¹⁾	1 512.0	81.1	352.4	18.9	1 864.4	100.0
1944—45 ¹⁾	1 142.5	74.7	387.2	25.3	1 529.7	100.0
1946—47 ¹⁾	1 942.7	79.9	490.2	20.1	2 432.9	100.0
1950	3 291.4	84.8	591.2	15.2	3 882.6	100.0
1953	3 247.1	85.8	538.2	14.2	3 785.3	100.0
1955	3 599.1	89.8	407.1	10.2	4 006.2	100.0
1956	2 829.9	89.2	344.3	10.8	3 174.2	100.0
1957	3 010.6	91.2	292.3	8.8	3 302.9	100.0

Metsäteollisuuden eri tutkimusvuosina käyttämien jätepuiden absoluuttisten määrien perusteella ei ole havaittavissa mitään yhtenäistä kehitysuuntaa. Metsäteollisuuden osuudessa käytettyjen jätepuiden yhteismäärästä voidaan sensijaan vuodesta 1927 vuoteen 1936 nähdä vähäistä kasvua. Vuosina 1944—45 oli metsäteollisuuden osuus kuitenkin pienempi kuin minään muuna vuotena, mutta on se taas myöhempinä tutkimusvuosina jatkuvasti kasvanut, ollen vuosina 1955—57 jotakuinkin tarkasti saman suuruinen kuin 1930-luvun alkupuolella.

Sodan aikana, kun teollisuuden jätepuiden kokonaiskäyttö pieneni sangen voimakkaasti, tapahtui se kokonaan metsäteollisuuden käytön pienentymisen seurauksena. Vuosina 1944—45, jolloin jätepuiden käyttö teollisuuden polttoaineena oli pienimmillään, oli metsäteollisuuden käyttö vain noin 27 prosenttia vuoden 1936 vastaavasta käyttömäärästä. Kun muun teollisuuden kohdalla ei jätepuiden käytössä saman aikaisesti tapahtunut lainkaan pienentymistä, oli siitä seurauksena, että metsäteollisuuden osuus teollisuuden polttoaineeksi käytettyjen jätepuiden yhteismäärästä pieneni.

Sodan päätyttyä alkoi metsäteollisuuden polttoaineena vuosittain käytettyjen jätepuiden absoluuttinen määrä jälleen suurentua, ja saavutti se vuonna 1955 jo lähes sotaa edeltäneen ajan tasonsa. Vuosina 1956 ja 1957, jolloin jätepuiden käyttö oli teollisuuden yhteismäärien kohdalla vuoteen

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — *Annual average.*

1955 verrattuna taas merkittävästi pienentynyt, huomataan vastaavanlainen käytön pienentyminen myös erikseen sekä metsä- että muussa teollisuudessa käytettyjen jättepuiden määrissä.

4. Teollisuuden polttopuun kokonaiskäyttö

Edellä on tarkasteltu halkojen ja jättepuiden käyttöä teollisuuden polttoaineena kumpaistakin erikseen. Niiden summana saadaan teollisuuden polttopuun kokonaiskäyttö, mitä laskettaessa on jättepuista käytetty polttopuiden mäntyhaloiksi muunnettuja pinokuutiometrimääriä. Käytettyjen polttopuiden yhteismäärät selviävät taulukko-osan taulukosta VII, missä on esitetty myös teollisuuden muiden polttoaineiden mäntyhaloiksi muunnetut käyttömäärät. Piirroksessa 2 esitetään vielä graafisesti halkojen ja jättepuiden osuudet teollisuuden eri tutkimusvuosina käyttämien polttopuiden yhteismääristä.

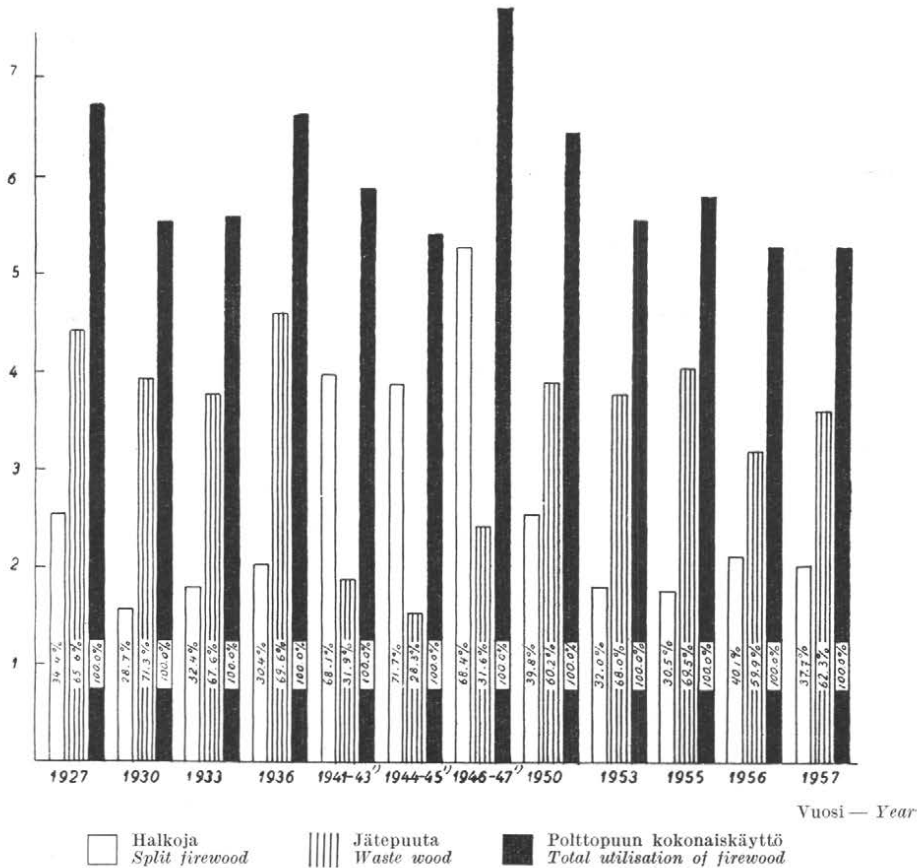
Polttopuiden käytön kehitystä voidaan parhaiten seurata piirroksen 2 avulla. Polttopuiden käytössä havaitaan siinä kolme eri huippua, mitkä ovat seuranneet toisiaan noin 10 vuoden väliajoin. Ensimmäinen huippu sattuu v:n 1927 kohdalle, jolloin teollisuuden polttopuiden mäntyhalkoina laskettu yhteismäärä kohosi hieman yli 6.7 milj. p-m³:n. Lama-aikana, 1930-luvun alussa, pieni polttopuiden käyttö edellä mainittuun tutkimusvuoteen verrattuna noin 1.2 milj. p-m³, eli vähän yli 20 prosenttia, mutta kohosi vuonna 1936 yli 6.6 milj. p-m³:n. Sodan aikana pieni teollisuuden polttopuiden käyttö uudelleen ollen pienimmillään vv. 1944—45 (v. 1944 — 5.1 milj. p-m³). Heti sodan päätyttyä alkoi käyttö taas kohota, ja oli vuonna 1947 jo suurempi kuin minään aiempaan tutkimusvuotena, eli noin 7.9 milj. p-m³, minkä jälkeen se alkoi jälleen nopeasti pienentyä. Vuonna 1953 oli mainittu käyttö verraten tarkasti saman suuruinen kuin tasan 20 vuotta aiemmin (5.6 milj. p-m³). Vaikkakin teollisuuden halkojen käytössä voidaan vv. 1956 ja 1957 havaita edellisiin vuosiin verrattuna taas pientä kasvua, on teollisuuden polttopuiden kokonaiskäyttö ollut mainittuina vuosina pienempi kuin koskaan aikaisemmin. Tämä johtui kokonaan, jo edellä selostetusta jättepuiden käytön pienentymisestä.

Halkojen osuus teollisuuden polttopuiden yhteismääristä vaihteli ennen toista maailmansotaa jonkin verran 30 prosentin kummallakin puolen, joten jättepuiden osuudeksi jäi runsaasti kaksi kolmannesta. Sota-aikana ja vielä vuosina 1946—47 oli halkojen ja jättepuiden osuuksien suhde aikaisempiin tutkimusvuosiin verrattuna juuri päinvastainen. Kuten piirroksesta 1 (sekä taulukosta VII) voitiin nähdä, johtui halkojen ja jättepuiden osuudessa sota-aikana tapahtuneet muutokset siitä, että jättepuiden käytön pienentyessä halkojen käytössä tapahtui voimakasta kasvua. Vuosina 1953

Piiros 2. Teollisuuden polttopuun käyttö vuosina 1927—1957.

Fig. 2. Industrial firewood utilisation, 1927—1957.

Milj. p-m³
mä-halkoina
Million piled cu.m.
pine split firewood



ja 1955 näytti halkojen ja jätteidien suhteelliset osuudet palautuneen samanlaisiksi kuin mitä ne olivat ennen sotia, mutta jätteidien käytön pienentyessä on halkojen osuus polttopuiden käytön yhteismääristä jälleen vuosina 1956 ja 1957 merkittävästi suurentunut.

Käsiteltäessä erikseen halkojen ja jätteidien käyttöä on jo aiemmin (ss. 16 ja 33) todettu, että eri teollisuusryhmistä metsäteollisuuden käyttö on molempien polttoaineiden kohdalla erikseen ollut ylivoimaisesti suurin. Samoin on asia myös polttopuiden yhteismäärienkin kohdalla. Taulukossa 9 esitetään vielä polttopuiden yhteismäärien jakaantuminen metsäteollisuuden ja muun teollisuuden kesken.

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — Annual average.

Kuten taulukosta 9 nähdään, käytti metsäteollisuus ennen viimeksi käytyjä sotia yli kolme neljännestä kaikesta teollisuuden käyttämästä polttopuusta. Kun metsäteollisuuden osuus halkojen käytöstä oli vastaavana aikana vain hieman yli puolet, johtui sen suuri osuus polttopuiden kokonaiskäytöstä siitä, että se käytti lähes kaikki jätetuut.

Taulukko 9. Metsäteollisuuden ja muun teollisuuden käyttämät polttopuut.

Table 9. Firewood used by the forest industry and other industry.

Vuosi Year	Metsäteollisuus Forest industry		Muu teollisuus Other industry		Teollisuus yht. All industry	
	P-m ³ Piled cu.m.	%	P-m ³ Piled cu.m.	%	P-m ³ Piled cu.m.	%
1927	4 904 300	72.9	1 821 500	27.1	6 725 800	100
1930	4 492 900	81.5	1 017 800	18.5	5 510 700	100
1933	4 373 000	78.6	1 193 200	21.4	5 566 200	100
1936	5 224 600	78.9	1 393 900	21.1	6 618 500	100
1941—43 ¹⁾	3 268 900	55.9	2 577 200	44.1	5 846 100	100
1944—45 ¹⁾	2 589 700	47.9	2 818 100	52.1	5 407 800	100
1946—47 ¹⁾	3 948 900	51.2	3 757 000	48.8	7 705 900	100
1950	4 358 600	67.6	2 089 100	32.4	6 447 700	100
1953	3 963 800	71.2	1 603 500	28.8	5 567 300	100
1955	4 344 900	75.4	1 418 600	24.6	5 763 500	100

Tässä yhteydessä voidaan mainita, että Strömberg ja Krohn (1922, s. 2) saivat metsäteollisuuden osuudeksi polttopuiden kokonaiskäytöstä vuonna 1919 ainoastaan 43.1 prosenttia. Tämä johtui kuitenkin suurimmalta osaltaan siitä, että teollisuuden käyttämien jätepuiden määrää ei mainitulta vuodelta ole selvitetty, joten mainittu sadannesluku on vertailukelpoinen vain jo aiemmin (s. 16) halkojen käytön yhteydessä esitettyjen lukujen kanssa. Toisaalta on kuitenkin varmaa, että teollisuuden käyttämän jättepolttopuun määrän on vuonna 1919 täytynyt olla huomattavasti alhaisempi kuin 1920-luvun lopussa. Tämä päätelmä voidaan tehdä kun muistetaan, että paperiteollisuuden, joka on jätepuiden merkittävin käyttäjä, tuotanto laajeni huomattavasti juuri 1920-luvun loppupuolella. Samaa aikaan alettiin myös metsäteollisuuden jätetuun tehokkaampaan käyttöön kiinnittää entistä suurempaa huomiota.

Sota-aikana pieneni metsäteollisuuden osuus käytettyjen polttopuiden kokonaismäärästä merkittävästi. Tämä johtui siitä, että myös muun kuin metsäteollisuuden oli ulkomaisten polttoaineiden saannin vaikeutuessa korvattava syntynyt polttoainevajaus kotimaisilla polttopuilla. Muu teollisuus, joka rauhanaikaisissa oloissa käytti suhteellisesti katsoen huo-

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — *Annual average.*

mattavasti enemmän ulkomaisia polttoaineita kuin metsäteollisuus (vrt. esim. taul. VIII), joutui näin ollen lisäämään myös suhteellisesti enemmän polttopuiden käyttöä. Toisaalta taasen pieneni metsäteollisuuden toiminta ja siten myös sen polttoaineiden käyttökin sota-aikana jyrkemmin kuin useimpien muiden teollisuusryhmien. Metalliteollisuuden tuotannossa voidaan samanaikaisesti huomata jopa vähäistä kasvuakin (vrt. Laurila 1950, s. 16).

Taulukosta 9 nähdään edelleen, että metsäteollisuus käytti v. 1950 polttopuuta lähes saman määrän kuin 20 vuotta aiemmin. Kun muun teollisuuden polttopuun käyttö oli vastaavaan vuoteen verrattuna lähes kaksinkertainen, jäi metsäteollisuuden osuus vielä silloinkin verraten pieneksi. Muun teollisuuden vuosittain käyttämien polttopuiden määrät ovat kuitenkin 1950-luvulla nopeasti pienentyneet. Vastaavanlaista ilmiötä ei metsäteollisuuden kohdalla ole havaittavissa, joten metsäteollisuuden osuus polttopuiden kokonaiskäytöstä oli jälleen vuonna 1955 noussut lähes samalle tasolle kuin mitä se oli ollut vuosina 1933 ja 1936.

III. Teollisuuden polttopuiden käyttöön vaikuttaneet tekijät

1. Yleistä

Edellä on jo todettu, että teollisuuden polttopuiden käytössä on eri tutkimusvuosina vuodesta toiseen tapahtunut verraten jyrkkiäkin muutoksia. Polttopuiden absoluuttisten määrien perusteella tarkasteltuna näyttää kuitenkin siltä, että mitään yhtenäistä kehityssuuntaa ei tässä käytössä ole havaittavissa. Nämä edestakaisin heilahtelevat muutokset näyttävät siten johtuneen talouselämän suhdannevaihteluista aiheutuneesta teollisuustoiminnan ajoittaisesta laajenemisesta ja supistumisesta.

Vaikkakaan pelkkien absoluuttisten määrien perusteella ei teollisuuden polttopuiden käytössä ole löydettävissä pitkäaikaista yhtenäistä kehityssuuntaa, voidaan polttopuiden käytön suhteessa teollisuuden muihin energianlähteisiin huomata vuosien kuluessa tapahtuneen pysyviä muutoksia. Nämä muutokset ovat johtuneet teollisuustoiminnan jatkuvasta laajenemisesta, samoin kuin myös sen rakenteesta, voima- ja polttoainetekniikassa tapahtuneista muutoksista. Eri polttoaineiden välinen jatkuva kilpailu, mihin myös sähköenergia on ottanut osaa, on myös osaltaan vaikuttanut näihin muutoksiin. Jäljempänä tarkastellaan edellä mainittuja polttopuiden käyttöön vaikuttavia tekijöitä erikseen.

2. Polttopuiden käytön suhde teollisuuden muihin polttoaineisiin ja energian kokonaiskäyttöön

Polttopuu on hyödyke, joka verraten helposti voidaan korvata jollain toisella. Tästä ominaisuudesta johtuu, että silloin kun myös muita polttoaineita on saatavissa, se jatkuvasti joutuu niiden kanssa kilpailemaan. Teollisuudessa, jota ohjataan ja hoidetaan taloudellisten näkökohtien mukaan, on tämä kilpailu selvästi havaittavissa.

Kilpailu polttopuun jatkuvasta käytöstä tai sen lisäämisestä ei rajoitu yksinomaan polttopuiden ja muiden polttoaineiden väliseksi, vaan jatkuvasti lisääntyvällä sähköenergian käytöllä on siihen oma vaikutuksensa. On tietenkin luonnollista, että myös muut polttoaineet joutuvat kilpaile-

maan keskenään samoin kuin myös sähköenergian kanssa. Jäljempänä tarkastellaan aluksi teollisuuden polttopuiden käytön suhdetta teollisuuden muihin polttoaineisiin ja vasta sen jälkeen palataan teollisuuden sähköenergian käyttöön.

21. Polttopuiden osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä

Teollisuuden polttoaineiden käyttöä tarkastellaan seuraavassa polttoaineiden mäntyhaloiksi muunnettujen määrien perusteella. Eri laatuisten polttoaineiden määriä polttoarvoltaan mäntyhalkoja vastaaviksi muunnettaessa käytetyistä muuntoluvuista on jo aiemmin (ss. 29—30) ollut puhe, joten niihin ei enää tässä yhteydessä ole aihetta puuttua.

Teollisuuden eri tutkimusvuosina käyttämien polttoaineiden määrät selviävät taulukko-osan taulukosta VII sekä eri polttoaineiden prosenttiset osuudet polttoaineiden kokonaiskäytöstä taulukosta VIII. Teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytön jakaantuminen polttopuiden sekä muiden polttoaineiden kesken esitetään vielä piirroksessa 3.

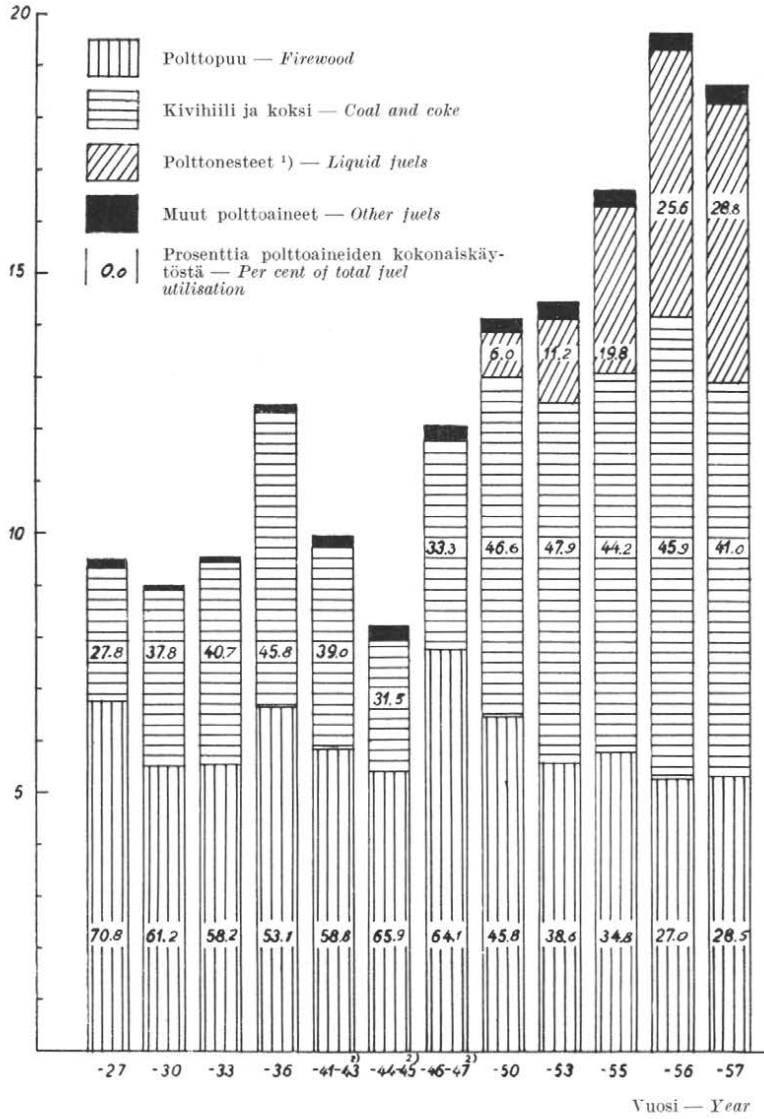
Jo aiemmin (s. 34) on todettu, että polttopuiden absoluuttiset käyttömäärät olivat 1930- ja 1950-lukujen alussa verraten tarkasti saman suuruisia joten niiden perusteella ei mitään määrätyn suuntaista kehitystä ollut havaittavissa. Kun tarkastellaan polttopuiden käytön suhdetta teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäyttöön muuttuu kuva aivan toisenlaiseksi. Piirroksesta 3 nähdään, että teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäyttö on tutkimuskauden aikana merkittävästi kasvanut. Verrattuna vuoteen 1927 olikin polttoaineiden kokonaiskäyttö vuosina 1956—57 jo noin kaksinkertainen. Polttoaineiden kokonaiskäytön kasvu ei kuitenkaan ole tapahtunut tasaisesti. Siinä on selvästi havaittavissa sekä 1930-luvun lamakauden että 1940-luvun poikkeuksellisten olojen teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäyttöä pienentävä vaikutus.

Kun siis teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäyttö on kasvanut, polttopuiden käytön pysyessä vastaavana aikana lähes muuttumattomana, johtuu siitä, että polttopuiden prosenttinen osuus teollisuudessa vuosittain käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärästä on tutkimuskauden aikana merkittävästi pienentynyt. Piirroksesta 3 nähdään, että polttopuiden prosenttisen osuuden pienentyminen on, ellei oteta lukuun 1940-luvun poikkeuksellista aikaa, tapahtunut jatkuvasti tutkimusvuodesta toiseen. Vuonna 1957 oli polttopuiden osuus vain noin kaksi viidennestä siitä mitä se oli ollut vuonna 1927.

Jo aiemmin on todettu, että metsäteollisuuden polttopuun käyttö on poikennut merkittävästi teollisuuden muun osan polttopuun käytöstä.

Piiros 3. Teollisuuden käyttämät polttoaineet mäntyhalkoina laskettuna.

Fig. 3. Fuels used by industry converted to pine split firewood.

Milj. p-m³
Million piled cu.m.

¹⁾ Sisältyvät vuoteen 1950 saakka ryhmään muut polttoaineet. — Included up to 1950 in the group other fuels.

²⁾ Keskimäärin vuodessa. — Annual average.

Taulukosta VIII voidaan nähdä, että myös polttopuiden käytön suhde käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärään on näiden teollisuusryhmien kohdalla ollut varsin erilainen. Yhteistä niille on kuitenkin se, että polttopuiden prosenttinen osuus polttopuiden kokonaismäärästä on tutkimuskauden aikana, 1940-lukua jälleen huomioon-ottamatta, jatkuvasti laskenut. On kuitenkin huomattava, että kun metsäteollisuudessa polttopuun osuus vasta v. 1955 laski ensimmäisen kerran alle 50 prosentin (48.2 %), ei muussa teollisuudessa vastaava osuus ole kuin parina tutkimusvuotena, 1940-luvun poikkeuksellisissa oloissa, päässyt kohoamaan mainitun prosenttiluvun yläpuolelle.

Tässä yhteydessä lienee syytä tarkastella lyhyesti myös teollisuuden muiden polttoaineiden kuin polttopuiden käyttöä. Niistä on teollisuuden polttoainehuollossa ollut polttopuiden pahimpana kilpailijana suurempi merkitys ainoastaan, ns. fossiilisilla polttoaineilla, kivihiilellä ja koksilla, joiden yhteismäärästä kaksin osuus on eri tutkimusvuosina vaihdellut jonkin verran 10 prosentin kummallakin puolen. Viimeisinä tutkimusvuosina on kuitenkin myös polttonesteiden merkitys huomattavasti kasvanut.

Piirroksesta 3 nähdään, että v. 1927 tyydytettiin kivihiilellä ja koksilla vain runsas neljännes koko teollisuuden polttoaineen tarpeesta, mutta oli jo silloinkin hieman halkojen käyttöä suurempi. Kivihiilen ja kaksin käyttö kasvoi 1930-luvulla verraten nopeasti. Vuosina 1933 oli se jo teollisuuden jättepuiden käyttöä suurempi. Vuonna 1936 kohosi niiden käyttö edelleen sekä absoluuttisesti, että suhteessaan polttoaineiden kokonaiskäyttöön.

Sodasta aiheutuneiden tuontivaikeuksien johdosta pieneni myös teollisuuden kivihiilen ja kaksin käyttö merkittävästi. Vuosina 1944—45, jolloin näiden polttoaineiden tuonti maahamme oli vain noin 15 sadannesta vuoden 1936 tuontimäärästä (vrt. esim. Ulkomaankauppa), oli myös teollisuuden kivihiilen ja kaksin käyttö pienimmillään. Käyttömäärä oli vielä tällöinkin lähes puolet vuoden 1936 käyttömäärästä, joten teollisuudessa ei kivihiilen ja kaksin käyttö pienentynyt läheskään yhtä voimakkaasti kun mitä näiden polttoaineiden tuonti olisi edellyttänyt. Vuoden 1945 jälkeen alkoi kivihiilen ja kaksin käyttö jälleen nopeasti kohota, ollen jo vuonna 1950 suurempi kuin koskaan aikaisemmin. Vuosi 1950 on teollisuuden polttoaineiden käytön kannalta myös sikäli merkityksellinen, että mainittuna vuonna kohosi kivihiilen ja kaksin mäntyhalkoina laskettu määrä ensimmäisen kerran polttopuiden kokonaiskäyttömäärää suuremmaksi. Myöhempinä tutkimusvuosina on näiden polttoaineiden käyttö edelleen kasvanut, joskin niiden osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä oli vuonna 1955 (44.2 %) vähäisen vuosien 1950 (46.6) ja 1953 (47.9) vastaavaa osuutta pienempi.

Toisen maailmansodan jälkeen, on teollisuuden polttoainehuollossa myös polttonesteet saavuttaneet huomattavan merkityksen. Vuosilta 1941—47 ei niiden käytöstä ole saatavissa mitään tietoja. Maahamme vuosittain tuotujen polttoöljymäärien perusteella asiaa arvosteltuna (vrt. esim. Ulko- maankauppa) voidaan kuitenkin päätellä, että teollisuuden polttoaine- huollossa ei niillä ole vuosina 1941—45 ollut mitään merkitystä. Vuodesta 1946 lähtien alkoi polttoöljyn tuonti ja samalla sen käyttö myös teollisuuden polttoaineena nopeasti lisääntyä. Vuonna 1950 oli polttonesteiden käyttö vuoteen 1936 verrattuna jo noin 13.5 kertainen (842 800 p-m³, mä-haloiksi muunnettuna), mistä se vuoteen 1957 mennessä kasvoi vielä yli kuusin- kertaiseksi (5 363 200 p-m³ m.h.). Vuonna 1957 ylitti myös polttoöljyn mäntyhalkoina mitattu käyttömäärä teollisuuden polttopuiden yhteisen käyttömäärän. Näyttää myös ilmeiseltä, että polttoöljyn jatkuvasti lisääntyvä käyttö tulee vähentämään teollisuuden kivihiilen ja kaksin käyttöä. Näinhän on käynyt myös Ruotsissa, missä kivihiilen ja kaksin osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä pieneni vuodesta 1948 vuoteen 1954 mennessä 51.1 prosentista 34.1 prosenttiin, kun taas polttoöljyn osuus osuus kasvoi vastaavana aikana 26.5 prosentista 53.0 prosenttiin (vrt. Sveriges officiella Statistik).

Edellä on jo osoitettu, että polttopuiden osuus on teollisuuden poltto- aineiden yhteismäärästä nyt kyseessä olevana tutkimuskautena merkittä- västi pienentynyt. Aina toiseen maailmansotaan saakka tapahtui tämä polttopuiden prosenttisen osuuden pienentyminen yksinomaan kivihiilen ja kaksin käytön lisääntymisen seurauksena. Viimeisten tutkimusvuosien perusteella tarkasteltuna näyttää kuitenkin siltä, että vaikkakin kivihiilen ja kaksin absoluuttiset käyttömäärät ovat vielä kasvaneet, on niiden suh- teellisen osuuden kasvu teollisuuden polttoaineiden kokonaismäärästä pysähtynyt. Kun polttopuiden osuus on vielä 1950- luvullakin merkittä- västi pienentynyt johtuu se polttoöljyn käytön lisääntymisestä.

22. Polttopuiden osuus teollisuuden energian kokonaiskäytöstä

Teollisuuden polttoaineiden ja siten myös polttopuiden käytön perim- mäisenä tarkoituksena on teollisuuden lämpö- ja voimaenergian tarpeen tyydyttäminen. On kuitenkin muistettava, että teollisuuden koko energian- tarvetta ei tyydytetä yksinomaan polttoaineiden avulla vaan, kuten jäljem- pänä tullaan näkemään, huomattava osa siitä hankitaan vesivoimalla, etupäässä sähköenergian muodossa. Tällöin saattaa tapahtua, että teolli- suuden koko energian käytössä tapahtuneet muutokset, eivät aiheuta vastaavanlaisia muutoksia edes polttoaineiden kokonaiskäytössä, yksityi-

sistä polttoainelajeista puhumattakaan. Saattaapa teollisuuden energian kokonaiskäyttö ja polttoaineiden käyttö muuttua kokonaan eri suuntiinkin.

Teollisuuden polttoaineiden käytössä tapahtuneita muutoksia selvitellessä on siten välttämätöntä tarkastella myös teollisuuden sähköenergian käyttöä. Hartikainen (1933, s. 50) on esimerkiksi laskenut, että Imatran voimalaitoksen valmistuminen aiheutti teollisuuden polttoaineiden käytössä vuonna 1930 kivihiilinä laskettuna 75 000—80 000 tonnin suuruisen vähennyksen. Mäntyhaloiksi muunnettuna vastasi se 450 000—480 000 p-m³ halkoja. Jos edellä mainittu vähennys lisättäisiin vuoden 1930 teollisuuden polttoaineiden yhteismäärään (9 008 700 p-m³), niin saataisiin 9 458 700—9 488 700 p-m³ eli lähes sama käyttömäärä kuin v. 1927. Tämän perusteella onkin Holopainen (1950, s. 19) selittänyt, että se teollisuuden polttoaineiden käytön supistuminen v. 1930, jota ensi näkemältä saattaisi luulla suhdannekehityksen aiheuttamaksi, on itse asiassa johtunut muista syistä. Hartikaisen (1933, s. 51) mukaan on edellä mainittuun polttoaineiden käytön vähentymiseen v. 1930 ollut osittain syynä myös useiden teollisuusalojen tuotannon supistuminen.

Suurin osa vesivoimasta käytetään teollisuuslaitoksissa sähköenergian muodossa ja vain pieni osa siitä on kytketty välittömästi teollisuuden työkonoiden käyttöön. Vesivoimalla kehitetyn sähkön lisäksi saa teollisuus sähköenergiaa myös höyryvoimalaitoksista. Teollisuuden sähkövoiman käytön vaikutus teollisuuden polttoaineiden käyttöön on siten aivan erilainen riippuen siitä miten käytetty sähköenergia on hankittu.

Mikäli kysymyksessä on höyryvoimalaitoksista peräisin oleva sähköenergia, aiheuttaa sen lisääntynyt käyttö myös höyryvoimalaitosten polttoaineiden käytön lisäystä. Kun maamme höyryvoimalaitokset kuuluvat teollisuustilaston piiriin, sisältyvät niiden käyttämät polttoaineet myös jo edellä eri vuosilta esitettyihin teollisuuden polttoaineiden yhteismääriin. Tämänvuoksi kiinnitetään jäljempänä sähköenergiasta puhuttaessa huomio pääasiassa vain vesivoimalla tuotetun sähköenergian käyttöön ja sen osuuteen teollisuuden energiantarpeen tyydyttämisessä, höyryvoiman osuutta silti kokonaan unohtamatta.

221. Teollisuuden sähkövoiman käyttö

Teollisuuden eri vuosina käyttämän vesivoimalla kehitetyn sähköenergian määriä ei voida aivan täsmällisesti selvittää. Tämä johtuu siitä, että useat sähkölaitokset, jotka kehittävät sähköä sekä vesi- että höyryvoimalla, syöttävät sähköä samaan voimansiirtoverkostoon, josta sitä jaetaan myös muualle kuin teollisuuteen. Tällöin ei voida tarkalleen määrittää miten suuri osa teollisuuden käyttöön tulleesta sähköenergiasta on peräisin vesi- tai höyryvoimalaitoksista.

Sähkön käytöstä on sähkölaitostilastosta saatavissa tietoja aina vuodesta 1930 lähtien. Kun teollisuus on vuosittain käyttänyt keskimäärin 80—90 % kaikesta maassamme kehitetystä sähkövoimasta, voidaan sen käyttämät sähkömäärät jakaa kuitenkin verraten tarkasti vesi- ja höyryvoimalla kehitetyn sähköenergian kesken samassa suhteessa kuin mitä niitä on koko maassa eri vuosina kehitetty (vrt. Sähkölaitostilasto 1955, s. 12). Tällä tavoin lasketut teollisuuden käyttämät sähkömäärät selviävät taulukko-osan taulukosta IX, missä höyryvoimalla kehitetyn sähköenergian yhteyteen on luettu se, käytännössä merkityksetön sähkömäärä, mikä on kehitetty polttomoottoreilla.

Taulukosta IX nähdään, että teollisuuden sähköenergian käyttö on 1930-luvulla jatkuvasti kasvanut ja oli se jo vuonna 1938 yli 2.5-kertainen vuoden 1930 käyttöön verrattuna. Vuosina 1940—43 oli teollisuuden sähkön käyttö kuitenkin vain noin puolet vuoden 1938 käyttömäärästä, mitä suuremmaksi se nousi uudelleen vasta vuonna 1949. Tämän jälkeen onkin mainittu käyttö taas vuosittain nopeasti kasvanut ja oli se vuonna 1955 jo runsaasti viisinkertainen vuoden 1930 käyttöön verrattuna. Vesivoimalla kehitetyn sähköenergian käyttö on vastaavana aikana kasvanut vieläkin voimakkaammin, eli noin 6.3-kertaiseksi. Kun teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäyttö kasvoi edellä mainittujen 25 vuoden aikana vain noin 1.8-kertaiseksi voidaan jo tämän perusteella todeta, että vesivoiman osuus teollisuuden energiantarpeen tyydyttämisessä on voimakkaasti kasvanut.

222. Teollisuuden energian kokonaiskäyttö

Jotta voitaisiin saada käsitys siitä, miten suurta osaa teollisuuden poltto-
puiden käyttö on edustanut teollisuuden koko energian käytöstä, on eri energiamuodot saatava, samoin kuin oli puhe jo teollisuuden jätepuiden kohdalla (vrt. s. 28), keskenään yhteismitallisiksi. Jäljempänä pyritään teollisuuden koko energian tarve laskemaan jo edellä käytettyinä yksiköinä, siis mäntyhalkojen pinokuutiometrejä vastaavina määrinä. Tämänkaltaisen muuntamistyö tuottaa kuitenkin eräitä vaikeuksia senvuoksi, että vesivoima on luonteeltaan polttoaineisiin verrattuna kovin erilaista, joten täysin tarkkoja muuntolukuja on mahdotonta saada lasketuksi.

Sähköenergiämääriä mäntyhalkojen pinokuutiometreiksi muunnettaessa on heti aluksi ratkaistava muunnettaanko sähköenergia sen tehon perusteella, mikä siitä saadaan työkoneissa tai muissa sähkölaitteissa vai pyritäänkö laskemaan ne polttoainemäärät, mitkä tarvittaisiin käytetyn sähkömäärän kehittämiseen. Ensinmainittu tapa on kuitenkin kovin epätarkka senvuoksi, että sähkövoiman käytön suhde polttoaineiden käyttöön vaihtelee paljon riippuen siitä, missä ja miten sitä käytetään (vrt. esim. Pö n t y n e n 1954

b, ss. 152—153). Tämänvuoksi on asiaa tyydyttävä tarkastelemaan vain siten, että lasketaan miten paljon polttoaineita olisi vuosittain tarvittu, jos teollisuuden käyttämä vesivoimaenergia olisi kehitetty höyryvoimalaitoksissa.

Tiedot siitä, miten suureksi on höyryvoimalaitoksissa laskettava vesivoimalla kehitettyä sähköä vastaavat polttoaineiden määrät, ovat jonkin verran vaihtelevia. Sähkölaitostilastossa vuodelta 1930 mainitaan, että parhaimmilla koneistoilla saadaan eri polttoaineilla kehitettyä seuraavat energiamäärät (Sähkölaitostilasto v. 1930, s. 237):

1 tonnilla kivihiiltä	noin 1 000 kWh
1 m ³ :llä halkoja.	» 200 »
1 m ³ :llä sahausjätteitä	» 100 »

Polttoainekomitean mietinnössä vuodelta 1949 on taasen maininta, että nykyisin rakennetuissa sähkövoimalaitoksissa voidaan 1 kilovattitunnin kehittämiseen päästä jopa alle 0.5 kg:n kivihiilimäärällä (Polttoainekysymys v. 1949, s. 35). Nordqvistin (1953) mukaan taasen 1 kWh vesivoimalla kehitettyä sähköä vastaa mekaaniseksi voimaksi ja valoksi käytettynä 0.5 kg kivihiiltä ja lämpötarkoituksiin käytettynä 0.2 kg kivihiiltä.

Vuonna 1955 asetettu energiakomitea on mietinnössään (Energiakomitean osamietintö, 1956. Liite 1) arvioinut, että 1 kWh vesivoimaenergiaa vastaa 0.5 kg kivihiiltä. Tämän perusteella voidaan laskea, että 333 kWh vesivoimaenergiaa vastaa mäntyhaloiksi muunnettujen polttoaineiden 1 pinokuutiometriä. Teollisuuden energian kokonaiskäyttöä taulukkoon 10 laskettaessa on käytetty viimeksimainittua vesivoimaenergian ja polttoaineiden välistä suhdelukua (1 p-m³ = 333 kWh).

Teollisuuden vesivoimaenergiasta puhuttaessa on edellä kosketeltu ainoastaan vesivoimalla kehitetyn sähköenergian käyttöä. Teollisuutemme käyttää lisäksi myös sellaista vesivoimaa, mikä on kytketty välittömästi työkoneiden käyttöön. Tämänluontoinen vesivoimaenergian käyttö on kuitenkin sangen vähäistä verrattuna vesivoimalla kehitetyn sähköenergian käyttöön.

Taulukkoa 10 laskettaessa on välittömästi työkoneisiin kytketyn vesivoimaenergian määrät vv. 1930—1948 saatu Veijolan (1945, s. 112) laskelmista. Tämän tutkimuksen yhteydessä lähetettiin maamme puuhiomoille kirjekysely, jossa tiedusteltiin niiden vv. 1950—1954 käyttämän suoran koneisiin kytketyn vesivoimaenergian määrää. Kun puuhiomoiden tämänlaatuisien koneiden yhteinen teho on 1950-luvun alkupuolella ollut noin 85—90 % koko teollisuuden vastaavanlaisten koneiden tehosta (vrt. Teollisuustilasto), voitiin kyselyn perusteella arvioida, että koko teollisuuden osalta välittömästi koneisiin kytketyn vesivoimaenergian käyttö vv. 1950—1957 ollut

Taulukko 10. Teollisuuden energian kokonaiskäyttö mäntyhalkoina laskettuna.¹⁾

Table 10. Total industrial utilisation of energy converted to pine split firewood.¹⁾

Vuosi Year	Vesivoima Water power			Polttopuut Firewood		Polttoaineita kaikkiaan Total fuels		Energian kokonais- käyttö 1 000 p-m ³ Total energy utilisation 1 000 piled cu.m.
	Milj. kWh. Million kWh	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%-teolli- suuden energian käytöstä Per cent of industrial utilisation of energy	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%-teolli- suuden energian käytöstä Per cent of industrial utilisation of energy	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%-teolli- suuden energian käytöstä Per cent of industrial utilisation of energy	
1930	996	2 991	24.9	5 511	45.9	9 009	75.1	12 000
1933	1 313	3 943	29.2	5 566	41.2	9 569	70.8	13 512
1936	1 806	5 423	30.3	6 619	37.0	12 455	69.7	17 878
1941—45 ²⁾	1 885	5 561	38.0	5 627	38.5	9 072	62.0	14 633
1946—47 ²⁾	1 844	5 538	31.5	7 706	43.9	12 021	68.5	17 559
1950	2 974	8 931	38.8	6 448	28.0	14 072	61.2	23 003
1953	3 820	11 471	44.3	5 567	21.5	14 413	55.7	25 884
1955	4 691	14 087	46.0	5 763	18.8	16 538	54.0	30 625
1956	3 856	11 580	37.1	5 295	17.0	19 629	62.9	31 209
1957	4 955	14 910	44.5	5 298	15.8	18 600	55.5	33 510
1958	5 126	15 392	46.3	5 743	17.3	17 883	53.7	33 275

noin 250 milj. kWh, eli saman suuruinen kuin mitä Veijolan 1940-luvun jälkimmäiseen puoliskoon kohdistunut arvio osoitti.

Taulukosta 10 nähdään, että teollisuuden vesivoimaenergian käyttö on vuodesta 1930 vuoteen 1955 mennessä kasvanut mäntyhalkoina laskettuna noin 11 milj. p-m³, eli 4.7 kertaiseksi. Kun teollisuuden koko energian käyttö on samana aikana kasvanut vain vajaat 2.6 kertaiseksi, on vesivoiman osuus teollisuuden energian kokonaiskäytöstä merkittävästi suurentunut. Vuonna 1955 oli vesien energian osuus jo lähes puolet, vastaavan osuuden oltua v. 1930 vain noin neljännes. Vuonna 1956 pienehi vesien energian osuus kuitenkin merkittävästi, mutta on taas vuonna 1958 kohonnut suuremmaksi kuin koskaan aikaisemmin (46.3 %).

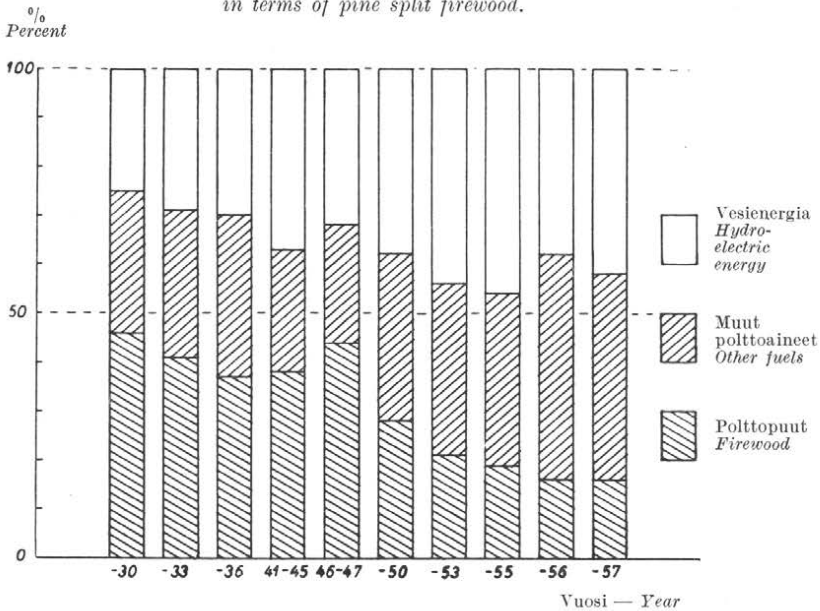
Vesivoiman osuuden kasvaessa on polttoaineiden osuus teollisuuden energian käytöstä vastaavasti pienentynyt (vrt. piirros 4). Polttoaineidenkin kokonaiskäyttö on tosin vuodesta 1930 lähtien, sota-aikaa (vv. 1941—45) lukuunottamatta, jatkuvasti kasvanut, mutta suhteessaan energian kokonaiskäyttöön on se ollut huomattavasti hitaampaa kuin vesivoiman käytön kasvu. Polttoaineilla kehitettiin kuitenkin vielä vuonna 1955 vähän yli puolet (54 %) teollisuuden käyttämän energian kokonaismäärästä.

¹⁾ Teollisuuden käyttämää jätelipeää lukuunottamatta. — Waste liquor used by industry excluded.

²⁾ Keskimäärin vuodessa. — Annual average.

Piirros 4. Vesivoiman ja polttoaineiden prosenttiset osuudet teollisuuden energian kokonaiskäytöstä mäntyhaloiksi muunnettujen määrien perusteella laskettuna.

Fig. 4. Percentual shares of water power and fuels in the total industrial energy utilisation calculated in terms of pine split firewood.



Teollisuuden polttoaineiden käytön riippuvuudesta vesivoimaenergian käyttöön saadaan verraten selvä kuva, kun verrataan toisiinsa vuosia 1955 ja 1956. Taulukosta 10 nähdään, että vesivoimalla kehitetyn energian käyttö pieni vuonna 1956 edelliseen vuoteen verrattuna lähes 18 prosenttia, mikä mäntyhaloiksi muunnettuna vastasi noin 2.5 milj. pinokuutiometriä. Tämä vähennys aiheutti teollisuuden polttoaineiden käytössä vastaavan suuruisen kasvun, minkä lisäksi teollisuuden energian kokonaiskäytössä tapahtunut lisäys (0.6 milj. p-m³) oli kokonaan kehitettävä polttoaineilla. Vuonna 1957, jolloin teollisuudella oli taas käytettävissään enemmän vesivoimaenergiaa, pieni sen polttoaineiden käyttö noin 1 milj. p-m³. Polttopuiden käyttöön ei näillä muutoksilla näytä kuitenkaan olleen juuri mitään vaikutusta.

Teollisuuden polttopuiden käytössä voidaan, 1940-luvun poikkeuksellista aikaa lukuunottamatta, havaita teollisuuden energian kokonaiskäyttöön verrattuna sangen vähäisiä absoluuttisia muutoksia. Tästä on ollut seurauksena se, että polttopuiden osuus teollisuuden energian kokonaiskäytöstä on pienentynyt. Piirroksesta 4 voidaan myös selvästi nähdä, että teollisuuden energian käytössä on kaikkien polttoaineiden yhteisen osuuden pienentyminen johtunut yksinomaan polttopuiden osuuden pienentymisestä.

23. Teollisuustoiminnassa tapahtuneiden muutosten vaikutus polttopuiden sekä energian kokonaiskäyttöön

Juuri edellä on todettu, että teollisuuden energian kokonaiskäyttö on parin viimeisen vuosikymmenen aikana nopeasti kasvanut. Tämän voidaan olettaa johtuneen ainakin osaksi siitä, että teollisuuden tuotanto on samanaikaisesti lisääntynyt. Osaltaan se voi johtua myös siitä, että teollisuudessa on tutkimuskauden aikana alettu ihmisvoiman asemasta käyttää suhteellisesti enemmän konevoimaa. Tämänlaatuisten seikkojen ymmärtämiseksi on välttämätöntä tarkastella lyhyesti myös yleisessä teollisuustoiminnassa tapahtuneita muutoksia.

Teollisuuden polttoaineita koskevissa aiemmissä tutkimuksissa on teollisuudessa tapahtuneita muutoksia kuvattu työpaikkojen ja työntekijäin lukumäärän, teollisuuden käytössä olevien primäärivoimatoimittajien tehon, käytettyjen raaka-aineiden arvon sekä tuotannon bruttoarvon perusteella. Kun rahan arvossa on nyt kyseessä olevan tutkimuskauden aikana tapahtunut sängen merkittäviä muutoksia, eivät teollisuustilastosta saatavat raaka-aineiden arvoa ja tuotannon bruttoarvoa esittävät luvut ole eri vuosien suhteen sellaisinaan vertailukelpoisia. Tässä yhteydessä ne jätetäänkin kokonaan huomioonottamatta.

Tilaston päätoimisto on vuodesta 1938 lähtien laskenut teollisuustuotannon volyymin vuosi-indeksin (Suomen tilastollinen vuosikirja), mikä soveltuu teollisuustuotannon laajuudessa vuodesta toiseen tapahtuneiden muutosten seuraamiseen huomattavasti paremmin kuin edellä mainitut kuvaajat. Tätä indeksisarjaa, minkä perusvuosi on v. 1938, on julkaistu vuoteen 1952 saakka. Laurila (1949, s. 16) on laskenut sen myös taaksepäin aina vuoteen 1925 saakka. Indeksisarja, mihin vuosia 1953—55 esittivät indeksit on laskettu Tilastollisen päätoimiston esittämän uuden indeksisarjan (1948 = 100) avulla, on esitetty taulukko-osan taulukossa X (vrt. myös KOP:n taloudellinen katsaus 1953/1).

Taulukosta 11 nähdään, että teollisuuden työpaikkojen ja työntekijöiden lukumäärät ovat vuodesta 1930 vuoteen 1957 mennessä kasvaneet noin 1.9 kertaisiksi, eli lähes samassa suhteessa kuin mitä teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäyttökin oli kasvanut. Teollisuuden energian kokonaiskäytön kasvuun verrattuna on sekä työntekijöiden että työpaikkojen kohdalla havaittava kasvu suhteellisesti laskettuna kuitenkin huomattavasti vähäisempää. Tästä johtuen on työntekijää kohden laskettu teollisuuden mäntyhalkoina mitattu energiankäyttö noussut vastaavana aikana 83 pinokuutiometriä 108 pinokuutiometriin.

Teollisuustuotanto on, volyyymi-indeksin perusteella arvosteltuna, kohonnut kuluneiden 27 vuoden aikana (1930—57) noin 4.5 kertaiseksi, siis merkittävästi enemmän kuin mitä sekä työntekijäin että työpaikkojen

Taulukko 11. Tietoja Suomen teollisuudesta eräinä tutkimusvuosina.

Table 11. Information on Finnish industry for some of the years under review.

Vuosi Year	Työpaikkojen luku Number of jobs	Työntekijöiden luku, tuhansia Number of workers 1 000	Primääri- moottoreiden teho 1 000 hv Effect of primary motors 1 000 HP	Primääri- moottorien tehosta vesivoimaa prosenttia Water power, per cent, from the effect of primary motors	Teollisuuden volyymi-indeksi Industrial volume index 1938 = 100
1927	3 787	159.1	548.2	41.5	52
1930	3 773	144.9	726.0	50.3	54
1933	3 527	140.7	824.6	51.7	56
1936	4 078	184.4	974.9	49.0	83
1941—43 ¹⁾	4 298	181.0	1 338.0	49.2	81
1944—45 ¹⁾	4 882	200.0	1 304.5	46.8	85
1946—47 ¹⁾	5 845	243.3	1 329.8	48.3	111
1950	5 880	259.8	1 647.0	57.8	150 (113) ²⁾
1953	5 904	264.3	2 016.3	59.6	177 (133) ²⁾
1955	7 204	309.7	2 460.4	60.8	226 (170) ²⁾
1956	7 265	318.6	2 580.9	60.8	231 (174) ²⁾
1957	7 225	309.0	2 851.0	63.4	236 (178) ²⁾
1958	7 217	294.8	3 094.7	61.6	228 (172) ²⁾

lukumäärän perusteella olisi voinut päätellä. Volyymi-indeksin kasvu on ollut suhteellisesti jopa suurempi kuin teollisuuden energian kokonaiskäytössä vastaavana aikana havaittu kasvu.

Vaikkakaan edellä mainittujen lukusarjojen avulla ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä, voidaan jo niidenkin perusteella päätellä, että teollisuuden piirissä viime vuosikymmeninä suoritettu rationalisointi on pienentänyt määrättyä tuoteyksikköä kohden laskettua työvoiman ja energian tarvetta.

3. Eri polttoaineiden käytön taloudelliset edellytykset

31. Yleistä

Edellä on jo selvästi ilmentynyt, että tutkimuskauden aikana on teollisuustuotannon laajentumisesta johtunut polttoaineiden käytön kasvu tapahtunut yksinomaan ulkomaisten polttoaineiden käytön lisääntymisestä, kun taas polttopuiden käyttö on, vähäisiä vaihteluita lukuunottamatta, pysynyt määrältään suurin piirtein muuttumattomana. Toisaalta on myös todettu, että teollisuuden vuosittain käyttämien polttoaineiden yhteis-

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — *Annual average.*

²⁾ 1948 = 100.

määrät eivät nekään ole kasvaneet samassa suhteessa kuin teollisuuden energian kokonaiskäyttöä esittävät luvut, mikä puolestaan johtuu teollisuuden energiankäytössä tapahtuneesta vesivoiman osuuden kasvusta. Kun seuraavassa ryhdytään tarkastelemaan teollisuuden polttopuiden ja muiden polttoaineiden välistä kilpailua, on muistettava, että kilpailua ei käydä pelkästään eri polttoaineiden välillä, vaan sitä tapahtuu jatkuvasti myös polttoaineiden ja vesivoimaenergian käytön välillä. Tämän tutkimuksen puitteissa ei viimeksimainittuun seikkaan ole kuitenkaan mahdollista lähemmin puuttua.

Teollisuuden polttoainehuoltoa ajateltaessa tuntuu järkevältä olettaa, että teollisuus olisi eri aikoina hankkinut polttoaineensa mahdollisimman taloudellisesti, toisin sanoen siis siten, että niistä käyttöön saadusta energiasta olisi maksettu, kokonaiskustannukset huomioon ottaen, mahdollisimman alhainen hinta. Tämä onkin varmaan se päämäärä mihin yleensä on pyritty. Koko teollisuutta ajatellen ei sen polttoainehuollossa tapahtuvat muutokset ole kuitenkaan kovin herkkäliikkeisiä, joten esim. eri polttoaineiden keskeisissä hintasuhteissa tapahtuvat vaihtelut eivät vaikuta kovin nopeasti eri polttoaineiden käytön keskinäisiin suhteisiin.

Se, että teollisuuden eri polttoaineiden käytön väliset suhteet muuttuvat verraten hitaasti, johtuu useasta eri seikasta. Ehkä merkittävin tähän vaikuttava syy on se, että teollisuuslaitosten tulipesät ovat alunperin rakennetetut määrätyn polttoaineen käyttöä silmälläpitäen, joten toisten polttoaineiden käyttöön ne soveltuvat huonommin. Toisen polttoaineen käyttöön siirtyminen aiheuttaisi yleensä myös polttolaitteiden muutostöistä johtuvia kustannuksia. Suurteollisuuden kohdalla, joka käyttää teollisuuden polttoaineista valtaosan, ovat muutostöistä aiheutuvat kustannukset yleensä siksi merkittäviä, että näihin muutostöihin ryhdytään vasta silloin kun jonkin toisen polttoaineen käytön voidaan uskoa tulevan entisen polttoaineen käyttöön verrattuna jatkuvasti edullisemmaksi. Parhaiten tämä polttoaineen käytöstä toiseen siirtyminen tapahtuu silloin, kun polttolaitos olisi muutoinkin uusittava.

Käytettävän polttoaineen valintaan saattaa edellämainitun taloudellisuusnäkökohdan lisäksi vaikuttaa myös eräät muut tekijät. Vuoden 1950 osalta on jo edellä (s. 15) viitattu siihen, että kyseisen vuoden verraten suuri halkojen käyttömäärä johtui osaltaan teollisuuden, polttoainepulan aikana, hankkimista suurista halkovarastoista, mitkä sen oli käytettävä loppuun, vaikkakin ulkomaisia polttoaineita jo oli saatavissa. Eräissä teollisuuslaitoksissa ratkaisee taasen tuotannon laatu myös käytettävän polttoaineen. Kalan ja lihan savustamoissa on esim. käytettävä leppähalkoja. Toisissa teollisuuslaitoksissa on polttoaineen valintaan vaikuttaneet myös sellaiset seikat kuin tottumus, polttoaineen käytön mukavuus yms. Teollisuuden rakenteessa tutkimuskauden aikana tapahtuneet muutokset

ovat myös saattaneet aiheuttaa vähäisiä muutoksia eri polttoaineiden käytön välisiin suhteisiin. Tämän tutkimuksen puitteissa ei ole mahdollisuutta puuttua yksityiskohtaisesti kaikkiin polttoaineiden valintaan vaikuttaviin syihin. Jäljempänä tarkastellaankin lähemmin vain eri polttoaineiden keskeistä hintakilpailua.

32. Teollisuuden polttoaineiden hintavertailu

Ennenkuin eri polttoaineiden hintavertailuja voidaan suorittaa, on polttoaineiden hinnat saatava keskenään vertailukelpoisiksi. Tämä voidaan tehdä esim. siten, että eri polttoaineiden hinnat lasketaan lämmitysteholtaan samanarvoista yksikköä kohden. Vertailuperusteeksi voidaan siten valita esimerkiksi polttoaineiden mäntyhaloiksi muunnettua pinokuutiometriä vastaava hinta. Teollisuuden polttoaineita koskevissa aikaisemmissa tutkimuksissa onkin hintavertailut suoritettu näiden hintojen perusteella (vrt. esim. Hildén 1930, s. 60 ja Hartikainen 1939, s. 28). Tällä perusteella on myös Holopainen (1950, s. 21) tarkastellut halkojen ja kivihiilen kilpailua.

Viime aikoina on eri polttoaineiden taloudellisuutta arvosteltu useimmiten niiden hintojen avulla, jotka eri polttoaineille on laskettu niistä polttolaitteissa hyödyksi saatua 1 000 kaloriaa (Mcal) kohden (vrt. esim. Polttoainekysymys v. 1949, s. 15; Pöntynen 1954 b, s. 176; Leskinen ja Vuorelainen 1957, s. 16). Nyt esillä olevassa tutkimuksessa suoritetaan hintavertailut myös tätä menetelmää käyttäen. Tällöin on eri polttoaineista tunnettava hintojen lisäksi myös niiden polttoarvot sekä ns. hyötysuhdeprosentit.

321. Polttoaineiden polttoarvot

Polttoarvolla tarkoitetaan sitä lämpömäärää kalorioissa, joka saadaan poltettaessa 1 kilo polttoainetta (vrt. esim. Jalava 1952, ss. 133—134). Tämän perusteella voidaan eri polttoaineiden polttoarvot laskea myös jotain muuta paino- tai tilavuusyksikköä kohden. Erilaatuisilla polttoaineilla se on kovin erilainen. Kun on puhe suurista polttoainemääristä, vaihtelee se verraten paljon myös saman polttoainelajin kohdalla, joten laskelmia suoritettaessa on käytettävä eri polttoaineiden keskimääräisiä polttoarvolukuja. Vuorelaisen ja Leskisen (1957, s. 16) mukaan on maassamme viime vuosina käytettyjen polttoaineiden polttoarvot olleet seuraavat:

Koksi	6 600	Mcal/t
Antrasiitti	7 300	»
Karkea kivihiili	6 750	»
Pikkuhiili	6 300	»
Kivihiilimurska	5 800	»
Ruskohiilibriketit	4 700	»
Polttoöljy n:o 2	10 150	»
Polttoöljy n:o 4	9 800	»
Koneturve	3 650	»
Koivuhalot	1 440	Mcal/p-m ³

Teollisuuden polttoaineiden edullisuutta keskenään vertailtaessa ei edellä mainittuja polttoarvoja voida sellaisenaan käyttää, koska teollisuuden polttoaineista eri tutkimusvuosina maksettuja hintoja ei ole pystytty selvittämään riittävän yksityiskohtaisesti.

Kun teollisuuden vuosittain käymien halkojen yhteismääristä lasketut puulajisuhteet ovat eri tutkimusvuosina vaihdelleet verraten paljon (vrt. s. 20), on se aiheuttanut myös halkojen keskimääräisen polttoarvon vaihtelua tutkimusvuodesta toiseen. Tämän vuoksi on teollisuuden halkojen keskimääräiset polttoarvot laskettu kullekin tutkimusvuodelle erikseen, ottamalla huomioon halkojen puulajisuhteissa tapahtuneet muutokset. Laskelmissa on eri puulajeille käytetty seuraavia polttoarvoja (Mcal/p-m³): koivu 1 350, mänty 1 130, kuusi 1 030, muut 1 085. Näiden lukujen perusteella on teollisuuden käyttämien halkojen keskimääräiset polttoarvot saatu eri tutkimusvuosina seuraaviksi:

Vuosi	Polttoarvo	Vuosi	Polttoarvo
1927	1 164 Mcal/p-m ³	1953	1 254 Mcal/p-m ³
1930	1 185 »	1955	1 292 »
1933	1 183 »	1956	1 289 »
1936	1 168 »	1957	1 291 »
1950	1 228 »	1958	1 291 »

Se, että teollisuuden halkojen keskimääräiset polttoarvot ovat 1950-luvulla olleet selvästi aikaisempina tutkimusvuosina käytettyjä polttoarvoja suurempia, johtuu koivuhalkojen osuuden lisääntymisestä.

Myös muiden polttoainelajien kohdalla on polttoarvo todennäköisesti jonkin verran vaihdellut. Tämän tutkimuksen puitteissa ei ole kuitenkaan mahdollisuutta ryhtyä niiden yksityiskohtaiseen selvittelyyn. Jäljempänä käytetään muille polttoaineille niitä polttoarvoja, joita Voima- ja Poltto-

ainetaloudellinen yhdistys (EKONO) on käyttänyt laskiessaan niitä kertoimia, joiden perusteella eri polttoainemäärät on muunnettu mäntyhalkojen pinokuutiometrejä vastaaviksi. Käytetyt polttoarvot ovat seuraavat:

Koksi	6 600 Mcal/t
Kivihiili	6 500 »
Polttoöljy	9 900 »
Polttoturve	3 300 »
Jätepuut	1 130 Mcal/p-m ³ m. h.
Koivuhalat	1 350 Mcal/p-m ³
Havuhalat	1 100 »
Sekahalot	1 100 »

Kun teollisuuden käyttämien sekahalkojen laatua ja puulajisuhteita ei tarkalleen voida määritellä, käytetään niille tässä tutkimuksessa havuhalkojen polttoarvoa. Näin on menetelty sen vuoksi, että vaikkakin sekahalkojen polttoarvo on yleensä vähän havuhalkojen polttoarvoa pienempi, tiedetään teollisuuden käyttämien sekahalkojen sisältäneen joissakin tapauksissa verraten runsaasti koivua, mikä puolestaan nostaa niiden polttoarvoa.

322. Polttoaineilla erilaisissa polttolaitteissa saatavat hyötysuhteet

Kuten edellä jo on mainittu, on polttoaineiden käytön taloudellisuutta arvosteltaessa tunnettava myös eri polttoaineita käytettäessä saavutettava *h y ö t y s u h d e*, millä ymmärretään polttoaineen sisältämän tehollisen lämpömäärän ja siitä poltettaessa hyödyksi saatavan lämpömäärän suhdetta osoittavaa sadanneslukua. Eri polttoaineita käytettäessä saavutettavat hyötysuhteet vaihtelevat merkittävästi polttolaitteen rakenteesta ja kunnosta sekä käytettävän polttoaineen soveltuvuudesta ko. polttolaitteeseen johtuen. Esimerkkinä siitä, miten paljon eri polttoaineiden hyötysuhteet saattavat polttolaitteista johtuen vaihdella, esitetään seuraavassa *L e s k i - s e n* ja *V u o r e l a i s e n* (1957, s. 12) maamme keskuslämmityslaitosten vuotuisista hyötysuhteista laatima taulukko (12).

Kuten taulukosta 12 nähdään, saattaa keskuslämmityslaitosten vuotuisen hyötysuhde vaihdella merkittävästi polttoaineesta ja kattilatyypistä riippuen. Huomio kiintyy myös siihen seikkaan, että kaikkien kattilatyypien kohdalla on halkojen hyötysuhde merkittävästi muiden polttoaineiden hyötysuhdetta pienempi.

Teollisuudessa käytettyjen polttoaineiden keskimääräiset hyötysuhteet esitetään taulukossa 13 (*N i k a n d e r* 1959, taul. 1)

Taulukko 12. Keskuslämmityslaitosten vuotuisia hyötysuhteita.

Table 12. Annual utility ratios of central heating plants.

Kattilatyyppi Boiler type	Polttoaine Fuel	Halot	Koksi	Antra-	Karkea	Stoker	Poltto-	Poltto-
		Split firewood	Coke	siliti Anthra- cite	kivi- hiili Stocking	hiili Stoker coal	öljy no. 2 Fuel oil no. 2	öljy no. 4 Fuel oil no. 4
Vuotuinen hyötysuhde — Annual utility ratio								
Yhden kattilan laitos — One-boiler plant								
Pienet valurauta yläpalokattilat — Small cast-iron upper-burning boilers		0.42	0.57	0.57	—	—	0.57	—
Pienet teräslevy alapalokattilat — Small lower-burning boilers of steel sheet		0.55	0.69	0.69	—	—	0.71	—
Suuret teräslevy alapalokattilat — Large lower-burning boilers of steel sheet		0.70	—	—	0.79	—	—	0.73
Suuret teräslevy yläpalokattilat — Large upper-burning boilers		0.58	—	—	—	0.75	—	0.73
Kahden kattilan laitos — Two-boiler plant								
Valurauta yläpalokattilat — Cast-iron upper-burning boilers		0.49	0.65	0.65	—	—	0.71	—
Teräslevy yläpalokattilat — Steel sheet upper-burning boilers		0.60	—	—	—	0.77	—	0.76
Teräslevy alapalokattilat — Steel sheet lower-burning boilers		0.73	—	—	0.81	—	—	0.75
Kolmen kattilan laitos — Three-boiler plant								
Valurauta yläpalokattilat — Cast-iron upper-burning boilers		0.51	0.68	0.68	—	—	0.73	—
Teräslevy yläpalokattilat — Steel sheet upper-burning boilers		0.62	—	—	—	0.80	—	0.79
Teräslevy alapalokattilat — Steel sheet lower-burning boilers		0.74	—	—	0.82	—	—	0.78

Taulukko 13. Teollisuuden eri kattilatyyppien hyötysuhde erilaisia poltto-
aineita käytettäessä.

Table 13. The utility ratio of the different boiler types in industry for different fuels.

Kattilan koko Boiler size	Pienet Small		Keskikokoiset Medium		Suuret Large
	Höyrykehitys tonn/h Generation of steam, tons/h		15—40		40—150
Polttoaine Fuel	Tasoarina Flat grate	Viistoarina Sloped grate	Tasoarina Flat grate	Viistoarina Sloped grate	Öljy, Hiilipöly Fuel oil, coal dust
	Hyötysuhde — Utility ratio				
Öljy — Oil	0.90	—	0.90	—	0.93
Kivihiili — Coal	0.85	—	0.88	—	0.91
Koksi — Coke	—	—	—	—	—
Puu, kosteus 30 % — Wood, moisture 30 per cent	0.77	0.80	—	0.85	—
Hake, kosteus 45 % — Chips, moisture 45 per cent	—	0.85	—	0.85	—
Sahajäte, kosteus 60 % — Sawing waste, moisture 60 per cent	—	0.80	—	0.83	—

Taulukosta 13 nähdään, että teollisuuden tulipesissä vaihtelee polttoaineiden hyötysuhteet huomattavasti vähemmän kuin maamme kaikissa keskuslämmityslaitoksissa (vrt. taul. 12). Teollisuudessa saadaan eri polttoaineet käytettyä myös jonkinverran korkeammalla hyötysuhteella kuin keskuslämmityslaitoksissa. Voidaan kuitenkin todeta, että teollisuudessa on polttopuiden hyötysuhde vähäisen ulkomaisten polttoaineiden hyötysuhdetta pienempi.

Taulukkoon 13 perustuen käytetään jäljempänä eri polttoaineille seuraavia keskimääräisiä hyötysuhteita:

Halot	0.85
Jätepuut	0.81
Kivihiili	0.88
Polttoöljy	0.91

Kun kocsin ja polttoturpeen hyötysuhteista ei teollisuuden kohdalla ole saatavissa tarkempia tietoja, käytetään jäljempänä esitettävissä laskelmissa kocsille kivihiilen ja polttoturpeelle jätepuiden hyötysuhdetta.

323. Teollisuuden polttoaineiden omakustannushinnat

Polttoaineista hyödyksi saatavan lämpöenergian hintaan vaikuttavat kustannustekijät voidaan jakaa kahteen ryhmään, polttoainekustannuksiin ja polttolaitoksen suuruudesta sekä rakenteesta aiheutuneisiin kiinteisiin kustannuksiin. (Vrt. O. Leskinen ja O. Vuorelainen 1957, s. 7.) Kun nyt esillä olevassa tutkimuksessa polttoaineiden hintavertailut suoritetaan lukuisissa eri tyyppisissä polttolaitteissa käytettyjen suurten polttoainemäärien keskimääräisten hintojen perusteella, ei polttolaitteista aiheutuvia kiinteitä kustannuksia voida riittävän tarkasti selvittää. Tämänvuoksi jätetäänkin ne tässä tutkimuksessa huomioon ottamatta.

Polttoainekustannukset voidaan Leskisen ja Vuorelaisen (1957, s. 7) mukaan jakaa vielä seuraaviin alaryhmiin:

1. polttoaineen hinta myyjän varastossa
2. kuljetuskustannukset kulutuspaikalle
3. käsittelykustannukset
4. käsittely- ja varastoimishäviöt
5. korkomenot polttoaineen varastoimisesta
6. energiakustannukset.

Tässä tutkimuksessa käytetyt polttoaineiden hinnat on saatu eri tutkimusvuosilta suoritettujen teollisuuden polttoaineita koskevien kyselyjen yhteydessä. Ne tarkoittavat siten teollisuuden eri polttoaineista keskimäärin maksamia omakustannushintoja tehtaan varastossa. Edellä esitetyistä polttoainekustannuksista sisältyvät näihin hintoihin polttoaineen hinta myyjän varastossa sekä kuljetuksesta kulutuspaikalle aiheutuneet kustannukset. Käsittelykustannuksista sisältyy omakustannushintaan polttoaineen varastoinnista aiheutuneet kustannukset. Sensijaan käsittely- ja varastoimishäviöiden, korkomenojen ja polttoaineen käytöstä aiheutuneiden energiamentojen osuutta ei teollisuuden ilmoittamissa omakustannushinnoissa ole otettu huomioon.

Teollisuuden eri tutkimusvuosina maksamat polttoaineiden käyttömäärillä punnitut omakustannushinnat selviävät koko maata koskevana keskiarvolukuna taulukosta XI.

Teollisuuden polttoaineiden markkamääräisiin hintoihin ei tässä yhteydessä ole tarpeellista kiinnittää kovinkaan suurta huomiota. Voidaan kuitenkin todeta, että kaikkien polttoaineiden kohdalla on sodanjälkeisinä tutkimusvuosina huomattavissa markan arvon heikentymisestä aiheutunut merkittävä hintatason nousu. Taulukosta XI nähdään, että teollisuuden käyttämien halkojen keskimääräinen omakustannushinta oli vuodesta 1936 kohonnut vuoteen 1950 noin 22 kertaiseksi. Vuonna 1955 oli vastaava kerroin jo 31.6. Kivihiilen hinta oli vastaavana aikana kohonnut 15.7 ja 24.3 kertaiseksi.

Jo tässä yhteydessä voidaan kuitenkin polttonesteiden hintakehitykseen kiinnittää erikoista huomiota. Vuoteen 1936 verrattuna oli polttoöljyn hinta vuosina 1950 ja 1955 vain 6.7 ja 7.3ertainen. Halkojen hintaan verrattuna on polttoöljyn hinta noussut suhteellisesti laskien huomattavasti vähemmän. Halkojen ja polttoöljyn välisestä hintasuhteen muutoksesta saa selvän kuvan laskettaessa, että kun teollisuus sai vuonna 1936 yhden polttoöljytonnin hinnalla hankituksi 30.4 p-m³ halkoja, sai se vuonna 1950 vastaavalla hinnalla vain 9.3 p-m³. Vuonna 1955, jolloin polttoöljytonnin hinalla sai halkoja enää noin 7 p-m³, oli hintasuhte haloille vieläkin epäedullisempi. Viimeisinä tutkimusvuosina (vv. 1956—57) on hintasuhte muuttunut haloille kuitenkin jonkinverran edullisemmaksi.

324. Polttoaineiden hinnat hyödyksi saatua 1 000 cal kohden

Ryhdyttäessä tarkastelemaan eri polttoaineiden välistä todellisen lämmitystehon mukaista hintakehitystä, kohdistetaan huomio etupäässä vain teollisuuden merkittävimpiin polttoaineisiin, polttopuuhun, kivihiileen ja polttoöljyyn. Kuten jo aiemmin on mainittu, suoritetaan hintavertailut

eri polttoaineista hyödyksi saatua 1 000 kaloriaa (Mcal) kohden laskettujen hintojen perusteella. Nämä hinnat saadaan seuraavan kaavan avulla:

$$\frac{P}{Q \cdot \frac{h}{100}} = E$$

jossa E = hinta 1 000 hyödyksi saadulta 1 000 kalorialta (mk/Mcal)

P = polttoaineen omakustannushinta yksiköltä

Q = omakustannushintaa vastaavan yksikön tehollinen lämpöarvo (Mcal)

$$\frac{h}{100} = \text{hyötysuhde}$$

Teollisuuden eri tutkimusvuosina käyttämien polttoaineiden 1 000 kaloriaa (Mcal) kohden lasketut hinnat selviävät koko maan keskiarvolukuina laskettuna taulukosta 14.

Suoritettavien hintavertailujen suhteen on tässä yhteydessä muistutettava vielä siitä, että hintavertailut suoritetaan tehtaan varastossa laskettujen omakustannushintojen perusteella, joten taulukossa 14 ilmoitetut luvut eivät esitä todellisia polttoainekustannuksia. Kun huomioon ottamatta jääneistä kustannuksista (vrt. s. 56) ovat halkojen käsittely ja käyttökustannukset hieman muiden polttoaineiden vastaavia kustannuksia suuremmat (vrt. Leskinen ja Vuorelainen 1957, s. 13), on esitettävä hintavertailu haloille, kivihiileen ja polttoöljyyn nähden ehkä vähäisen liian edullinen. Itse hintavertailuun ei tällä seikalla kuitenkaan ole suurtakaan vaikutusta.

Taulukko 14. Teollisuuden polttoaineiden keskimääräiset omakustannushinnat niistä hyödyksi saatua 1 000 kaloriaa (Mcal) kohden.

Table 14. Average prices of industrial fuels per 1 000 calories (Mcal) utilised.

Polttoaine Fuel	Vuosi — Year									
	1927	1930	1933	1936	1950	1953	1955	1956	1957	1958
	Polttoaineen hinta mk/Mcal Fuel price marks/Mcal									
Halot — Split firewood	0.052	0.052	0.035	0.039	0.82	1.29	1.13	1.25	1.26	1.21
Jätepuu — Waste wood	0.044	0.038	0.029	0.029	0.57	0.78	0.79	0.87	0.97	0.91
Polttoturve — Fuel peat	—	0.038	0.034	0.034	0.77	1.01	0.95	0.97	1.25	1.28
Kivihiili — Coal	0.042	0.038	0.033	0.038	0.60	0.86	0.92	1.08	1.20	0.98
Koksi — Coke	0.052	0.049	0.039	0.053	0.80	1.11	1.17	1.48	1.59	1.64
Polttoöljy — Fuel oil	0.144	0.115	0.094	0.132	0.89	1.10	0.96	1.15	1.37	1.30

Kuten taulukosta 14 nähdään, on jättepuu useimpina tutkimusvuosina ollut koko maan osalta teollisuuden halvinta polttoainetta. On kuitenkin muistettava, että suurin osa siitä on metsäteollisuudessa syntynyttä jätettä, minkä metsäteollisuus on myös itse käyttänyt (vrt. taul. VI). Tälle osalle jättepuuta ei siten tavallisessa mielessä ole syntynyt lainkaan markkinahintaa, sillä kaikissa niissä tapauksissa, joissa teollisuuslaitos ei ole ostanut jättepuuta, vaan on polttanut omassa jalostustoiminnassaan syntyneitä jätteitä, on hyvin paljon harkinnan asia, mikä niille merkitään hinnaksi. Muulle teollisuudelle, joka on joutunut ostamaan jättepuuta markkinahintaan ja kuljettamaan sen käyttöpaikalle, on hinta tuskin muodostunut yhtä alhaiseksi kuin metsäteollisuudelle. Jättepuiden hinnoille ei siten tässä yhteydessä voida antaa kovinkaan suurta merkitystä. Tähän kysymykseen palataan vielä uudelleen (s. 65) hieman myöhemmin.

Vaikkakin jo taulukon 14 perusteella voidaan eri polttoaineiden todellisista hintasuhteista tehdä verraten yksityiskohtaisia havaintoja, esitetään seuraavassa tarkastelun helpoittamiseksi vielä eri polttoaineiden käyttöarvon mukaiset koko maata koskevat suhteelliset hinnat kultakin tutkimusvuodelta (halot = 100).

Taulukko 15. Teollisuuden koko maassa käyttämien polttoaineiden suhteelliset omakustannushinnat (halot = 100).

Table 15. Relative cost price of fuels utilised by industry in the whole country (split firewood = 100).

Polttoaine <i>Fuel</i>	Vuosi — Year									
	1927	1930	1933	1936	1950	1953	1955	1956	1957	1958
	Suhteellinen hinta <i>Relative price</i>									
Halot — <i>Split firewood</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Jättepuu — <i>Waste wood</i>	85	73	83	74	70	60	70	70	77	75
Polttoturve — <i>Fuel peat</i> ...	—	73	97	87	94	78	84	78	99	106
Kivihili — <i>Coal</i>	81	73	94	97	73	67	81	86	95	81
Koksi — <i>Coke</i>	100	94	111	136	98	86	104	118	126	136
Polttoöljy — <i>Fuel oil</i>	277	221	269	338	109	85	85	92	109	107

Kuten taulukosta 15 nähdään ovat halot jo vuodesta 1927 lähtien olleet useimpina tutkimusvuosina teollisuuden enimmin käyttämistä polttoaineista kalleimpia. Koksi on tosin eräinä tutkimusvuosina ollut jonkin verran halkoja kalliimpaa, mutta kun ottaa huomioon kaksin vähäiset käyttömäärät sekä sen seikan, että suuri osa siitä on ollut kalliimpi-laatuista erikoiskoksia (ns. valukoksia), voidaan se tässä yhteydessä jättää

huomioon ottamatta. Polttoöljyn suhteellinen hinta oli sotia edeltäneinä vuosina halkojen hintaan verrattuna yli kaksinkertainen. On kuitenkin muistettava, että myös polttoöljyn käyttö oli silloin määrällisesti aivan merkityksestöntä (vrt. esim. taul. VII), joten nämäkin hinnat voidaan näiltä kohdin jättää huomioon ottamatta.

Ulkomaisista polttoaineista on kivihiili ollut teollisuudelle useimpina tutkimusvuosina jätepuiden jälkeen halvinta polttoainetta. Verrattuna halkojen hintaan, on kivihiilen lämmitystehon mukainen hinta vaihdellut 67 prosentista (v. 1953) 97 prosenttiin (v. 1936) halkojen vastaavasta hinnasta. Mitään yhtenäistä kehityssuuntaa ei näissä hintasuhteissa voida havaita.

Jos sensijaan tarkastelemme toisen, nykyään varsin merkittävän, teollisuuden ulkomaisen polttoainelajin, polttoöljyn ja halkojen keskinäistä hintasuhdetta, voidaan siinä havaita hyvin selvä muutos verrattuna toisiinsa aikaa ennen sotia (vv. 1927—36) ja niiden jälkeen (vv. 1950—56). Kun polttoöljyn polttoarvonsa mukainen omakustannushinta oli useimpina vuosina ennen sotia yli kaksinkertainen (v. 1936 = 3.38) halkojen vastaavaan hintaan verrattuna, oli se v. 1950 enää vain vähän halkoja kalliimpaa. Seuraavina tutkimusvuosina on polttoöljyn suhteellinen hinta edelleen laskenut. Vuosina 1953, 1955 ja 1956 oli polttoöljy lämmitystehoonsa nähden jo merkittävästi halkoja halvempaa. Polttoöljyn käytön voimakas lisääntyminen teollisuuden polttoaineena 1950-luvulla on varmaankin tapahtunut suurimmaksi osaksi juuri edellä esitetyn hintakehityksen seurauksena.

Vuonna 1957 suoritettu Suomen markan devalvointi näyttää kuitenkin aiheuttaneen verraten jyrkän muutoksen halkojen ja ulkomaisten polttoaineiden hintasuhteissa. Kivihiilen hinta oli kuitenkin vielä vuonna 1957 vähäisen halkojen vastaavaa hintaa edullisempi. Polttonesteen ja halkojen välinen hintasuhte muuttui sensijaan tarkalleen samaksi kuin mitä se oli ollut vuonna 1950, joten siis halkojen käyttö oli, koko maan teollisuuden keskiarvolukujen perusteella laskettuna, jonkinverran polttonesteen käyttöä edullisempaa.

Erikoinen suurta mielenkiintoa herättää taulukossa 15 myös polttoturpeen suhteellista hintaa esittävät luvut. Nehän ovat kaikkina tutkimusvuosina olleet halkojen suhteellista hintaa alhaisemmat. Useimpina tutkimusvuosina on polttoturpe hintansa puolesta pystynyt myös verraten hyvin kilpailemaan ulkomaisten polttoaineiden kanssa. Tämän perusteella näyttäisikin olevan mahdollisuuksia lisätä polttoturpeen käyttöä erikoisesti juuri teollisuuden polttoaineena.

Edellä esitetyt halkojen ja ulkomaisten polttoaineiden väliset hintasuhteet ovat varmaan olleet suurimpana syynä siihen ulkomaisten polttoaineiden osuuden jatkuvaan kasvuun teollisuuden polttoainehuollossa,

mistä on ollut puhe jo aiemmin (ss. 39—42). Kun halkojen käyttö on suurimmalle osalle teollisuutta tullut jatkuvasti kivihiilen ja 1950-luvulla myös polttoöljyn käyttöä kalliimmaksi, on luonnollista, että teollisuus on siinä osassa maata, missä näin on asianlaita, yhä suuremmassa mitassa ryhtynyt käyttämään näitä polttoaineita.

325. Halkojen ja kivihiilen sekä halkojen ja polttoöljyn hintarajat

Edellä on eri polttoaineiden hintavertailut suoritettu koko maan keskiarvolukujen perusteella. On tietenkin selvää, että polttoaineiden keskinäisissä hintasuhteissa on maan eri osissa hyvinkin suuria vaihteluita. Yleispiirteenä voidaan todeta, että mitä lähempänä rannikkoa, toisin sanoen tuontisatamaa teollisuuslaitos sijaitsee, sitä edullisemmaksi muodostuu sille ulkomaisten polttoaineiden käyttö. Halkojen ym. kotimaisten polttoaineiden käyttöön nähden on asia yleensä juuri päinvastainen. Tämä johtuu siitä, että sisämaahan päin mentäessä ulkomaisten polttoaineiden kuljetusmatkat ja siten myös niiden hinnat kasvavat, kun taas halkojen kuljetusmatka ja hinta yleensä pienenevät. Tällä tavoin muodostuu jollekin kohtaa rannikolta sisämaahan päin mentäessä kapea vyöhyke, missä esim. halkojen ja kivihiilen hinnat ovat yhtä suuret. Tätä rajakohtaa kutsuu P ö n t y n e n (1954, s. 19) ko. polttoaineiden hintarajaksi (vrt. myös H a r t i k a i n e n 1933, ss. 69—75).

Tutkimuksessa käytetyn aineiston perusteella on mahdollista tutkia juuri edellä mainitun hintarajan muutoksia vuosina 1933 ja 1936 sekä 1950—1953. Kun eri halkolajeista ovat koivuhalot yleensä kaikkialla olleet teollisuudelle muita halkoja hieman edullisempia, on hintarajoja hahmoteltaessa käytetty halkojen osalta koivuhalkojen hintoja. Näin on menetelty siksi, että teollisuuden eri paikkakunnilla käyttämien kaikkien halkojen keskimääräisiä polttoarvoja ei ole pystytty riittävän tarkasti selvittämään. Eräissä tapauksissa, joissa koivuhalkojen käyttö on jollakin teollisuuspaikkakunnalla ollut muiden halkolajien käyttöön verrattuna merkittävästi vähäisempää, on hintarajaa hahmoteltaessa käytetty kuitenkin apuna myös havu- ja sekahalkojen hintoja.

Hintarajoja piirrettäessä on kartalle merkitty ne maamme kaupungit ja kauppalat, missä koivuhalkojen omakustannushinnan perusteella laskettu hinta 1 000 kalorialta (Mcal) on ollut kivihiilen vastaavaa hintaa suurempi. Näiden merkintöjen avulla on sitten vedetty halkojen ja kivihiilen hintarajat. Tämän rajan sisämaan puoleisilla alueilla ovat siis halot olleet yleensä polttotehoonsa nähden kivihiltä halvempia ja rannikon puoleisilla alueilla taas sitä kalliimpia. Halkojen ja kivihiilen väliset hintarajat on esitetty kartakkeessa 4.

Halkojen ja kivihiilen keskeistä hintarajaa tarkasteltaessa (kartta 4) huomataan sen kulkeneen vuosina 1933 ja 1936 tarkalleen samalla tavoin. Kivihiihialue, jolla siis kivihiili oli halkoja edullisempaa, käsitti vain Pohjanlahden tärkeimmät rannikkokaupungit Oulusta etelään päin sekä linjan, Pori—Tampere—Lahti—Kotka, rannikon puoleisella alueella sijainneet teollisuuspaikkakunnat. Muualla maassa oli halkojen käyttö teollisuudelle edullisempaa. Vuonna 1950 oli kivihiihialue laajentunut merkittävästi edellä mainittuihin tutkimusvuosiin verrattuna. Pohjanlahden perukalla oli Kemin ja Tornion kaupungit kivihiihialueella. Kaakkois-Suomessa oli esim. Imatralla ja Lappeenrannassa kivihiili tullut halkoja edullisemmaksi. Suurin muutos oli kuitenkin tapahtunut Etelä-Pohjanmaan sekä Keski-Suomen kohdalla. Kun hintaraja näiltä kohdin kulki vuosina 1933—36 aivan Pohjanlahden rannikkokaupunkien tuntumassa voidaan se vuonna 1950 vetää siten, että Seinäjoen, Äänekosken ja Mäntän kauppalat, Jyväskylän kaupunki sekä Jämsänkoski kuuluvat kivihiihialueeseen. Varsinaisen kivihiihialueen ulkopuolella on Kajaani ja Varkaus merkitty halkoalueen sisään jääviksi kivihiihialueen saarekkeiksi.

Kajaanin kohdalla on Pö n t y n e n (1954, s. 21) esittänyt olettamuksen, että koko Oulu-Kajaani välinen rataosa kuuluisi kivihiihialueeseen. Asialle on löydettävissä toinenkin selitys. Kajaanissa vastasi mainittuna vuonna kivihiilen käytöstä lähes kokonaisuudessaan vain yksi suurkuluttaja, jonka kivihiilen käyttö oli lähes 6 000 tonnia. Tällainen suuryhtiö voi hankkia kivihiihlensä suoraan ulkomailta, jolloin hiililiikkeiden välityspalkkio, mikä pienten hiilierien kohdalla on noin 20 prosenttia, jää kokonaan pois, ja vaikkapa hiili tulisi sille jonkun hiililiikkeen välitykselläkin, on hiililiikkeen välityspalkkio suurista eristä vain joitakin prosentteja. Lisäksi on otettava, huomioon, että suurien hiilimäärien kuljetukset voidaan yksikkökustannuksiltaan suorittaa huomattavasti edullisemmin kuin pienten määrien kuljetukset.

Rataosalla Oulu-Kajaani on jo edellä mainittua teollisuuslaitosta lukuunottamatta vain joitakin pieniä kivihiihiltä käyttäviä teollisuuslaitoksia, mitkä sijaitsevat verraten lähellä Oulua (Muhos). Mikäli tällä rataosalla olisi kauempana ollut joitakin kivihiilen pienkuluttajia, olisi kivihiilen hinta saattanut helpostikin muodostua niille halkojen hintaa epäedullisemmaksi. Aineisto ei kuitenkaan anna mahdollisuutta asian tarkempaan tutkimiseen. Edellä esitetyt näkökohdat sopivat sellaisinaan myös Varkauden kauppalaan, mikä on, samoin kuin Kajaanikin, merkitty vuonna 1950 kivihiihialueen saarekkeeksi.

Verrattuna vuoteen 1950 on kivihiilen ja halkojen välinen hintaraja siirtynyt vuonna 1953 merkittävästi sisämaahan päin. Keski- ja Itä-Suomen kohdalla ovat rataosan Jyväskylä—Pieksämäki—Varkaus—Joensuu eteläpuoliset alueet kokonaisuudessaan muuttuneet kivihiihialueeksi. Savon-

linnan kaupungissa on tosin koivuhalko ollut polttotehoonsa nähden kivihiltä halvempaa, mutta teollisuuden käyttämien halkojen kokonaisuuden määrän perusteella arvosteltuna on kivihiltä ollut sielläkin halkoja edullisempaa polttoainetta.

Pohjois-Suomessa voidaan hintaraja vetää vuonna 1953 rautatielinjojen Oulu—Kajaani sekä Ylivieska—Iisalmi suunnissa Muhoksen ja Nivalan itäpuolitse, joten kivihiltä käyttöalue on sielläkin jonkin verran laajentunut. Aineiston puutteellisuuden vuoksi on Kajaani, samoin kuin vuonna 1950, piirretty vielä kivihiltäalueen saarekkeeksi.

Tutkimuksessa saadun aineiston perusteella on mahdollista tarkastella hieman myös polttoöljyn sekä halkojen välisiä paikkakunnittaisia hintasuhteita vuosina 1950 ja 1953. Sotaa edeltäneiltä vuosilta ei polttoöljystä sensijaan ole näitä tietoja saatavissa, mutta jo koko maata koskevien keskiarvolukujenkin perusteella voidaan päätellä (vrt. taul. 15), että polttoöljy oli vielä silloin yleensä koko maassa käyttöarvoonsa nähden halkoja kalliimpaa. Kun polttoöljyn käyttö alkoi toisen maailmansodan jälkeen nopeasti lisääntyä, johtui se siitä, että polttoöljyn ja muiden polttoaineiden hintasuhteet olivat merkittävästi tasoittuneet.

Polttoöljyn ja halkojen hintasuhteita tarkasteltaessa voidaan polttoöljyn todeta olleen vuonna 1950 teollisuudelle halkoja edullisempaa polttoainetta vain eräillä rannikkoalueen satamapaikkakunnilla ja Nokian kaupungissa. Mitään varsinaista hintarajaa ei siis vielä tältä vuodelta voida esittää. Vuoteen 1953 mennessä oli tilanne tässä mielessä merkittävästi muuttunut. Halkojen ja polttoöljyn välinen hintaraja voidaankin mainittuna vuonna vetää rautatielinjan Imatra—Lahti—Riihimäki—Tampere—Pori pohjoispuolitse. Pohjanlahden rannikolla kulki hintaraja suurimpien teollisuuskaupunkien itäpuolitse. Tämä hintaraja on esitetty kartakkeessa 4.

Vaikkakin edellä esitettyjä polttoaineiden hintatietoja on saatu vain valitettavan harvoilta vuosilta, voidaan niiden perusteella kiistatta todeta, että sekä kivihiltä että polttoöljyn taloudellinen käyttöalue on 1930-luvulta merkittävästi laajentunut. Edellä mainituista polttoaineista oli kivihiltä vuonna 1953 jo maamme lähes kaikilla tärkeimmillä teollisuuspaikkakunnilla lämmitystehoonsa nähden halkoja halvempaa. Vaikkakaan myöhemmiltä vuosilta ei paikkakunnittaisia hintatietoja ole saatavissa, voidaan koko maata käsittävien hintatietojen perusteella (vrt. taul. 15) päätellä, että kivihiltä ja poltonesteen hintarajat ovat vuosina 1955 ja 1956 kulkeneet suurin piirtein samalla tavoin kuin vuonna 1953.

Eri polttoaineiden väliset hintasuhteet ovat kuitenkin herkästi vaihtelevia. Niinpä esimerkiksi vuoden 1957 syksyllä toimitetun Suomen markan devalvoinnin jälkeen, jolloin ulkomaisten polttoaineiden hinnat olivat muutoinkin myyjämaissa verraten korkeat, halkojen kilpailukyky ulkomaisten polttoaineiden kanssa merkittävästi parantui. Kivihiltä ja poltto-

öljyn hintarajojen voidaan tällöin olettaa siirtyneen sisämaasta rannikolle päin. Tätä olettamusta tukee myös Pienpuualan toimikunnan toimesta vv. 1956—58 suoritettut tutkimukset (Leskinen ja Vuorelainen 1957).

Edellä esitettyjä hintarajoja ei ole käsitettävä siten, että ne jakaisivat maan jyrkästi kahteen osaan, joista rannikon puoleisella alueella olisivat ulkomaiset polttoaineet olleet teollisuudelle kaikkialla halkoja edullisempaa polttoainetta. Aineiston perusteellahan on polttoaineiden hintasuhteita voitu tutkia vain verraten etäällä toisistaan olevien teollisuuspaikkakuntien perusteella, mitkä ovat kaikki sijainneet rautatien varrella. Ulkomaisten polttoaineiden hinta-alueella on varmaan useampiakin rautatiestä kauempana sijaitsevia tehdaslaitoksia, joille halkojen käyttö on ollut ulkomaisten polttoaineiden käyttöä edullisempaa. Esitetyt hintarajat antanevat kuitenkin suurinpiirtein oikean kuvan niistä alueista, joilla ulkomaiset polttoaineet ovat pystyneet menestyksellisesti kilpailemaan kotimaisten halkojen kanssa samoin kuin myös niistä alueista, joilla halkojen käyttö on teollisuudelle ollut ulkomaisten polttoaineiden käyttöä edullisempaa.

33. Teollisuuden halkojen sekä kivihiilen ja polttoöljyn käyttöalueet

Edellisessä luvussa voitiin toisaalta halkojen ja toisaalta kivihiilen sekä polttoöljyn välisten hintasuhteiden perusteella kartalle hahmoitella hintarajat, joiden rannikon puoleisella alueella olivat kivihili ja polttoöljy olleet teollisuudelle polttoarvoonsa nähden halkoja halvempaa polttoainetta. Jos oletettaisiin, että teollisuuslaitokset käyttäisivät kulloinkin niille halvimmaksi tulevaa polttoainetta, voitaisiin myös olettaa, että edellä mainittujen hintarajojen rannikon puoleisilla alueilla ei teollisuus käyttäisi halkoja lainkaan. Todellisuudessa ei asia kuitenkaan ole näin, vaan eri puolilla maata käytetään kaikkia polttoaineita, tosin vaihtelevissa suhteissa. Tähän vaikuttaa mm. se, jo edellä mainittu seikka, että hintarajan rannikon puoleisillakin alueilla kotimaiset polttoaineet ovat polttoaineiden pienkäyttäjille monissa tapauksissa tulleet ulkomaisia polttoaineita halvemmiksi. Eräissä teollisuuslaitoksissa taasen polttolaitteiden laatu tai käyttötarkoitus jo sinänsä määräävät käytettävän polttoaineen laadun. Kuten jo aiemmin (s. 70) mainittiin, myös eräät muut seikat vaikuttavat käytettävän polttoaineen valintaan.

Selvitellessään teollisuuden halkojen ja kivihiilen käyttöalueita vuonna 1950 on Pöntynen (1954, s. 21) vetänyt rajan niiden paikkakuntien kautta, joilla mäntyhaloiksi muunnettujen kivihiilen määrä oli puolet kivihiilen ja halkojen summasta. Tätä rajaa hän kutsuu kivihiilen ja halkojen käyttörajaksi, ja kulki se vuonna 1950 verraten yhden-

suuntaisesti mainittujen polttoaineiden hintarajan kanssa. Yleensä oli käyttöraja sijoittunut kuitenkin jonkin verran lähemmäksi meren rannikkoa, paitsi Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla, missä Kemiä ja Torniota lukuunottamatta, hinta- ja käyttöraja yhtyivät.

Edellä mainitussa tutkimuksessa Pöntynen esittää myös oletuksen, että kivihiilen ja halkojen hintasuhteiden muutokset aiheuttaisivat muutoksia myös käyttörajan sijoittumisessa. Kun teollisuuden käyttämistä haloista sekä kivihielestä ja polttoöljystä on myös vuodelta 1953 kerätty tiedot paikkakunnittain, voidaan asiaa tarkastella näiden kahden vuoden perusteella.

Verrattaessa Pöntysen vuodelta 1950 esittämää teollisuuden halkojen ja kivihiilen käyttörajaa vuodelta 1953 vastaavalla tavalla laskettuun käyttörajaan (kartta 5), voidaan todeta niiden yhtyvän useimmissa kohdin maata. Edelliseen tutkimusvuoteen verrattuna oli kuitenkin Kemin, Tornion ja Hämeenlinnan kaupungeissa tullut kivihiilen käyttö halkojen käyttöä suuremmaksi. Käyttöraja oli siten mainittuna aikana siirtynyt sisämaahan päin huomattavasti vähemmän kuin näiden polttoaineiden välinen hintaraja.

Teollisuuden halkojen ja polttoöljyn välistä käyttörajaa tutkittaessa, voidaan vuodelta 1950 kerätyn aineiston perusteella todeta, että polttonesteen käyttö mäntyhaloiksi muunnettuna oli silloin halkojen käyttöä suurempi ainoastaan Kotkan, Hangon, Maarianhaminan ja Tornion kaupungeissa sekä Valkeakosken kauppalassa. Mitään varsinaista käyttörajaa ei siis vielä vuonna 1950 voida halkojen ja polttoöljyn käytön perusteella hahmoitella.

Vuonna 1953 oli tilanne tässä suhteessa jo aivan toisenlainen. Lähes kaikilla eteläisen rannikkoalueen teollisuuspaikkakunnilla ylitti teollisuuden käyttämän polttoöljyn mäntyhaloiksi muunnettu määrä halkojen käyttömäärän, joten näiden polttoaineiden välinen käyttöraja voitiin vetää rautatielinjan Imatra—Lahti—Riihimäki—Tampere—Pori pohjoispuolitse. Pohjanlahden rannikolla ylitti polttoöljyn käyttö halkojen käytön lisäksi vielä Vaasan, Oulun ja Tornion kaupungeissa (kartta 5). Näiden polttoaineiden välinen käyttöraja kulki siten vuonna 1953 verraten yhdenmukaisesti samalta vuodelta piirretyn hintarajan kanssa.

Vaikkakin vain kahteen vuoteen kohdistuneiden havaintojen perusteella ei voida tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä, voidaan kuitenkin todeta, että sekä kivihiilen että polttoöljyn halkoihin verrattava käyttöraja on vuodesta 1950 siirtynyt vuoteen 1953 mennessä merkittävästi rannikolta sisämaahan päin. Käyttörajan rannikon puoleisilla alueilla oli halkojen käyttö merkittävästi pienentynyt kun taas kivihiilen ja varsinkin polttoöljyn käyttö olivat vielä merkittävämmiin kasvaneet. Hinta- ja käyttörajoista esitettyjen kartakkeiden perusteella voidaan päätellä, että poltto-

aineiden käyttörajoissa tapahtuneet muutokset ovat suurimmalta osaltaan johtuneet polttoaineiden hintasuhteissa tapahtuneiden muutosten seurauksena. Tässä yhteydessä on kuitenkin mainittava, että myös niillä alueilla, joilla halkojen hinta on ollut ulkomaisten polttoaineiden hintaa edullisempi, on halkojen ja ulkomaisten polttoaineiden käyttösuhde muuttunut asutuskeskusten teollisuuslaitoksissa samaan suuntaan, joskin yleensä hieman vähemmän, kuin mitä juuri edellä on kuvattu.

34. Jätepuiden käyttöön liittyviä erikoispiirteitä

Edellä suoritettujen hintavertailujen yhteydessä todettiin jätepuiden olleen useimpina tutkimusvuosina teollisuuden halvinta polttoainetta. Samalla viitattiin kuitenkin siihen, että useimpien metsäteollisuuslaitosten jätepuille ilmoittama hinta ei ole ollut tarkalleen vertailukelpoinen muille polttoaineille ilmoitettujen hintojen kanssa (vrt. s. 58). Kun jätepuiden käyttö eroaa myös luonteeltaan merkittävästi teollisuuden muiden polttoaineiden käytöstä, on ehkä paikallaan tarkastella lyhyesti tähän liittyviä erikoispiirteitä.

Jätepuiden ja teollisuuden muiden polttoaineiden välillä on merkittävä ero siinä, että nämä muut polttoaineet hankitaan jo alunperin teollisuuden polttoainehuoltoa silmälläpitäen. Polttamiseen käytettyjen jätepuiden suurimman osan suhteen asia on aivan toisin. Taulukosta 7 (s. 31) nähtiin, että lähes kaikki polttamiseen käytetty jätepuu oli peräisin metsäteollisuudesta, minkä metsäteollisuus oli myös itse suurimmaksi osaksi käyttänyt (vrt. myös s. 32). Alunperin ei tätä puuainesta ole siis lainkaan tarkoitettu polttamiseen, vaan se on puuta, joka jalostusprosessin yhteydessä on tullut alkuperäiseen tarkoitukseensa kelpaamattomaksi ja on tavalla tai toisella hävitettävä. Kun jätepuu on peräisin laadultaan parhaista ja arvokkaimmista puista, on se itse asiassa kallista puuta, minkä arvo on puun jalostuksen yhteydessä merkittävästi pienentynyt. Jätepuun kohdalla tapahtunut arvon alentuminen siirtyy luonnollisestikin rasittamaan itse tuotteen (sahatavaran, vanerin, rullien, yms.) hintaa, joten jätepuuta tuottavalle teollisuudelle ei ole yhdentekevää miten se jätepuunsa suhteen menettelee. Sen käyttöön onkin viimeisinä vuosikymmeninä alettu kiinnittää yhä suurempaa huomiota.

Niin kauan kun teollisuuden raakapuuta oli runsaasti suhteellisen halpaan hintaan saatavissa ei jätepuiden käyttöön kiinnitetty juuri mitään huomiota. Vielä niinkin myöhään kuin vuonna 1919 jäi suurin osa sahojen jätepuusta kokonaan ilman hyödyllistä käyttöä (S t r ö m b e r g ja K r o h n 1922, s. 12) ja jätteiden hävittäminen suoritettiin yleisesti polttamalla ne ns. rimahelvettien »ikuisissa» tulissa.

Jätepuiden käyttöongelma ratkaistiin 1920- luvulla suurimmaksi osaksi siten, että sitä alettiin käyttää joko oman teollisuuslaitoksen polttoaineena tai myytiin muualle, samaten polttoaineena käytettäväksi. Levónin (1931, s. 35) mukaan jäi vuonna 1927 enää vajaa 11 prosenttia sahojen jätetuista kokonaan käyttämättä. (Vrt. myös Salo 1954, s. 10.) Taulukosta 4 (s. 25) nähtiin, että teollisuuden polttoaineena oli mainittuna vuonna käytetty noin 55 prosenttia käytettävissä olleiden jätetuiden yhteismääristä. Vaikkakin teollisuuden polttoaineena käytettyjen jätetuiden osuudet käytettävissä olleiden jätetuiden kokonaismääristä ovat myöhemminä tutkimusvuosina vielä merkittävästi nousseet, ei poltettujen jätetuiden absoluuttinen määrä ole kuin yhtenä tutkimusvuonna (v. 1936) noussut vuoden 1927 määrää suuremmaksi.

Kun jätepuu on lähes kaikkina tutkimusvuosina ollut teollisuuden halvinta polttoainetta (vrt. taul. 15), saatetaan ehkä kysyä, miksi sen käyttö ei ole jatkuvasti lisääntynyt? Tähän kysymykseen voidaan saada verraten tyydyttävä vastaus tarkastelemalla uudelleen taulukkoa 3 (s. 24). Siitähän nähtiin, että puuteollisuuden jätepuun, minkä osuus tässä tutkimuksessa tarkoitettusta jätetuoltuusta on ollut yli 90 prosenttia, tuotanto oli suurimmillaan 1920- luvun lopussa, joten myöhemminä tutkimusvuosina teollisuudella on eri tarkoituksiin ollut kaikkiaan käytettävissä vähemmän jätetuuta. Taulukosta 4 (s. 25) taasen nähtiin, että teollisuuden raaka-aineeksi käytettyjen jätetuiden määrät ovat 1940-lukua huomioonottamatta, jatkuvasti kasvaneet, joten sekin on osaltaan rajoittunut jätetuiden käyttömahdollisuuksia polttoaineena. Jätetuiden käytön lisääntyminen teollisuuden raaka-aineena näyttää kuitenkin vielä toistaiseksi tapahtuneen etupäässä niiden erien kustannuksella, mitkä ovat aiemmin menneet teollisuuden ulkopuolelle.

Nyt kyseessä olevan tutkimuskauden viimeisinä vuosina on jätepuun käyttö selluloosa- ja kuitulevyteollisuuden raaka-aineeksi entisestään kasvanut. Kokonaan uusi lastulevyteollisuus on niinkään alkanut käyttää raaka-aineenaan merkittävästi jätetuuta (vrt. esim. Wegelius 1957, s. 915). Kun jätetuuta tuottavassa teollisuudessa ei voida olettaa tapahtuvan kovinkaan suuria muutoksia, voidaan verraten varmasti päätellä, että puuteollisuuden jätepuun lisääntyvä käyttö teollisuuden raaka-aineena tulee aivan lähitulevaisuudessa pienentämään myös teollisuuden polttoaineena käytettävään puuteollisuuden jätepuun määrää. Näinhän itse asiassa on tapahtunut jo vuosina 1956 ja 1957, vaikkakin polttotarkoituksiin mainittuina vuosina käytettyjen jätetuumäärien pienuuteen on jätepuun tuotannon supistumisella ollut vielä ratkaisevin merkitys.

IV. Teollisuuden polttopuun käytön merkitys

Teollisuuden polttopuiden käyttöä tarkasteltaessa on edellä jo selvinnyt se, mikä merkitys tällä käytöllä on ollut teollisuuden polttoaine- ja energiahuolossa. Piirroksista 4 (s. 47) ja taulukosta 10 (s. 46) nähtiin, että asiaa yksinomaan tältä pohjalta arvosteltuna oli polttopuiden merkitys tutkimuskauden aikana huomattavasti pienentynyt.

Teollisuuden polttopuiden käytön merkitys ei kuitenkaan rajoitu pelkästään siihen, miten suuri osa teollisuuden energiankäytöstä polttopuulla pystytään täyttämään tai miten paljon ne korvaavat ulkomaisia polttoaineita. Jätepuiden osalta viitattiinkin jo edellisessä luvussa myös niiden suureen merkitykseen jätepuita tuottavalle teollisuudelle. Teollisuuden halkojen käytön ehkä suurin merkitys perustuu taasen siihen vaikutukseen mikä näiden halkojen hankinnalla on maamme koko kansantaloudessa. Tällöin nousevat etualalle kysymykset halkohakkuiden merkityksestä metsien hoidossa sekä maaseudun työmahdollisuuksien ja rahatulon lisäjäjänä. Seuraavassa tarkastellaan näitä kysymyksiä.

1. Halkojen käytön merkitys metsien hoidossa

Teollisuuden halkojen käyttöä edeltävät halkohakkuut liittyvät useimmiten niihin toimenpiteisiin, joiden tarkoituksena on metsien metsänhoidollisen tilan parantaminen. Tällaisista hakkuista saadaan suureksi osaksi tai pääasiassa vain polttopuuta, joten niistä saatava kantorahatulo jää vähäiseksi. Usein saattaa käydä jopa niinkin, että halkojen myynnistä saadut tulot eivät pysty täysin peittämään edes niiden hakkuista aiheutuneita kustannuksia. Kehittyvän metsätalouden puitteissa on tällaisia hakkuita kuitenkin jatkuvasti suoritettava, koska niiden avulla metsikön arvokkain puuston osa saa paremmat kasvumahdollisuudet, joten myöhemmissä hakkuissa voidaan odottaa saatavan enemmän ja arvokkaampaa puuta. Teollisuuden käyttämien halkojen hakkuut ovat tässä mielessä täysin rinnastettavissa maamme muihin halkohakkuihin.

On usein väitetty, että ellei sellaisissa hakkuissa, joista juuri edellä on ollut puhe, kertyvällä polttopuulla ole menekkiä kohtuulliseen hintaan, on metsänomistajia vaikea saada hakkuista suorittamaan, vaikkakin ne metsän

kehityksen kannalta olisivat tarpeellisia. Yksityismetsiin nähden tällainen väite pitäneeikin paikkansa. On senvuoksi mielenkiintoista tutkia hieman lähemmin missä suhteessa halkojen hakkuut ovat olleet siihen halkomäärään verrattuna, mikä Suomen metsistä olisi vuosittain poistettava ja millainen on teollisuuden halkojen käytön merkitys ollut tässä mielessä.

Ensinmainittua asiaa voidaan tarkastella halkotaseen perusteella. Mahdollisuuden tällaisen taseen tekemiseen tarjoavat Ilvessalon (1957 ja 1959), valtakunnan metsien arvioinnin perusteella laatima hakkuusuunnite sekä Pöntysen (1958 a ja b) johdolla suoritetusta, vuoteen 1955 kohdistuneesta puunkäyttötutkimuksesta saadut tulokset.

Edellä mainittujen tietojen perusteella on Pöntynen (1959 a, ss. 9—10, 1959 b) laskenut vuoden 1955 puunkäyttötilanteen mukaisen halkotaseen, missä on käytetty Ilvessalon (1959) toisen hakkuusuunnitteen lukuja. Sen mukaan oli halkojen hakkuusuunnite koko maan osalta noin 1.3 milj. kuoretonta kiintokuutiometriä vuoden 1955 halkojen käyttömäärää suurempi, joten tase oli tältä osin positiivinen. Samoin oli asia myös erikseen lehtipuiden ja kuusen osalta, kun sitä vastoin männyn vastaava tase oli merkittävästi negatiivinen.

Maan eri puoliskoissa oli halkotase varsin erilainen. Koko maan osalta laskettu halkojen ylijäämä sijoittui kokonaan maan pohjoispuoliskoon. Maan eteläpuoliskossa käyttö sensijaan selvästi ylitti hakkuusuunnitteessa edellytetyn halkojen käyttömäärän.

Tässä tutkimuksessa tarkoitettun teollisuuden käyttämistä haloista on 1950-luvun kaikkina tutkimusvuosina hankittu runsaat 90 sadannesta Etelä-Suomen alueelta. Kun siis teollisuuden halkohakkuut ovat tapahtuneet pääasiassa juuri siltä alueelta, missä halkojen menekki on ylittänyt hakkuusuunnitteen edellyttämän halkomäärän, näyttää siltä, että teollisuuden halkojen käytössä tapahtuneet verraten vähäiset vaihtelut eivät ole, ainakaan sanottavasti voineet aiheuttaa muutoksia metsien metsänhoidolliseen käsittelyyn. Teollisuuden halkojen käytön merkitystä metsien hoidossa voidaankin siten arvostella sen osuuden perusteella, mikä sillä on ollut maamme halkojen käytön kokonaismäärästä. Tätä osuutta selvitelään seuraavassa kappaleessa.

11. Teollisuuden halkojen osuus halkojen kokonaiskäytöstä

Kuten jo edellä mainittiin, voidaan teollisuuden halkojen käytön metsänhoidollista merkitystä arvostella myös sen perusteella, miten suuri tämän käyttöryhmän osuus on ollut koko maan halkojen käytöstä. Tässä mielessä esitetään seuraavassa, osittain Pöntysen julkaisemattomaan aineistoon perustuva taulukko 16, mistä selviää maamme ensiasteisten halkojen kokonaiskäyttö nyt kyseessä olevina tutkimusvuosina.

Taulukko 16. Halkojen kokonaiskäyttö Suomessa

Table 16. Total split firewood utilisation in Finland.

Vuosi Year	Milj. k-m ³ kuoretta Million solid cu.m., barked	Vuosi Year	Milj. k-m ³ kuoretta Million solid cu.m., barked
1927	14.14	1950	13.79
1930	13.58	1953	12.78
1933	13.74	1955	13.72
1936	13.87	1956	13.60
1938	13.62	1957	13.35
1942—44 ¹⁾	18.28	1958	13.44

Taulukosta (16) nähdään, että maassamme käytettyjen halkojen kokonaisuudet ovat eri tutkimusvuosina vaihdelleet verraten vähän, lukuunottamatta sota-aikaa (vv. 1942—44) ja sen jälkeisiä vuosia 1940-luvulla, jolloin halkojen käyttö kohosi merkittävästi. Syyt tähän halkojen kokonaiskäytön lisäykseen ovat samat kuin mistä teollisuuden polttoaineiden käytön yhteydessä on jo ollut puhe.

Teollisuuden eri tutkimusvuosina käyttämien halkojen osuudet maassamme käytettyjen halkojen yhteismäärästä selviävät taulukosta 17. Siitä nähdään, että teollisuuden halkojen osuus on ensiasteisten halkojen kokonaiskäytöstä ollut verraten pieni. Rauhanaikaisissa oloissa on se yleensä pysytellyt kymmenen prosentin alapuolella. Siinä ei ole havaittavissa myöskään mitään pitempiä aikaista yhtenäistä kehityssuuntaa. Kun teollisuuden halkojen osuus kohosi sota-aikana (vv. 1942—44) muihin tutkimusvuosiin verrattuna merkittävän suureksi, on se eräs osoitus siitä, että teollisuuden oli ulkomaisten polttoaineiden puutteen vuoksi lisättävä halkojen käyttöä huomattavasti enemmän kuin yleensä muiden käyttäjäryhmien.

Mikäli teollisuuden halkojen käytön metsänhoidollista merkitystä arvioidaan yksinomaan teollisuuden osuutta halkojen kokonaiskäytöstä esittävien sadanneslukujen perusteella, jää se verraten vaatimattomaksi. Teollisuuden halkojen käytöllä voidaan kuitenkin tässä mielessä ajatella olevan välillisesti hieman suurempi merkitys.

Kun puhutaan halkojen menekin vaikutuksesta metsänhoitoharrastukseen, tarkoitetaan tällöin useimmiten vain ns. markkinahalkojen ryhmään kuuluvia halkoja, mihin luetaan nykyisin kaikkien muiden käyttäjäryhmien, paitsi maatalousväestön käyttämät halot (Pöntynen 1938, s. 5; vrt. myös Saari 1934, s. 143 ja Osara—Pöntynen—Erkkilä 1948, s. 20). Kuten taulukosta 17 nähdään, on teollisuuden haloilla ollut tässä ryhmässä vähäisen suurempi merkitys kuin mitä niiden osuus halkojen

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — *Annual average.*

kokonaiskäytöstä osoitti. Teollisuuden halkojen osuus ei tässäkään ryhmässä ole ollut mitenkään ratkaiseva. Voidaan kuitenkin olettaa, että mikäli teollisuuden halkojen käytössä tapahtuisi voimakkaita muutoksia, aiheuttaisivat ne myös muutoksia markkinahalkojen menekki-suhteissa ja saattaisivat sitä kautta vaikuttaa myös metsänhoitoharrastuksen voimakuuteen.

Taulukko 17. Teollisuuden halkojen osuus ensiasteisen puun ja halkojen kokonaiskäytöstä.

Table 17. Share of industrial split firewood in the total utilisation of primary wood and split firewood.

Vuosi Year	Teollisuuden halkojen osuus, prosenttia Percentual share of industrial split firewood		
	Puun käytöstä Of the whole utilisation of wood	Halkojen käytöstä Of the utilisation of split firewood	Markkinahalkojen käytöstä Of the utilisation of split firewood for sale
1927	3.35	9.69	16.73
1930	2.75	6.85	12.19
1933	3.04	7.79	13.39
1936	3.27	9.52	15.90
1938	3.21	8.96	14.90
1942—44 ¹⁾	8.82	14.45	20.29
1950	3.89	10.95	17.68
1953	2.99	7.81	13.94
1955	2.52	7.94	11.55
1956	2.93	8.60	12.53
1957	2.70	8.16	11.93
1958	2.88	8.85	12.95

2. Teollisuuden halot maaseudun työ- ja ansiotilaisuuksien antajana

Teollisuuden halkojen käytön kansantaloudellista merkitystä arvioitaessa ei voida tyytyä pelkästään metsänhoidollisten näkökohtien tarkasteluun, vaan on otettava huomioon myös se vaikutus, mikä tällä käytöllä on maaseudun yleiseen elintasoon. Tällöin tulee esille kysymys siitä, missä määrin teollisuuden käyttämien halkojen hankinta on pystynyt tarjoamaan maaseudun väestölle työtä ja ansiomahdollisuuksia.

Työmäärän arvioinneissa on yleisesti laskettu, että yhden halkokuutiometrin hankintaan pystymetsästä käyttöpaikalle kuluu keskimäärin yksi miestyöpäivä (vrt. esim. Polttoainekysymys 1949, s. 26 ja Osara 1959, s. 7). Kun teollisuuden käyttämien halkojen määrä on viime aikoina ollut vuosittain 1.8 milj. pinokuutiometrin vaiheilla, voidaan laskea, että edellä

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — Annual average.

mainitun suuruinen halkomäärä pystyy antamaan hakkuu-, kuljetus- ja varastointitöitä ympäri vuoden yli 6 000 työmiehelle. Vuonna 1950 suoritettun tutkimuksen mukaan (L. Heikinheimo—T. Ristimäki 1956, s. 38) teki suomalainen uitto- ja metsätyömies tämän kaltaisia töitä keskimäärin vuodessa kuitenkin vain 70 päivää. Sen perusteella voidaan siis arvioida, että teollisuuden halkojen hankinnoissa on vuosittain ollut mukana lyhyemmän tai pitemmän ajan noin 25 700 metsätyömiestä. Maaseudun työllisyystilanteen kannalta on teollisuuden halkohankinnoilla ollut siten huomioon otettava merkitys.

Edellä mainittuun työvoimakysymykseen liittyy läheisesti myös se merkitys mikä teollisuuden haloilla on maaseudun väestölle rahatulojen antajana. Mikäli arvostelu suoritetaan pelkästään niistä maksettujen kantorahatulojen perusteella, jää, kuten jo aiemmin on viitattu, teollisuuden halkojen käytön merkitys melko vähäiseksi. Kantorahatulojen merkitystä pienentää vielä se seikka, että suuri osa teollisuuden käyttämistä haloista hankitaan teollisuusyritysten omista metsistä. Tässäkin kohden on taas muistettava, että teollisuuden halot kuuluvat ns. markkinahalkojen ryhmään, eroituksena niille haloille, jotka maatalousväestö hankkii omaa tarvetta varten, useimmiten omasta metsästä ja omaa työvoimaa käyttäen. Tämä tietää sitä, että sen verraten vaatimattoman kantorahatulon lisäksi, mikä haloista maksetaan, maaseudun väestö saa halkojen teko- ja ajopalkkoina varsin huomattavan rahatulon. Jos oletetaan halkokuutiometrin teko- ja ajopalkaksi nykyhintojen mukaan varovasti vain 600 markkaa pinokuutiometriltä, niin saadaan teollisuuden halkojen vuosittain metsätyöissä käyneelle väestölle antaman palkkatulon suuruudeksi yli miljardi markkaa, mikä on vielä nykyoloissakin varsin merkittävä rahaerä.

V. Yhdistelmä

Teollisuuden polttopuiden käytöstä vuosina 1927—57 ja siihen vaikuttaneista tekijöistä voidaan suoritetun tutkimuksen perusteella tehdä seuraavassa esitettävä lyhyt yhdistelmä.

Teollisuuden halkojen kokonaiskäytössä ei tutkimuskauden aikana ole havaittavissa selvää kehityslinjaa, vaan oli käyttö tutkimuskauden alussa suunnilleen samalla tasolla kuin sen alkupuolellakin. Kun sodan seurauksena syntyi maassamme pula ulkomaisista polttoaineista, oli ne korvattava haloilla. Tämän johdosta kohosi teollisuuden halkojen käyttö 1940-luvulla merkittävästi ja oli se suurimmillaan vuonna 1947, noin 5.34 milj. p-m³, eli vuoden 1936 käyttöön verrattuna yli 2.6-kertainen.

Teollisuuden halkojen yhteismääristä käytti metsäteollisuus ennen sotia hieman yli puolet. Kun rauhanteon yhteydessä (v. 1944) luovutetuille alueille jäi noin 25 prosenttia maamme silloisesta massateollisuuden kapasiteetista, pieneni metsäteollisuuden osuus teollisuuden halkojen käytöstä alle 40 prosentin. Myöhemminä vuosina on metsäteollisuuden osuus kuitenkin taas hieman suurentunut.

Teollisuuden vuosittain käyttämien halkojen puulajisuhteet ovat tutkimuskauden aikana merkittävästi muuttuneet. Kuusen ja männyn osuudet ovat pienentyneet noin kolmannekseen (v. 1955) siitä mitä ne olivat tutkimuskauden alussa (v. 1927). Koivun prosenttinen osuus on sitä vastoin vastaavana aikana kasvanut lähes kolminkertaiseksi. Pinokuutiometreinäkin mitattuna on koivuhalkojen käyttö ollut 1950-luvulla noin kaksinkertainen aiempiin tutkimusvuosiin verrattuna, kun taas muiden puulajien absoluuttiset määrät ovat merkittävästi pienentyneet.

Teollisuuden polttoaineeksi käytetyt jätetuut ovat olleet lähes kokonaan peräisin metsäteollisuudesta, mikä on ne myös suurimmalta osalta käyttänyt. Tästä johtuen ne eivät ole kulkeneet varsinaisten polttopuumarkkinoiden kautta, vaan ovat useimmissa tapauksissa siirtyneet vain samassa teollisuuslaitoksessa osastolta toiselle.

Rauhanaikaisissa oloissa käyttää teollisuus vuosittain polttoaineekseen jätetuuta halkoihin verrattuna noin kaksinkertaisen määrän. Näiden polttoaineiden keskinäinen suhde oli vuonna 1955 lähes sama kuin 1930-luvulla. Sota-aikana, ja sen jälkeisinä vuosina (vv. 1941—47), jolloin

halkojen käyttö oli suurimmillaan, oli jätepuiden käyttö vain noin kolmannes vuoden 1936 käyttömäärästä. Näiden polttoaineiden käyttömäärien suhde oli siten vuosina 1941—47, sotaa edelliseen aikaan verrattuna juuri päinvastainen. Jätepuiden käytön pienentyminen 1940-luvulla johtui etupäässä sahateollisuuden tuotannon pienentymisestä.

Teollisuuden polttopuiden kokonaiskäytössä on tutkimuskauden aikana havaittavissa selvää jaksottaisuutta. Käytön huiput ovat seuranneet toisiaan noin 10 vuoden väliajoin (vv. 1927, 1936 ja 1947). Pitemmän ajan kuluessa ei käytön määrissä sensijaan ole mitään määrätynsuuntaista kehitystä havaittavissa.

Teollisuuden vuosittain käyttämien polttoaineiden yhteismäärä on vuodesta 1927 vuoteen 1957 mennessä kasvanut mäntyhalkoina laskettuna noin 9 milj. pinokuutiometriä. Tämä kasvu on tapahtunut yksinomaan ulkomaisten polttoaineiden, kivihiilen ja koksen sekä 1950-luvulla myös polttoöljyn lisääntyneen käytön seurauksena. Kun polttopuiden käytössä ei tutkimuskauden aikana ole tapahtunut vastaavanlaista kasvua, on niiden osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä pienentynyt 70.8 prosentista (v. 1927) 28.5 prosenttiin (v. 1957).

Teollisuuden vuosittain käyttämästä energiasta kehitettiin v. 1930 45.9 sadannesta polttopuilla, mikä vastasi noin 5.5 milj. mäntyhalkoina mitattua pinokuutiometriä. Vaikkakin polttopuiden absoluuttinen määrä oli vuonna 1955 edellä mainittuun vuoteen verrattuna jokseenkin saman suuruinen, oli polttopuiden osuus energian kokonaiskäytöstä pienentynyt 18.8 prosenttiin. Tämä johtui, paitsi jo edellä mainitusta ulkomaisten polttoaineiden käytön lisääntymisestä, erikoisesti siitä, että vesivoiman käyttö on tutkimuskauden aikana lisääntynyt 4.7 kertaiseksi. Vesivoiman käytön kasvun seurauksena on myös kaikkien polttoaineiden yhteinen osuus teollisuuden energiankäytöstä merkittävästi pienentynyt. Vuosina 1956 ja 1957 on polttopuiden osuus teollisuuden energian kokonaiskäytöstä edelleen laskenut ja oli se vuonna 1957 enää 16.6 prosenttia.

Se, että teollisuuden piirissä on halkojen käyttö, verrattuna muiden polttoaineiden sekä energian käyttöön, tutkimuskauden aikana pienentynyt, voidaan ainakin osittain katsoa johtuvaksi viimeisinä vuosikymmeninä suoritetusta teollisuuden rationalisoinnista. Näin siksi, että rationalisoinnin yhteydessä on alettu käyttää entistä enemmän ulkomaisia polttoaineita, kivihiiltä ja polttoöljyä, joiden käsittely on ollut helppo koneellistaa. Rationalisoinnin yhteydessä on ihmistyövoimaa pyritty myös mahdollisimman suuressa määrin korvaamaan konetyövoimalla mistä johtuen polttoaineiden käytön painopiste on yhä enemmän siirtynyt työpaikkojen lämmityksestä voiman kehittämiseen. Tällöin taasen vesivoimaenergia on merkittävästi pienentänyt polttoaineiden ja erikoisesti juuri polttopuiden käyttöä.

Kun edellä mainitussa teollisuuden rationalisointityössä on yleisesti pyritty niiden polttoaineiden käyttöön, jotka kussakin tapauksessa ovat olleet edullisimpia, on polttoaineiden hintasuhteilla täytynyt olla ratkaiseva vaikutus käytetyn polttoaineen valintaan. Taulukosta 15 nähtiin, että halot ovat koko maan teollisuutta tarkasteltaessa olleet yleensä enimminkin käytetyistä polttoaineista käyttöarvoonsa nähden kalleimpia. Kivihiilen hinta on eri tutkimusvuosina ollut 97—67 prosennttia halkojen vastaavasta hinnasta. Tämä onkin varmaan ollut suurimpana syynä siihen, että kivihiilen ja koksen osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä kohosi vuodesta 1927 jo vuoteen 1936 mennessä 27.8 prosentista 45.8 prosenttiin, kun taas halkojen osuus pieneni vastaavana aikana 24.3 prosentista 16.2 prosenttiin.

Kun kivihiilen ja koksen osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaismäärästä pieneni 1940- luvulla lähes samalle tasolle mitä se oli ollut v. 1927, halkojen osuuden kasvaessa mainittuun vuoteen verrattuna lähes kaksinkertaiseksi, johtui se yksinomaan ulkomaisten polttoaineiden saantivaikeuksista eikä suinkaan näiden polttoaineiden hintasuhteissa tapahtuneista muutoksista. Ulkomaisten polttoaineiden saannin vapautuessa 1950-luvulla on kivihiilen ja koksen osuus jälleen kohonnut yli 40 prosentin.

Toisen ulkomaisen polttoaineen, polttoöljyn käyttö on koko maan teollisuuden keskiarvolukujen perusteella arvosteltuna ollut 1950- luvulla useimpina tutkimusvuosina merkittävästi halkojen käyttöä edullisempaa. Viimeisinä tutkimusvuosina on polttoöljyn käyttö myös voimakkaasti lisääntynyt ja ylitti sen mäntyhalkoina mitattu käyttömäärä vuonna 1957 jo polttopuiden yhteisen käyttömäärän. Näyttää lisäksi siltä, että polttoöljyn lisääntyvä käyttö tulee vähentämään myös kivihiilen ja koksen käyttöä. Mikäli tarkastellaan näiden polttoaineiden suhteellista käyttöä, on itse asiassa näin jo tapahtunutkin, sillä kivihiilen ja koksen osuus teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä, mikä oli suurimmillaan vuonna 1953 (47.9 %), oli vuoteen 1957 mennessä merkittävästi pienentynyt, kun taas polttonesteiden osuus oli vastaavana aikana kasvanut lähes kolminkertaiseksi.

Halkojen ja ulkomaisten polttoaineiden hintasuhteissa on maamme eri osissa merkittäviä eroja. Ulkomaisten polttoaineiden käyttö on yleensä maan rannikko-osissa ollut edullisinta kun taas kauempana sisämaassa ovat halot vielä useilla paikkakunnilla tulleet teollisuudelle ulkomaisia polttoaineita halvemmiksi. Yleisenä piirteenä voidaan kuitenkin todeta, että viimeisinä tutkimusvuosina (1950- luvulla) ovat ulkomaiset polttoaineet olleet halkoja edullisempia merkittävästi kauempana sisämaassa kuin 1930- luvulla. Ulkomaisten polttoaineiden käyttöalue on myös vastaavana aikana laajentunut sisämaahan päin, vaikkakaan ei aivan niin kauas kuin mitä polttoaineiden hintasuhteet olisivat edellyttäneet.

Ilmoitettujen hintojen perusteella arvosteltuna on jätepuu ollut lähes kaikkina tutkimusvuosina teollisuuden halvinta polttoainetta. Siitä huolimatta ei jätepuiden käyttö teollisuuden polttoaineena ole tutkimuskauden aikana lainkaan kasvanut. Tämä johtuu siitä, että jätepuiden käytössä ei niiden muihin polttoaineisiin verrattava hinta ole kovinkaan ratkaiseva tekijä. Kun valtaosa poltetusta jätepuusta on peräisin sahateollisuudesta, riippuu käytettyjen jätepuiden määrät ensisijaisesti sahateollisuuden tuotannon suuruudesta. Toisaalta vaikuttaa tähän määrään myös se, miten paljon jätepuuta on vuosittain voitu sijoittaa edullisemmin muihin käyttötarkoituksiin, etupäässä paperiteollisuuden sekä kuitu- ja lastulevyteollisuuden raaka-aineksi.

Tutkimuksessa on selvästi todettu, että sekä halkojen että polttopuun kokonaiskäytön merkitys yleensäkin ovat teollisuuden energiantarpeen tyydyttämisessä tutkimuskauden aikana merkittävästi pienentyneet. Suurelta osaltaan tämä johtuu siitä, että teollisuuden laajentuessa ei kasvanutta energiantarvetta ole tyydytetty juuri lainkaan polttopuulla, vaan ulkomaisilla polttoaineilla sekä vesivoimalaitoksista saadulla sähköenergialla.

Teollisuuden halkojen käyttöä koko maan puunkäyttöön verrattaessa voidaan taas todeta, että sen merkitys oli tässä mielessä jo tutkimuskauden alussa varsin pieni. Teollisuuden halkojen osuushan on koko maan puunkäytöstä vaihdellut rauhanaikaisissa oloissa vain 2.3—3.9 prosenttien välillä.

Teollisuuden halkojen käytön metsänhoidollista merkitystä voidaan arvostella myös sen osuuden perusteella, mikä sillä on ollut koko maamme halkojen käytöstä. Lisäksi on kuitenkin muistettava, että teollisuuden käyttämät halot kuuluvat ns. markkinahalkojen ryhmään, joten niiden menekisuhteet vaikuttavat metsänomistajien metsänhoitoharrastukseen voimakkaammin kuin mitä pelkästään niiden osuuden perusteella koko maan halkojen käytöstä voitaisiin päätellä.

Teollisuuden halkojen käytön merkitystä arvosteltaessa ei ole unohdettava myöskään sitä vaikutusta, mikä näiden halkojen hankinnoilla on ollut torjuttaessa viime aikoina niin yleiseksi tullutta talvityöttömyyttä. Voidaanhan arvioida, että teollisuuden käyttämien halkojen hankintaan osallistuu yhden hankintakauden aikana lyhyemmän tai pitemmän ajan yli 25 000 metsätyömiestä, joiden näistä töistä saama palkkatulo on viimeisten tutkimusvuosien palkkatason perusteella laskettuna ollut yli 1 miljardi markkaa. Maaseudun rahantarpeen tyydyttämisessä on mainittua rahamäärää vielä nykyoloissakin pidettävä merkittävänä.

Kirjallisuusluettelo

- A r o, P a a v o. 1928. Pinopuutavara in pino- ja kiintomitan välisiä suhdelukuja. MTJ. 13. Helsinki.
- B r a x, A. J. 1934. Puu paperin puoli- ja täysivalmisteiden raaka-aineena. Kek-sintöjen kirja II. Puu, sen käyttö ja jalostus ss. 313—636. Porvoo.
- Chemical Woodpulp in Finland. 1956. Statistical report with graphic tables. Finnish Cellulose Union. Helsinki.
- Energiakomitean osamietintö. 1956. Moniste. Helsinki.
- G y l d é n, C. W. 1853. Handledning för skogshållare i Finland. Helsingfors.
- H a r t i k a i n e n, E i n o. 1933. Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1930. — Deutsches Referat: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i.J. 1933. Eripainos MTJ. 19.4. Helsinki.
- »— 1936. Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1933. — Deutsches Referat: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i.J. 1933. Eripainos MTJ. 22.2. Helsinki.
- »— 1939. Suomen teollisuuden polttoaineen käyttö v. 1936. — Deutsches Referat: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i.J. 1936. Eripainos MTJ. 27.5. Helsinki.
- H e i k i n h e i m o, L a u r i — R i s t i m ä k i, T o i n i. 1956. Metsä- ja uitto-työvoiman määrä ja rakenne. Maaseudun työvoiman tutkimuksia VII. *Summary*: Size and structure of forest and log- floating labour force in Finland. AFF. 63.7. Helsinki.
- H i l d é n (O s a r a), N. A. 1930. Suomen teollisuuden polttoaineen kulutus v. 1927 — *Referat*: Der Brennstoffverbrauch der Industrie in Finnland i.J. 1927. Eripainos MTJ. 14. Helsinki.
- H o l o p a i n e n, V i l j o. 1950. Halkojen ja kivihiilen kilpailu Suomessa vuosina 1927—1938. *Summary*: Competition between coal and firewood in Finland in 1927—1938. MTJ. 38.3. Helsinki.
- I l v e s s a l o, Y r j ö. 1957. Suomen metsät metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain. Valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia. *Summary*: The forest of Finland by forestry board districts. Results of the national forest inventory. Eripainos MTJ. 47.3. Helsinki.
- »— 1959. Suomen metsien hakkuumahdollisuudet metsävarojen kehittämiseen tähtäävän hakkuusuunnitteen valossa. *Summary*: Cutting possibilities of the forest of Finland in the light of allowable cut, aiming at the development of forest resources. Eripainos MTJ. 51.9. Helsinki.
- J a l a v a, M a t t i. 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Helsinki.
- Kansanhuoltoministeriön arkisto. Teollisuuden polttoaineiden inventointien tulokset. Vuosilta 1940—1948.
- Komiteanmietintö n:o 4, 1900. Yksityismetsäkomitean mietintö. Helsinki.
- L a u r i l a, E i n o. H. 1949. Suomen teollisuustuotannon volyymit vuosina 1938—1947. Tilastokatsauksia n:o 1—2/1949, ss. 32—53. Helsinki.

- Laurila, Eino, H. 1950. Suomen teollisuustuotannon indeksit. Kansallis-Osake-Pankki, Taloudellinen katsaus n:o 4/1950, ss. 13—17. Helsinki.
- Leskinen, O. ja Vuorelainen, O. 1957. Tutkimus keskuslämmityslaitosten eri polttoaineiden taloudellisen käytön alueittaisesta jakautumisesta Suomessa. *Summary*: A study on aerial distribution of the economical use of different fuels in the central heating boilers in Finland. Eripainos SF. 93. Helsinki.
- Levón, Martti. 1931. Sahateollisuuden jätepuu ja sen käyttö Suomessa. *Summary*: The wood waste in the sawmill industry and its utilization. MTJ. 16. Helsinki.
- Nikander, Bo. 1959. Förbränning av olika bränslen och det aktuella pannbeståndet i Finland. Suomen polttoainehuolto. Suomen Teknillisen Seuran ja Tekniska Föreningen i Finland keskustelutilaisuudessa pidettyjä esitelmää. Moniste. Helsinki.
- Nordqvist, Bror. 1953. Maamme energiatalous I. Kansamme Talous n:o 11/1953, ss. 163—165. Helsinki.
- Osara, N. A. 1959. Puu Suomen polttoainehuolto. Suomen Teknillisen Seuran ja Tekniska Föreningen i Finland keskustelutilaisuudessa pidettyjä esitelmää. Moniste. Helsinki.
- Osara, N. A. — Pöntynen, V. — Erkkilä, E.E. 1948. Suomen puun käyttö ja metsätase. *Summary*: Wood utilization and forest balance in Finland. Eripainos. MTJ. 36.1. Helsinki.
- Paperipuukysymys. 1933. Paperipuun vientikomitean mietintö. *Summary*: The pulpwood question. SF. 28. Helsinki.
- Pienpuukysymys. 1933. Pienpuukomitean mietintö. *Summary*: The Small timber problem. SF. 31. Helsinki.
- Polttoainekysymys vuonna 1949. 1950. Polttoainekomitean mietintö. *Summary*: The fuel question in Finland 1949. SF. 67. Helsinki.
- Polttoainekysymys vuonna 1951. 1952. Polttoainekomitean mietintö. *Summary*: The fuel question in Finland 1951. SF. 74. Helsinki.
- Pöntynen, V. 1936. Suomen puunjalostusteollisuus raaka-aineen käyttäjänä vuosina 1925—1935. *Referat*: Rohstoffverbrauch der Finnischen Holzindustrie I.D.J. 1925—1935. AFF. 45.3. Helsinki.
- 1953. Teollisuuden polttoaineiden käyttömääristä v. 1950. Om industrins bränsleförbrukning under år 1950. The use of fuel by industry in 1950. Eripainos Tilastokatsauksista 1953 : 4. Helsinki.
- 1954. Tutkimuksia Suomen teollisuuden vuonna 1950 käyttämistä polttoaineista. *Summary*: Investigations into industrial fuel in Finland year 1950. AFF. 61.1. Helsinki.
- 1954 b. Tutkimuksia Helsingin polttoainehuollosta. *Summary*: Studies of the fuel supply of the city of Helsinki. MTJ. 43.2. Helsinki.
- 1958. Suomen puun käytöstä. Eripainos Suomen Puutalous 1958, n:o 3. Helsinki.
- 1958 a. Puunkäyttötutkimuksen tuloksia. Eripainos Metsätaloudellisesta Aikakauslehdessä n:o 7/1958. Helsinki.
- 1959 a. Suomen puun käytöstä ja metsätaseista. Eripainos Suomen Puutalous 1959 n:o 3 ja 4. Helsinki.
- 1959 b. Halkotase. Moniste. Helsinki.
- Saari, Eino. 1934. Puun käyttö Suomessa. *Summary*: Wood utilization in Suomi (Finland) MTJ. 14.1 Helsinki.

- Salo, Esko. 1954. Sahateollisuuden jättepuiden käyttö Suomessa vv. 1927—50. *Summary: The sawmill industry's waste wood utilization in 1927—50.* Eripainos MTJ. 43.3.
- »— 1956. Teollisuuden polttoaineen käyttö vuonna 1953. Industrins bränsleförbrukning år 1953. Fuels consumed in industrial production, 1953. Eripainos Tilastokatsauksista 1956: 9. Helsinki.
- Siimes, E. E. 1957. Suomen sahateollisuus. Metsäkäsikirja 2. osa, ss. 845—874. Helsinki.
- Strömberg, Karl ja Krohn, Leo. 1922. Tilastollinen selostus polttoainekulutuksesta sekä puuaineen tarpeesta Suomessa. Voima- ja Polttoainetaloudellisen yhdistyksen (EKONO) julkaisuja n:o 4. Kuopio.
- Sveriges officiella statistik — Industri och Berghantering Industri (Eri vuosilta). Stockholm.
- Sähkölaitostilastoa (v. 1930 ja v. 1955). Sähkötarkastuslaitoksen julkaisuja. Helsinki. Teollisuustilastoa (Eri vuosilta) SVT. XVIII A. Helsinki.
- Ulkomaankauppa (Eri vuosilta). Vuosijulkaisu. SVT. I A. Helsinki.
- Wegelius, Th. 1957. Selluloosa-, hioke- ja kuitulevyteollisuus. Metsäkäsikirja, 2. osa, ss. 889—917. Rauma.
- Veijola, V. 1945. Maamme nykyinen voimatilanne. Voima ja Valo n:o 7—8/1945, ss. 95—112. Helsinki.
- Virtanen, Knut. 1950. Sahateollisuus. Puutavarakaupan käsikirja II, ss. 503—561. Helsinki.
- Överavverkas landets skogar och om så är fallet, vilka åtgärder borde vidtagas för att hindra denna överavverkning. 1916. Metsätaloudellinen aikakauskirja. Laajempi painos, ss. 150—169. Helsinki.

INDUSTRIAL UTILISATION OF FIREWOOD IN FINLAND IN 1927—1957

Summary

I. Introduction

Data on the use of fuels by Finland's industry are available for some years from 1927 (Hildén 1930). In connection with the general wood utilisation study of 1927, the Forest Research Institute decided to collect similar data every three years (Hartikainen 1933, 1936, 1939). The war prevented this work for 1939, the year when it was intended to make a new study of the industrial utilisation of fuel.

During the war years (1941—1947), when the fuel situation was very difficult in Finland, the Ministry of Food and Supply collected data concerning the annual fuel utilisation for all purposes. For industry, the data for these years collected by the Ministry of Food and Supply are well comparable with those of the industrial fuel utilisation studies conducted by the Forest Research Institute for earlier years.

In 1950 it was decided to continue with the industrial fuel studies. A fuel study was carried out for the years 1950 and 1953 (Pöntynen 1954; Salo 1956), but when the Central Statistical Office of Finland began in 1954 to collect corresponding information annually the Forest Research Institute ceased to perform these studies.

The purpose of the present investigation is to assemble all the information available on industrial utilisation of fuels and use it to survey industrial firewood utilisation and the factors affecting it in the years 1927—1957. After the manuscript was completed, data for 1958 were added to some of the tables. It should also be mentioned that the scope of industrial statistics was extended in 1954 when the Central Statistical Office began to collect these data. Hence the data on 1956—1958 are not fully comparable with the data for the earlier years. Information on 1955, on the other hand, has been converted here to correspond to the figures for previous years.

II. Industrial utilisation of firewood

1. *Distribution of firewood*

The following breakdown is applied to industrial firewood.

Split firewood

Other firewood

 Stumps and root spurs

 Forest industry's waste wood

 Other waste wood

Split firewood includes in the present work all stem wood not used for any other purpose before burning. Fuel chips made of such wood are also regarded as split firewood. Other industrial firewood varies fairly considerably in size and quality, but the names used give a rough idea of the type of fuel involved.

2. *Industrial split firewood*

Total utilisation of split firewood

Table I shows the annual total use of split firewood by industry. Nearly twice as much split firewood was used during and immediately after the war (1942—1947) as in peacetime. The reason why split firewood reached its peak only after the end of the war was that the supply of foreign fuels was at its minimum at that time. It was also due, however, to the necessity for an appreciable expansion of some branches of industry on account of the war reparation deliveries.

The tree species ratios of industrial split firewood

Table II shows the split firewood utilised by the principal industrial groups according to tree species. Both the absolute quantities of pine and spruce split firewood used as industrial fuel and their shares in the total utilisation of split firewood have diminished clearly in the period under review whereas the use of birch split firewood has grown significantly. The reduced use of pine and spruce split firewood was concurrent with the increased use of these tree species as raw material by the mechanical and chemical pulp industry.

The logging areas of industrial split firewood

The logging areas of industrial split firewood were detailed only for 1950, 1953 and 1955. The results are shown in maps 1—3. It seems from the maps that industrial firewood logging moved in the early 1950s from the southern coastal area slightly towards the central and eastern parts of the country. This was due at least in part to the increased use of imported fuels in the coastal district of southern Finland.

3. *Other industrial firewood*

Forest industry's waste wood

The waste wood used as industrial firewood derives chiefly from the wood industry. This is seen from Table 3 (p. 24) which gives the total quantities of waste wood originating in the wood industry per annum. The waste wood of other wood industry plants than the sawmill, plywood and spool branches is of no significance in this respect.

In addition to its utilisation as industrial fuel, the waste wood of the wood industry is used fairly extensively also as industrial raw material. Its use in the sulphate cellulose industry has been significant ever since the 1920s. After the war, the fibre and chipwood board industries also began to utilise waste wood as raw material to a notable extent.

Table 4 shows the distribution of the wood industry's utilisation of waste wood between industrial fuel and raw material. It will be seen from the table that the

greatest part of industrial waste wood is used as industrial fuel. Although the quantity of waste wood used as industrial raw material has continued to grow in the years under review, with the exception of the war years, it had not by 1955 affected in any great degree the quantities utilised as industrial fuel. However, as Finland's chemical pulp industry has expanded significantly in the last few years it may be assumed that its use as industrial raw material will increase in the next few years and the amounts used as industrial fuel will accordingly decrease. The figures for 1956 and 1957 are indicative of this trend.

The paper industry's waste wood

The paper industry's waste wood is regarded in the present investigation as pulpwood barking waste and pulpwood unfit for use as raw material. The waste liquor originating in the chemical pulp industry, the use of which as industrial fuel has increased significantly in the 1950s, has of necessity been disregarded in the present work owing to the inadequate information available. Table 5 gives the quantities of waste liquor utilised as industrial fuel for the years on which data are available.

Quantities of waste wood used

The true quantities of different types of waste wood used as industrial fuel are shown in Table IV. As the different types of waste wood have very different values, the comparison cannot be made simply in terms of piled cu.m.; the figures have to have commensurable heat values. In the present work the quantities of the various fuels are converted to correspond to the piled cu.m. heat value of pine split firewood (cf. Hildén 1930; Hartikainen 1933, 1936 and 1939). The conversion factors in the conversion are shown in Table 6 (p. 30). It will be noted that the conversion factor of some fuels changed during the period under examination. This was due in the majority of the cases to changes in the average fuel values of the fuels. Especially with waste wood, improved heating techniques also caused minor revisions of the conversion factor.

Tables V and VI show the quantities of waste wood used as industrial fuel, converted into pine split firewood. No uniform long-term trend of development in the utilisation of waste wood can be seen in these tables. But they show clearly the effect of the depression at the beginning of the 1930s and also of the war years (1941—1944). The reduction in the use of waste wood in these periods was due for the greatest part to the reduced supply of waste wood when the output of the wood industry fell.

Table 8 shows that the forest industry, i.e. exactly the same branch of industry that produced the waste wood, also burnt the greatest part of it. Its share in the total utilisation of waste wood has ranged from 74.7 to 91.6 per cent.

The total utilisation of industrial firewood (split firewood and waste wood) is seen in Table VII. It also shows the utilisation of other industrial fuels converted into piled cu.m. of pine split firewood.

Fig. 2 shows three different peaks in the total utilisation of firewood by industry during the period under examination. They followed at intervals of some ten years in 1927, 1936 and 1946—1947. Since 1947 the total use of firewood has fallen steadily and at the end of the period reviewed was smaller than ever.

III. Factors influencing industrial utilisation of firewood

1. General

Although no longer-term uniform trend can be discerned in the utilisation of from the absolute firewood quantities, it can be established that permanent changes have taken place in the use of firewood in comparison with industry's other sources of energy and with the extent of industrial activity. These changes have been caused by the expansion of industrial activity, by the changes in the structure of industry and by changes in power and fuel techniques. The price competition between different fuels, in which electric energy has also participated, has also contributed to these changes.

2. *The ratio between the utilisation of firewood and other industrial fuels and the use of electric energy*

The distribution of the total quantity of industrial fuels between different fuels is seen in Tables VII and VIII and Fig. 3. Table 10 shows the proportion of firewood, all other fuels and water power in the total utilisation of energy by industry. It shows that the total industrial utilisation of energy grew about 4.7-fold during the period under examination, whereas industry's fuel utilisation increased only c. 2.6 times. As no major changes of a permanent nature occurred in the use of firewood during the same period, it can be taken for granted that the share of firewood in the total industrial utilisation of energy and fuels has diminished significantly in the period reviewed. It can also be said on the basis of Fig. 4 (p. 25) that the reduction in the joint share of fuels in the total energy utilisation by industry during the period in question is attributable almost exclusively to the decrease in the proportion of firewood.

3. *The economic conditions for the utilisation of fuels of various types*

In searching for the reason for the fall-off in the share of firewood in the total fuel and energy utilisation by industry in the years under examination it seems sensible to assume that industry always tries to obtain its energy needed on the most favourable terms, i.e. by paying the lowest possible price for energy from various sources in relation to total costs. This must be the general aim. It must be remembered, however, that factors such as custom, convenience of use, easy availability, etc. may also in some cases influence the choice of the source of energy.

It was not possible in the present investigation to examine all these points. The present work in fact concentrated chiefly on the price competition between firewood and other fuels.

The price comparisons between industrial fuels made in the present work are based on the average cost prices paid by industry for the different fuels. Using these prices, Table 14 shows the average cost prices per 1 000 calories (Mcal) of the thermal efficiency of the fuels utilised by the industry in the various years. Cost price refers here to the price of the fuel at the storage of the industrial plant. It was not possible in the present investigation to take into account the share of handling and storage

losses, interest costs and the energy costs of feeding the fuel. In the calculation of the per calory prices of the fuels the average utility ratios achieved at the various fuel-burning plants with different fuels were taken into consideration in addition to the effective thermal value.

The relative prices of different fuels (split firewood = 100) in Table 15 are based on Table 14 for the years for which fuel price data were available. In most of the years waste wood was the cheapest industrial fuel, and split firewood was generally significantly more expensive to use. Regarding waste wood, however, it must be mentioned that the greatest part was utilised at the industrial plants which produced it. No actual market price thus formed for this part of waste wood. For industry that bought its waste wood, the price was considerably higher.

Of the imported fuels, coal was generally significantly cheaper than split firewood in all the years. The price of fuel oil per its utility value, 2—3 times the price of split firewood in the 1930s, was also slightly lower than the split firewood price in the majority of the years. These price ratios between split firewood and foreign fuels have surely been the main reason for the growth, both absolute and relative, in the utilisation of coal and fuel oil seen in the earlier tables.

As fuel peat was capable in most of the years of competing fairly successfully in price with imported fuels, there seems to be a possibility of increasing its use especially as industrial fuel.

The price comparisons were based on averages for the country as a whole. But there are great, on occasion even very great, differences in the price of fuel in different parts of the country. The general feature is that the closer to the coast and the import harbour the industrial part, the more profitably it can use imported fuels. The situation is exactly the reverse for split firewood. Hence, moving inland from the coast there is a narrow zone somewhere in which the prices of, say, split firewood and coal are equal. This boundary point is called the price ceiling.

Map 4 shows the split firewood and coal prices for the years 1933, 1936, 1950 and 1953 and the price ceiling of split firewood and fuel oil for 1953. It is not possible to give the price limit for split firewood and fuel oil for earlier years as split firewood was then better placed than fuel oil in Finland as a whole.

The utilisation areas of industrial split firewood, coal and fuel oil

The regional use of split firewood and coal in 1950 and 1953 was analysed as follows. A line was drawn (map 5) connecting the districts in which the use of split firewood and coal, converted to pine split firewood, was of the same magnitude. This boundary was called the utilisation limit of the two fuels. Split firewood has been used less than coal in the coastline areas of this limit and more than coal in the inland areas. The utilisation limit of split firewood and fuel oil in 1953 was plotted on the map in the same way. This utilisation limit cannot be shown on the map as industrial utilisation of fuel oil in that year was either equal to or greater than the use of split firewood in only four coastal towns.

The map shows that the area of utilisation of imported fuels has moved between 1950 and 1953 quite a distance inland. These changes in the utilisation limits have occurred for the greatest part in consequence of the changes in the price ratios of the fuels.

IV. Significance of industrial utilisation of firewood

The economic significance of the utilisation of firewood by industry is not limited to the proportion of industry's energy requirement it is capable of satisfying. Reference was made to the great importance of the economic utilisation of waste wood for the waste-wood producing industry. Perhaps the greatest significance of split firewood utilisation, on the other hand, is the influence of logging split firewood on silviculture and in providing more employment work and increased money earnings in the rural districts.

1. The significance of industry's utilisation of split firewood for silviculture

It has often been claimed that if there is no demand for wood at a reasonable price from silvicultural loggings which yield mainly firewood, it will be difficult to induce forest owners to undertake this type of logging necessary though it is for the development of the forest. This calls for some analysis of the ratio between the total split firewood cut and the quantity which should be cut yearly in Finland's forests, and to assess the importance of the utilisation of split firewood in this respect.

The question can be examined firstly on the basis of the logging balance drawn up by Pöntynen (1959a). It shows that there has been sufficient demand for split firewood in the southern part of the country where c. 90 per cent of the split firewood utilised by industry is logged annually. It also seems that the slight changes that have occurred during the period under review in the industrial utilisation of split firewood have not influenced the silvicultural management of forests in any appreciable degree. The silvicultural significance of industrial utilisation of split firewood can thus be evaluated only from its proportion in the total utilisation of split firewood in the country. As will be seen from Table 17, this share has generally kept slightly below the 10 per cent mark.

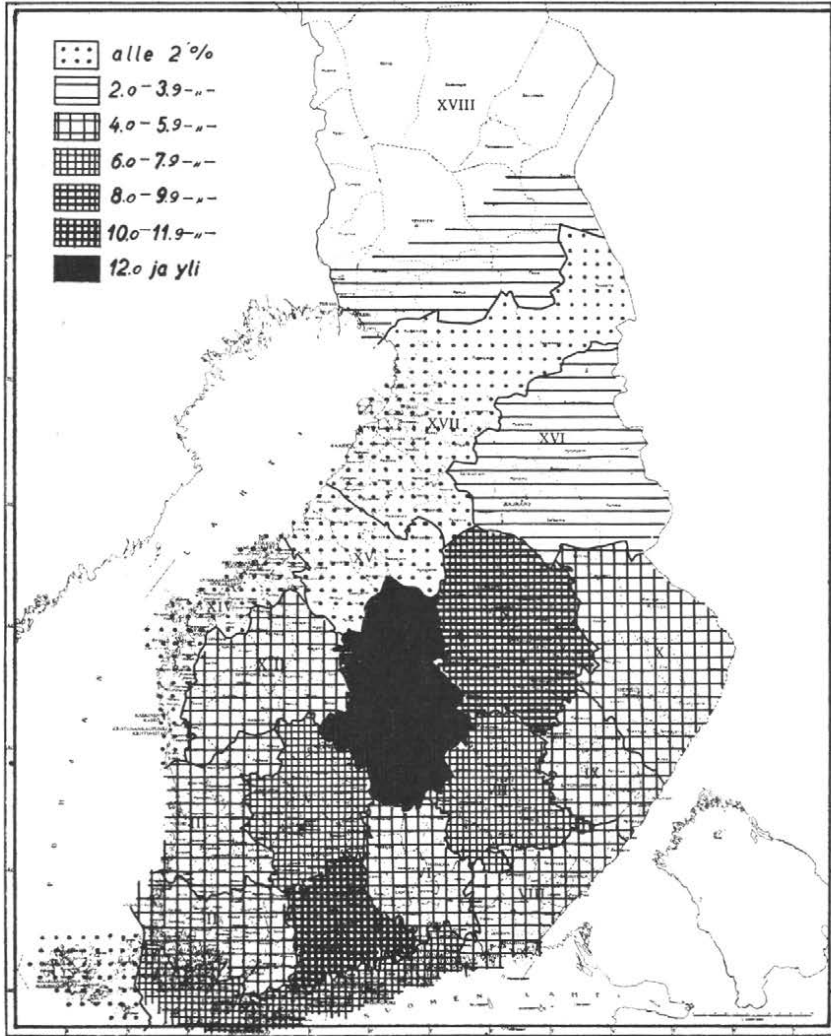
2. Industrial split firewood as a factor for employment and earnings in rural districts

It is generally accepted that of one cu.m. of split firewood, from standing forest to place of use, requires on the average a labour-input of 1 man-day of work. As the Finnish forest worker is employed in forest work for an average of only 70 days per annum, it can be calculated that c. 26 000 forest workers have participated per annum in the logging of the split firewood utilised by industry. The logging of industrial split firewood has thus been of relatively great importance in the combating of winter unemployment in Finland.

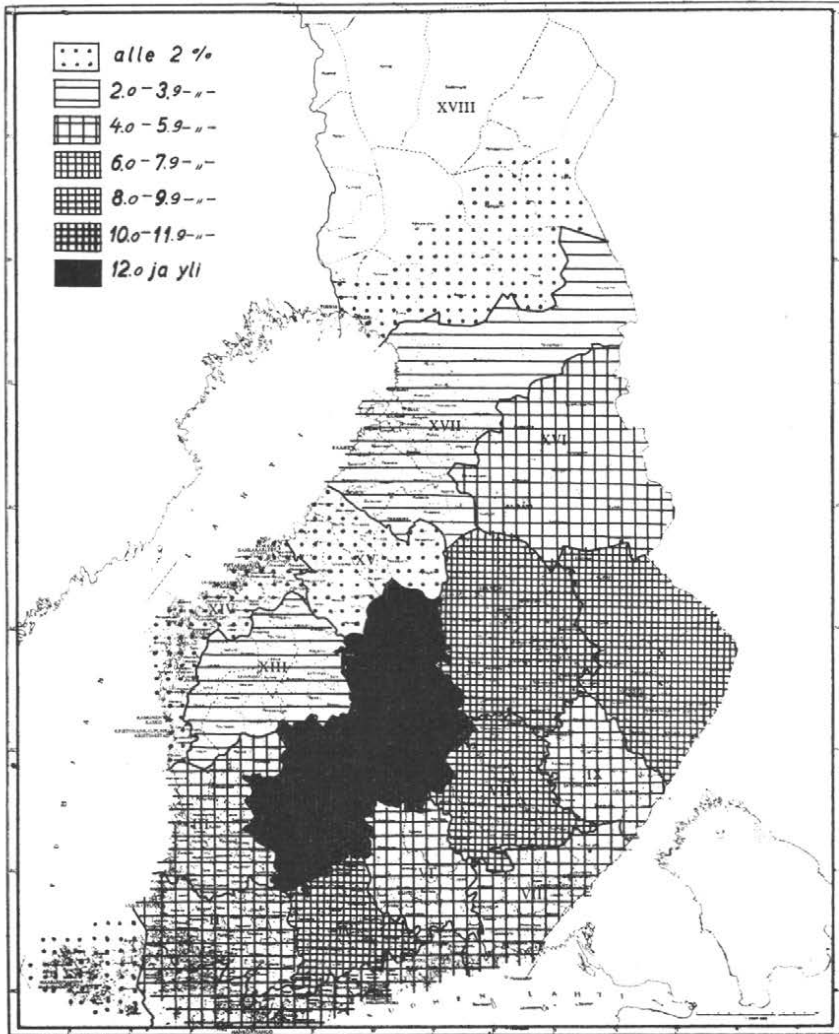
With the above employment question is associated closely the importance of industrial split firewood as a provider of money earnings for the rural population. Taking the aspect of the stumpage price paid split firewood, the significance is fairly small. But, compared with stumpage earnings from split firewood, the rural population derives a many times greater money income from preparing and hauling split firewood.

KARTAT

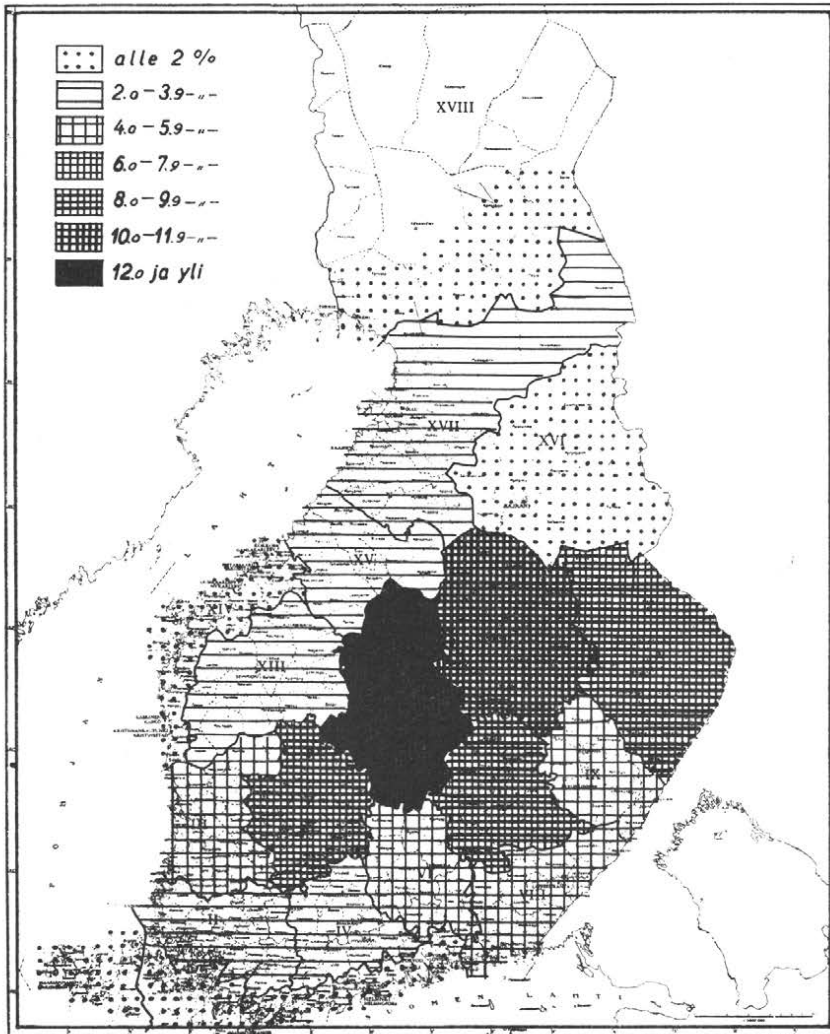
Kartta 1. Teollisuuden halkojen hankinta-alueet hankintakautena 1949—50.
 Map 1. Industry's split firewood logging areas in the logging season 1949—50.



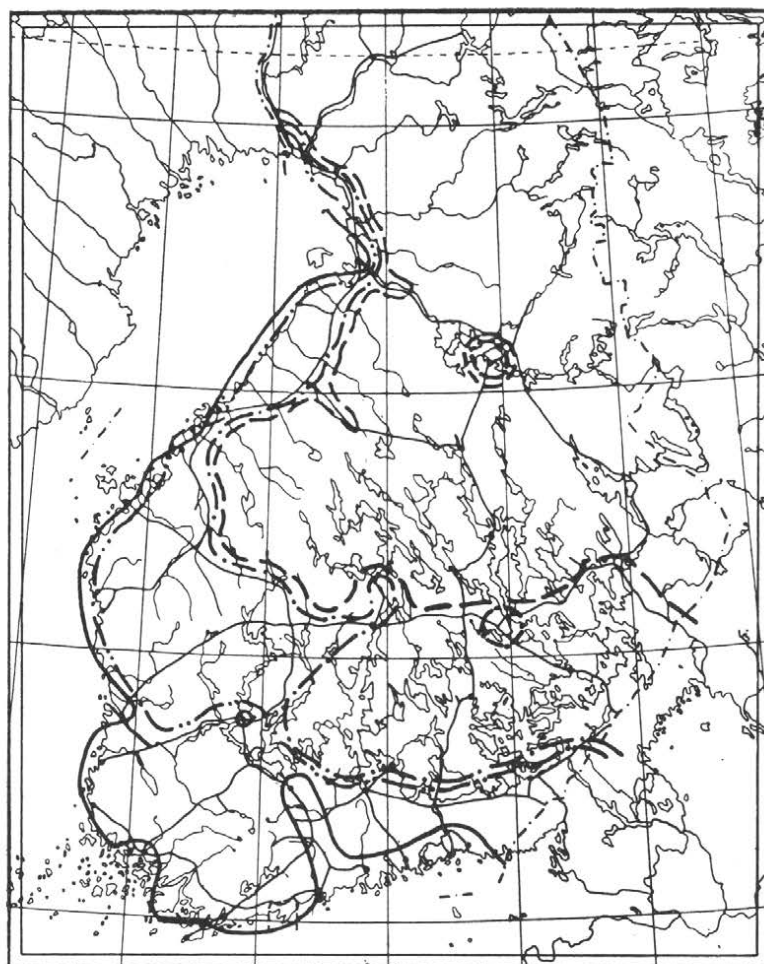
Kartta 2. Teollisuuden halkojen hankinta-alueet hankintakautena 1952—53.
 Map 2. Industry's split firewood loggin areas in the logging season 1952—53.



Kartta 3. Teollisuuden halkojen hankinta-alueet hankintakautena 1954—55.
 Map 3. Industry's split firewood loggin areas in the logging season 1954—55.

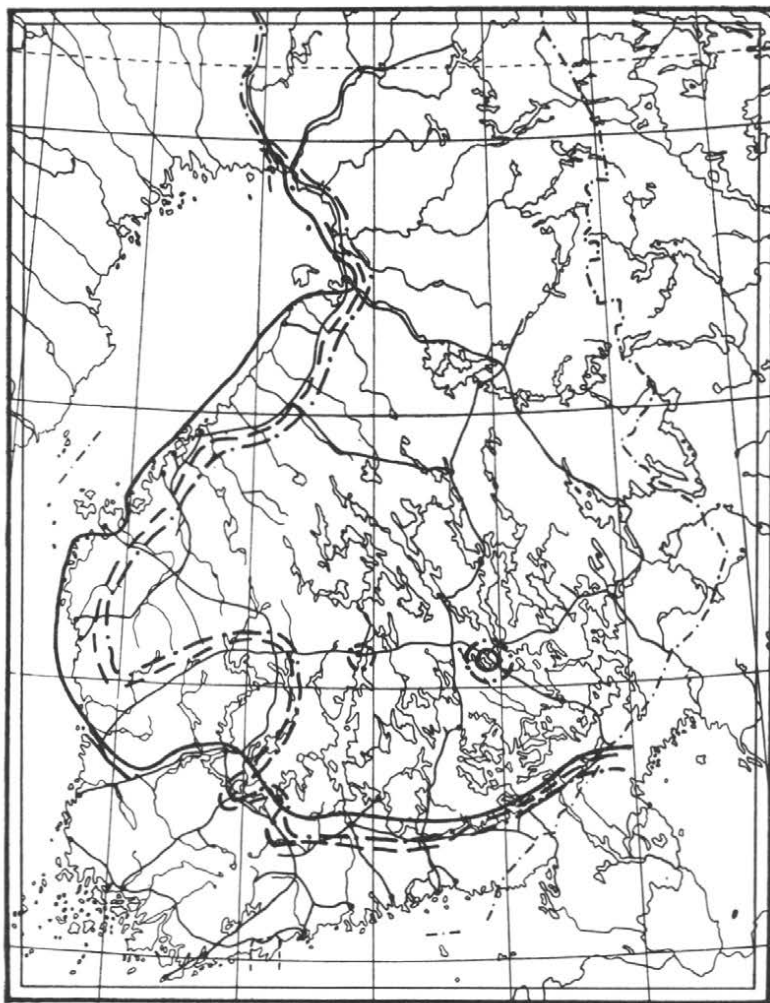


Kartta 4. Kivihiilen ja polttoöljyn koivuhalkoihin verrattavat hintarajat erinä tutkimusvuosina.
 Map 4. The coal and fuel oil price limits compared with birch split firewood in some investigation years.



- Kivihiilen ja halkojen hintaraja vv. 1933 ja 1936.
 Price limit for coal and split firewood in 1933 and 1936.
- - - - - Kivihiilen ja halkojen hintaraja v. 1950.
 Price limit for coal and split firewood, 1950.
- · - · - Kivihiilen ja halkojen hintaraja v. 1953.
 Price limit for coal and split firewood, 1953.
- · · · · Polttoöljyn ja halkojen hintaraja v. 1953.
 Price limit for fuel oil and split firewood, 1953.

Kartta 5. Kivihiilen ja polttonesteen halkoihin verrattava käyttöraja vv. 1950 ja 1953.
 Map 5. Utilisation limit of coal and fuel oil compared with split firewood 1950 and 1953.



- — — — Kivihiilen ja halkojen käyttöraja v. 1950.
Coal and split firewood utilisation limit, 1950.
- . - . - . Kivihiilen ja halkojen käyttöraja v. 1953.
Coal and split firewood utilisation limit, 1953.
- Polttonesteen ja halkojen käyttöraja v. 1953.
Fuel oil and split firewood utilisation limit, 1953.

TAULUKOT I—XI

Taulukko I. Teollisuuden pääryhmien eri tutkimusvuosina käyttämät halot.

Table I. Split firewood utilised by the principal industrial groups in the investigation years.

Vuosi Year	Teollisuusryhmä — Group of industry										Yhteensä Total	
	Metalli- teollisuus Metal industries	Kivi-, savi-, lasi- ja turve- teollisuus Stone, clay, glass and peat industries	Kemialli- nen, nahka-, kumi- ja kärva- teollisuus Chemical, leather, rubber and alied industries	Kutoma- ja vaatetus- tavara- teollisuus Textile and clothing industry	Paperi- teollisuus Manufac- ture of paper and paper products	Puu- teollisuus Manu- facture of wood	Paperi- ja puu- teollisuus Combined paper and wood manu- facture	Yhteensä Total	Ravinto- ja aino- teollisuus Food and tobacco industries	Valaistus-, voiman-, siirto- ja vesijohdo- teollisuus Electricity gas and water works		Graafinen- ja edellisiin ryhmiin kuulumaton teollisuus Other industry
1927	376.0	279.2	81.7	143.5	623.7	29.2	450.5	1 103.4	150.7	173.2	0.7	2 308.4
1930	193.8	134.7	55.5	50.8	271.6	19.5	645.3	936.4	103.2	101.6	7.8	1 883.8
1933	227.5	167.3	77.5	178.5	288.4	22.6	653.9	964.9	141.3	39.5	9.3	1 805.8
1936	272.2	247.9	84.4	167.8	355.5	14.1	638.5	1 008.1	165.9	61.1	7.3	2 014.7
1941	514.8	412.3	244.0	313.3	1 664.2	299.4	—	1 963.6	469.1	278.3	123.5	4 318.9
1942	560.4	306.9	222.5	281.5	1 499.4	188.8	—	1 688.2	480.4	288.3	108.3	3 936.5
1943	582.0	278.3	159.6	248.4	1 486.4	132.5	—	1 618.9	458.1	223.0	121.4	3 689.7
1944	692.3	290.0	171.2	297.8	1 340.3	110.1	—	1 450.4	454.1	158.8	118.9	3 633.5
1945	874.0	392.4	223.1	375.5	1 343.4	100.5	—	1 443.9	528.9	180.4	104.5	4 122.7
1946	955.6	449.3	269.7	507.0	1 850.8	89.6	—	1 940.4	601.0	387.4	95.5	5 205.9
1947	899.1	412.0	294.9	548.0	1 978.4	93.5	—	2 071.9	586.3	437.8	90.1	5 340.1
1950	396.3	292.8	182.1	175.3	134.4	52.1	880.6	1 067.1	309.5	128.8	13.1	2 565.0
1953	273.6	222.1	90.9	88.4	100.2	38.4	578.1	716.7	289.7	87.6	13.0	1 782.0
1955	294.2	241.8	72.7	103.5	156.4	39.4	550.0	745.8	224.0	60.1	15.2	1) 1 757.3

1 000 p-m³ — 1 000 piled cu.m.1) Teollisuustilaston ilmoittama käyttö v. 1955 oli 2 000 659 p-m³. Vert. s. 00 — Utilisation in 1955, according to industrial statistics, was 2 000 659 piled cu.m.

Taulukko II. Teollisuuden pääryhmien halkojen käytön jakaantuminen eri puulajien kesken.

Table II. The distribution between tree species of the utilisation of split firewood by the principal industrial groups.

Teollisuuden pääryhmä Group of industry	Vuosi Year	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Muut Others	Yhteensä Total
		P-m ³ — Piled cu.m.				
Metalliteollisuus — <i>Metal industries</i>	1933	97 590	42 312	79 164	8 417	227 483
	1936	106 453	35 666	91 479	38 660	272 258
	1950	82 427	50 724	226 278	36 854	396 283
	1953	38 023	24 346	201 879	9 301	273 549
Kivi-, savi-, lasi- ja turveteollisuus — <i>Stone, clay, glass and peat industries</i> ..	1933	56 561	47 859	31 795	31 125	167 340
	1936	102 131	63 708	38 175	43 877	247 891
	1950	81 394	82 565	91 642	37 184	292 785
	1953	75 292	66 408	62 632	17 768	222 100
Kemiallinen-, nahka-, kumi- ja karvateol- lisuus — <i>Chemical, leather, rubber and</i> <i>allied industries</i>	1933	20 467	15 117	22 638	19 304	77 526
	1936	21 014	11 477	27 681	24 220	84 392
	1950	47 162	12 929	110 349	11 654	182 094
	1953	12 459	9 730	65 021	3 728	90 938
Kutoma- ja vaatetustavateollisuus — <i>Textile and clothing industry</i>	1933	51 768	57 302	53 910	15 531	178 511
	1936	57 040	60 730	40 095	9 898	167 763
	1950	44 868	25 589	88 861	15 949	175 267
	1953	20 590	10 162	55 585	2 033	88 370
Metsäteollisuus — <i>Forest industry</i>	1933	382 097	71 402	355 080	156 313	964 892
	1936	417 368	79 643	267 156	243 968	1 008 135
	1950	270 941	78 989	530 792	186 442	1 067 164
	1953	183 466	96 750	360 482	75 966	716 664
Ravinto- ja nautintoaineteollisuus — <i>Food,</i> <i>beverage and tobacco industries</i>	1933	38 854	31 083	56 797	14 553	141 287
	1936	48 926	31 678	60 702	24 546	165 852
	1950	59 126	31 885	199 047	19 502	309 560
	1953	30 131	24 916	218 742	15 935	289 724
Valaistus-, voimansiirto- ja vesijohto- teollisuus — <i>Electricity, gas and water</i> <i>works</i>	1933	13 589	9 796	8 296	7 821	39 502
	1936	19 117	5 802	29 500	6 657	61 076
	1950	24 730	12 623	74 190	17 260	128 803
	1953	7 712	5 609	72 300	2 016	87 637
Graafinen- ja edellisiin ryhmiin kuuluma- ton teollisuus — <i>Other industry</i>	1933	539	1 507	7 180	75	9 301
	1936	503	204	6 331	247	7 285
	1950	903	458	11 489	236	13 086
	1953	143	547	12 323	13	13 026
Koko teollisuus yhteensä — <i>Total</i>	1927	838 925	533 694	658 021	277 775	2 308 415
	1930	536 904	197 973	547 990	300 919	1 583 786
	1933	661 465	276 378	614 860	253 139	1 805 842
	1936	772 552	288 908	561 119	392 073	2 014 652
	1950	611 551	295 762	1 332 648	325 081	2 565 042
	1953	367 816	238 468	1 048 964	126 760	1 782 008
	1955	175 700	140 600	1 370 700	70 300	1 757 300
	¹⁾ 1955	200 800	154 700	1 506 100	93 200	1 954 800
	¹⁾ 1956	214 900	165 700	1 612 400	99 700	2 092 700
	¹⁾ 1957	196 700	151 500	1 551 500	95 800	1 995 500
	¹⁾ 1958	215 300	172 200	1 679 100	86 100	2 152 700

¹⁾ Teollisuustilastoon v. 1954 tilastouudistuksen jälkeen kuuluneiden laitosten käyttö yleisen puunkäyttötutkimuksen mukaan. — *Utilisation by the establishments covered by industrial statistics after the statistical reform of 1954, according to the general wood utilisation study.*

Taulukko III. Teollisuuden halkojen hankinta metsänhoitolautakunnittain vuosina 1950, 1953 ja 1955.

Table III. Industry's split firewood logging, by district forestry board, in 1950, 1953 and 1955.

Metsänhoitolautakunta District forestry board	Vuosi — Year								
	1950			1953			1955		
	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%	Halkojen hankinta p-m ³ / metsäalan 1 000 ha Split firewood logging, piled cu.m. per 1 000 ha of forest area	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%	Halkojen hankinta p-m ³ / metsäalan 1 000 ha Split firewood logging, piled cu.m. per 1 000 ha of forest area	1 000 p-m ³ 1 000 piled cu.m.	%	Halkojen hankinta p-m ³ / metsäalan 1 000 ha Split firewood logging, piled cu.m. per 1 000 ha of forest area
A Ahvenanmaa . . .	5.1	0.2	52	△	.	.	△	.	.
I Helsingin	159.0	6.2	363	74.8	4.2	171	28.1	1.6	64
II Lounais-Suomen . . .	118.0	4.6	233	74.8	4.2	148	38.7	2.2	76
III Satakunnan	125.7	4.9	188	80.2	4.5	120	86.1	4.9	129
IV Uudenmaan- Hämeen	261.6	10.2	483	140.8	7.9	260	59.8	3.4	110
V Pohjois-Hämeen . . .	202.6	7.9	262	265.5	14.9	343	142.3	8.1	184
VI Itä-Hämeen	143.7	5.6	242	83.8	4.7	141	86.1	4.9	145
VII Etelä-Savon	171.9	6.7	213	106.9	6.0	132	158.2	9.0	196
VIII Etelä-Karjalan . .	141.1	5.5	230	78.4	4.4	128	94.9	5.4	155
IX Itä-Savon	110.3	4.3	213	80.2	4.5	155	101.9	5.8	197
X Pohjois-Karjalan . .	148.8	5.8	104	114.0	6.4	78	145.9	8.3	102
XI Pohjois-Savon . . .	225.7	8.8	172	130.1	7.3	99	205.6	11.7	157
XII Keski-Suomen . . .	323.2	12.6	258	286.9	16.1	229	311.0	17.7	248
XIII Etelä-Pohjan- maan	110.3	4.3	119	62.4	3.5	67	54.4	3.1	59
XIV Vaasan	38.5	1.5	86	23.2	1.3	52	21.1	1.2	47
XV Keski-Pohjan- maan	43.6	1.7	58	17.8	1.0	24	54.5	3.1	72
XVI Kainuun	100.0	3.9	56	73.1	4.1	41	31.6	1.8	18
XVII Pohjois-Pohjan- maan	48.7	1.9	28	62.4	3.5	36	63.3	3.6	37
— Koillis-Suomen	} 87.2	} 3.4	} 13	} 26.7	} 1.5	} 4	} 17.6	} 1.0	} 9
XVIII Lapin . . . . .										56.2	3.2	12
Koko maa — <i>Whole country</i>	2 565.0	100.0	117	1 782.0	100.0	81	1 757.8	100.0	80

Taulukko IV. Teollisuuden käyttämät jätepolttopuut todellisuudessa mittoina.

Table IV. Waste firewood used by industry, real measurements.

Jätepuun laatu Type of waste wood	Vuosi — Year										
	1927	1930	1933	1936	1950	1953	1955 ¹⁾	1956 ²⁾	1957 ¹⁾	1958 ²⁾	
	1 000 p-m ³ — 1 000 piled cu.m.										
Lankun- ja laudan päitä — Board ends and end trimmings	209.7	70.7	40.4	96.6	81.2	72.0	61.2	88.9	54.4	40.0	
Rimoja ja rimahalkoja — Edgings and firewood from edgings	1 385.7	707.7	565.5	594.4	640.4	283.3	295.2	322.4	470.1	198.0	
Hakkeita — Chips	2 372.0	1 390.8	1 854.3	2 174.8	1 417.1	1 384.0	2 472.6	1 537.9	1 576.2	2 110.6	
Sahajauhoja — Sawdust	3 251.3	1 641.3	2 171.8	2 470.7	2 069.8	2 736.6	2 697.3	2 065.8	2 333.5	2 383.0	
Sekoitettuja hakkeita ja sahajauhoja — Mixed chips and sawdust	1 013.5	3 136.6	2 569.3	3 404.6	2 951.3	2 504.0	2 537.6	2 481.0	2 140.1	2 416.5	
Paperipuu-kuorimajätteitä — Pulpwood barking waste	553.0	917.1	537.5	597.5	356.0	244.4	323.8	260.5	285.2	572.4	
Lahoja yms. paperipuita — Decayed etc. pulpwood	5.6	28.2	28.9	23.0	30.0	13.8	26.9	33.7	49.8	37.0	
Rullateollisuuden jätettä — Waste of the spool industry	216.4	159.9	152.8	177.6	42.3	48.3	77.1	37.3	82.2	74.3	
Vanerteollisuuden jätettä — Waste of the plywood industry	381.0	807.4	646.5	981.8	774.5	734.5	492.9	129.9	292.1	298.5	
Kantoja, juurakoita yms. — Stumps, root spurs, etc.	3.4	1.0	2.9	4.1	22.9	17.6	2.6	1.8	9.7	5.5	
Muuta jätettä — Other waste wood	36.8	47.0	89.6	42.8	43.8	289.8	23.8	36.8	21.1	20.1	

¹⁾ Teollisuustilastoon ennen v. 1954 tilastuudistusta kuuluneet laitokset. — Establishments covered by industrial statistics before 1954.

²⁾ Kaikki mainittuina vuosina teollisuustilastoon kuuluneet laitokset. — All establishments covered by industrial statistics in the years mentioned.

Taulukko V. Teollisuuden käyttämät jättepolttopuut erilaatuiseksi mäntyhaloiksi muunnettuna määrinä.

Table V. Various types of waste firewood utilised by industry, converted to pine split firewood.

Jätepuun laatu Type of wastewood	Vuosi — Year									
	1927	1930	1933	1936	1950	1953	1955 ¹⁾	1956 ²⁾	1957 ²⁾	1958 ²⁾
	1 000 p-m ³ — 1 000 piled cu.m.									
Lankun- ja laudan päitä — Board ends and end trimmings	209.7	70.7	40.4	96.6	64.9	57.6	49.0	71.2	43.5	32.0
Rimoja ja rimahalkoja — Edgings and firewood from edgings	914.6	467.1	373.2	392.3	397.0	175.6	183.0	199.9	291.4	122.7
Hakkeita — Chips	1 020.0	598.1	797.3	935.2	637.7	622.8	1 112.7	692.0	709.3	949.8
Sahajauhoja — Sawdust	1 072.9	541.6	716.7	815.3	745.1	985.2	971.0	743.7	840.0	857.9
Sekoitettuja hakkeita ja sahajauhoja — Mixed chips and sawdust	466.2	1 442.9	1 181.9	1 570.8	1 475.7	1 252.0	1 268.5	1 240.5	1 070.1	1 208.2
Paperipuu kuorimajätteitä — Pulpwood barkings-waste	165.9	275.1	161.3	179.3	106.8	73.3	97.2	78.2	85.6	171.7
Lahoja yms. paperipuita — Decayed etc. pulpwood	5.6	28.2	28.9	23.0	30.8	13.9	26.9	33.7	49.8	37.0
Rullateollisuuden jätteitä — Waste of the spool industry	151.5	111.9	107.0	124.3	29.6	33.8	54.0	26.1	57.5	52.0
Vanerteollisuuden jätteitä — Waste of the plywood industry	381.0	355.3	284.5	432.0	348.5	330.5	221.8	58.5	131.5	134.3
Kantoja, juurakoita yms. — Stumps, root spurs, etc.	2.4	0.7	2.0	2.9	11.4	8.8	1.3	0.9	7.3	2.7
Muuta jätepuuta — Other waste wood	27.6	35.3	67.2	32.1	35.1	231.8	20.8	29.5	16.9	22.4
Yhteensä — Total	4 417.4	3 926.9	3 760.4	4 603.8	3 882.6	3 785.3	4 006.2	3 174.2	3 302.9	3 590.7

¹⁾ Teollisuustilastoon ennen v. 1954 kuuluneet laitokset. Vuonna 1955 oli kaikkien teollisuustilastoon kuuluneiden laitosten käyttö yhteensä 4 022 800 p-m³. — Establishments covered by industrial statistics before 1954. In 1955 the utilisation by all establishments covered by industrial statistics was 4 022 800 piled cu.m.

²⁾ Teollisuustilastoon mainittuina vuosina kuuluneet laitokset. — All establishments covered by industrial statistics in the years mentioned.

³⁾ Lukuun sisältyy 1 786 p-m³ m.h. paperi- ja kartonkijätettä, mikä todellista p-m³ määrää ei ole ilmoitettu. — The figure includes 1 786 piled cu.m. (converted to pine split firewood) of paper and board waste, the real piled cu.m. amount of which is not mentioned.

Taulukko VI. Eri teollisuusryhmien käyttämien jätepolttopuiden yhteismäärät mäntyhaloiksi muunnettuna.
 Table VI. The totals of waste firewood used by different industrial groups, converted into pine splat firewood.

Vuosi Year	Teollisuusryhmä — Group of industry										Yhteensä Total	Graafinen- ja edellisin ryhmiin kuuluvaton teollisuus Other industry
	Metalliteollisuus — Forest industry					Metsteollisuus — Forest industry						
	Metalli- teollisuus Metal industries	Kivi-, savi-, lasi- ja turve- teollisuus Stone, clay, peat industries	Kemiali- nen-, nahka-, kumi- ja karva- teollisuus Chemical, leather, rubber and allied industries	Kutoma- ja vaatus- teollisuus Textile and clothing industry	Paperi- teollisuus Manu- facture of paper and paper products	Puu- teollisuus Manu- facture of wood	Paperi- ja puu- teollisuus- kompleksit Combined paper and wood manu- facture	Yhteensä Total	Ravinto- ja nautinto- aine- teollisuus Food, beverage and tobacco industries	Valaistus-, siirto- ja vesivoima- teollisuus Electricity, gas and water works		
1927	34.5	193.9	99.9	20.2	868.4	1 563.0	1 369.5	3 800.9	34.2	232.2	1.6	4 417.4
1930	21.6	124.8	68.8	8.0	475.8	1 060.3	2 020.4	3 556.5	32.5	112.6	2.1	3 926.9
1933	55.9	116.3	51.9	15.2	430.8	1 160.5	1 816.8	3 408.1	20.2	92.0	0.8	3 760.4
1936	58.5	160.2	49.4	15.9	563.2	1 454.1	2 199.2	4 216.5	50.2	52.5	0.6	4 603.8
1941	34.9	88.8	9.8	2.5	908.9	779.9	—	1 688.8	13.4	178.9	1.0	2 018.1
1942	47.6	83.9	6.9	6.1	744.4	681.0	—	1 425.4	10.6	234.2	0.6	1 815.3
1943	40.4	80.3	8.3	12.6	898.0	523.8	—	1 421.8	23.4	172.0	0.9	1 759.7
1944	30.3	97.0	15.1	14.4	833.9	307.2	—	1 141.1	38.9	177.9	0.6	1 515.3
1945	35.2	101.9	16.1	21.6	860.7	283.2	—	1 143.9	34.4	190.8	0.1	1 544.0
1946	52.9	105.7	14.8	28.8	1 370.4	420.4	—	1 790.8	20.9	276.3	0.0	2 290.2
1947	46.6	101.5	13.6	23.0	1 614.7	479.8	—	2 094.5	28.4	267.9	0.0	2 575.5
1950	51.2	148.6	33.8	13.0	3 160.7	606.7	—	3 291.4	71.3	273.1	0.2	3 882.6
1953	40.7	143.4	31.1	11.2	85.6	843.5	—	3 247.1	22.9	288.6	0.3	3 785.3
1955	56.1	124.4	52.7	17.5	245.8	938.5	—	3 599.1	24.4	132.0	0.0	4 006.2

1000 p — m³ — 1 000 piled cu. m.

Taulukko VII. Teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäyttö mäntyhalokoina laskettuna.
Table VII. Total industrial fuel utilisation, converted into pine split firewood.

Teollisuuden pääryhmä ja vuosi The principal industrial group and year	Halkoja Split firewood	Jätepuuta Waste firewood	Polttopuuta Yhteensä Total firewood	Sytä Charcoal	Poltto- turvetta Fuel peat	Kivihiltä ja koksia Coal and coke	Polttonesteitä Liquid fuels	Polttoaineita kaikkiaan ³⁾ Total fuels ³⁾
Metsäteollisuus <i>Forest industry</i>								
1927	1 103 400	3 800 900	4 904 300	1 600	16 500	770 800	2 700	5 695 900
1930	936 400	3 556 500	4 492 900	1 100	34 600	1 696 300	300	6 225 200
1933	964 900	3 408 100	4 373 000	1 100	32 000	2 224 200	16 200	6 646 500
1936	1 008 100	4 216 500	5 224 600	1 600	28 500	3 027 000	13 400	8 295 100
1941—43 ¹⁾	1 756 900	1 512 000	3 268 900	2 400	78 900	795 300	.	4 145 500
1944—45 ¹⁾	1 447 200	1 142 500	2 589 700	2 300	51 700	274 600	.	2 918 300
1946—47 ¹⁾	2 006 200	1 942 700	3 948 900	2 000	87 100	1 168 500	.	5 206 500
1950	1 067 200	3 291 400	4 358 600	1 900	97 500	2 652 800	185 600	7 296 400
1953	716 700	3 247 100	3 963 800	100	159 000	2 507 300	410 900	7 041 100
1955	745 800	3 539 100	4 344 900	100	116 700	3 409 400	1 148 100	9 019 200
Muu teollisuus <i>Other industry</i>								
1927	1 205 000	616 500	1 821 500	51 100	15 200	1 871 800	44 000	3 803 600
1930	647 400	370 400	1 017 800	20 600	7 100	1 705 900	32 100	2 783 500
1933	840 900	352 300	1 193 200	12 500	10 400	1 671 800	34 700	2 922 600
1936	1 006 600	387 300	1 393 900	28 600	10 100	2 678 400	48 700	4 159 700
1941—43 ¹⁾	2 224 800	352 400	2 577 200	13 500	116 300	3 082 000	.	5 789 000
1944—45 ¹⁾	2 430 900	387 200	2 818 100	19 400	140 300	2 312 300	.	5 290 100
1946—47 ¹⁾	3 266 800	490 200	3 757 000	25 900	202 600	2 829 400	.	6 814 900
1950	1 497 900	591 200	2 089 100	13 700	109 300	3 906 600	657 200	6 775 900
1953	1 065 300	538 200	1 603 500	9 000	164 900	4 390 900	1 203 700	7 372 000
1955	1 011 500	407 100	1 418 600	8 300	65 600	3 904 500	2 122 200	7 519 200
Koko teollisuus <i>All industry</i>								
1927	2 308 400	4 417 400	6 725 800	52 700	31 700	2 642 600	46 700	9 499 500
1930	1 583 800	3 926 900	5 510 700	21 700	41 700	3 402 200	32 400	9 008 700
1933	1 805 800	3 760 400	5 566 200	13 600	42 400	3 896 000	50 900	9 569 100
1936	2 014 700	4 603 800	6 618 500	30 200	38 600	5 705 400	62 100	12 454 800
1941—43 ¹⁾	3 981 700	1 864 400	5 846 100	15 900	195 200	3 877 300	.	9 934 500
1944—45 ¹⁾	3 878 100	1 529 700	5 407 800	21 700	192 000	2 586 900	.	8 208 400
1946—47 ¹⁾	5 273 000	2 432 900	7 705 900	27 900	289 700	3 997 900	.	12 021 400
1950	2 565 100	3 882 600	6 447 700	15 600	206 800	6 559 400	842 800	14 072 300
1953	1 782 000	3 785 300	5 567 300	9 100	323 900	6 898 200	1 614 600	14 413 100
1955	1 757 300	4 006 200	5 763 500	8 400	182 300	7 313 900	3 270 300	16 538 400
1956 ²⁾	2 120 900	3 174 200	5 295 100	7 900	289 600	9 011 900	5 025 000	19 629 500
1957 ²⁾	1 995 500	3 302 900	5 298 400	7 300	312 300	7 619 300	5 363 200	18 600 500
1958 ²⁾	2 152 700	3 590 700	5 743 400	6 000	243 100	6 918 900	4 971 500	17 882 900

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — Annual average.

²⁾ Kaikki teollisuustilastoon vv. 1956—1958 kuuluneet laitokset. Teollisuuden käyttämää kaasua yms. ei ole otettu huomioon. — All establishments covered by industrial statistics in 1956—1958. Gas etc. used by industry was not taken into consideration.

³⁾ Käytetyn jätelipeän määrää lukuunottamatta. Vuosina 1955—58 on teollisuustilaston luvuista vähennetty myös autojen käyttämät polttoaineet. — Waste liquor used has not been taken into consideration. In 1955—58 the fuels used by automobiles were deducted from the figures of the industrial statistics.

Taulukko VIII. Ei polttoaineiden prosenttiset osuudet teollisuuden polttoaineiden kokonaiskäytöstä, mäntyhaloiksi muunnettujen määrien perusteella laskettuna. ²⁾

Table VIII. Percentual shares of different fuels in the total industrial fuel utilisation, converted into pine split firewood. ²⁾

Teollisuuden pääryhmä ja vuosi <i>The principal industrial group and year</i>	Halkoja <i>Split firewood</i>	Jätepuuta <i>Waste wood</i>	Yhteensä polttopuuta <i>Total firewood</i>	Sysä <i>Char-coal</i>	Poltto- turvetta <i>Fuel peat</i>	Kivihiiltä- ja koksia <i>Coal and coke</i>	Poltto- nes- teitä <i>Liquid fuels</i>	Poltto- aineita- kaik- iaan <i>Total fuels</i>
	%							
Metsäteollisuus 1927	19.4	66.7	86.1	0.0	0.3	13.5	0.1	100.0
<i>Forest industry</i> 1930	15.1	57.1	72.2	0.0	0.6	27.2	—	100.0
1933	14.5	51.3	65.8	0.0	0.5	33.5	0.2	100.0
1936	12.2	50.8	63.0	0.0	0.3	36.5	0.2	100.0
1941—43 ¹⁾	42.4	36.5	78.9	0.0	1.9	19.2	·	100.0
1944—45 ¹⁾	49.6	39.1	88.7	0.1	1.8	9.4	·	100.0
1946—47 ¹⁾	38.5	37.3	75.8	0.0	1.7	22.5	·	100.0
1950	14.6	45.1	59.7	0.0	1.3	36.4	2.6	100.0
1953	10.2	46.1	56.3	0.0	2.3	35.6	5.8	100.0
1955	8.3	39.9	48.2	0.0	1.3	37.8	12.7	100.0
Muu teollisuus 1927	31.7	16.2	47.9	1.3	0.4	49.2	1.2	100.0
<i>Other industry</i> 1930	23.3	13.3	36.6	0.7	0.3	61.3	1.1	100.0
1933	28.8	12.0	40.8	0.4	0.4	57.2	1.2	100.0
1939	24.2	9.3	33.5	0.7	0.2	64.4	1.2	100.0
1941—43 ¹⁾	38.4	6.1	44.5	0.2	2.0	53.3	·	100.0
1944—45 ¹⁾	46.0	7.3	53.3	0.4	2.6	43.7	·	100.0
1946—47 ¹⁾	47.9	7.2	55.1	0.4	3.0	41.5	·	100.0
1950	22.1	8.7	30.8	0.2	1.6	57.7	9.7	100.0
1953	14.5	7.3	21.8	0.1	2.2	59.6	16.3	100.0
1955	13.5	5.4	18.9	0.1	0.9	51.9	28.2	100.0
Koko teollisuus 1927	24.3	46.5	70.8	0.6	0.3	27.8	0.5	100.0
<i>All industry</i> 1930	17.6	43.6	61.2	0.2	0.5	37.8	0.3	100.0
1933	18.9	39.3	58.2	0.1	0.5	40.7	0.5	100.0
1936	16.2	36.9	53.1	0.3	0.3	45.8	0.5	100.0
1941—43 ¹⁾	40.1	18.7	58.8	0.2	2.0	39.0	·	100.0
1944—45 ¹⁾	47.3	18.6	65.9	0.3	2.3	31.5	·	100.0
1945—47 ¹⁾	43.9	20.2	64.1	0.2	2.4	33.3	·	100.0
1950	18.2	27.6	45.8	0.1	1.5	46.6	6.0	100.0
1953	12.4	26.2	38.6	0.1	2.2	47.9	11.2	100.0
1955	10.6	24.2	34.8	0.1	1.1	44.2	19.8	100.0
1956	10.8	16.2	27.0	0.0	1.5	45.9	25.6	100.0
1957	10.7	17.8	28.5	0.0	1.7	41.0	28.8	100.0
1958	12.0	20.1	32.1	0.0	1.4	38.7	27.8	100.0

¹⁾ Keskimäärin vuodessa. — *Annual average.*

²⁾ Käytetyn jäteliipeän määriä ei ole otettu huomioon. — *Waste liquor used has not been taken into consideration.*

Taulukko IX. Vesi- ja höyryvoimalla kehitetyn sähköenergian käyttö teollisuudessa vuosina 1930—1958.

Table IX. Industrial utilisation of electric energy generated by water and steam power in 1930—1958.

Vuosi Year	Vesivoima Water power		Höyryvoima ¹⁾ Steam power		Yhteensä Total 1 000 kWh
	1 000 kWh	%	1 000 kWh	%	
1930	695 627	72.0	270 951	28.0	966 578
1931	729 135	73.1	268 615	26.9	997 750
1932	915 056	76.1	288 173	23.9	1 203 229
1933	1 033 174	73.5	371 826	26.5	1 405 000
1934	1 110 302	73.1	408 098	26.9	1 518 400
1935	1 385 410	79.0	367 290	21.0	1 752 700
1936	1 446 108	73.8	513 092	26.2	1 959 200
1937	1 701 318	74.2	592 882	25.8	2 294 200
1938	2 043 957	79.0	542 403	21.0	2 586 360
1939	1 998 717	78.3	555 033	21.7	2 553 750
1940	1 080 279	79.7	274 921	20.3	1 355 200
1941	927 865	72.8	347 035	27.2	1 274 900
1942	1 079 604	78.7	291 396	21.3	1 371 000
1943	2 296 366	93.7	153 127	6.3	2 449 493
1944	2 110 055	93.7	141 243	6.3	2 251 298
1945	2 011 421	93.2	147 729	6.8	2 159 150
1946	1 795 054	84.4	331 946	15.6	2 127 000
1947	1 392 465	66.6	697 435	33.4	2 089 900
1948	1 441 527	65.0	776 973	35.0	2 218 500
1949	2 252 866	84.6	408 734	15.4	2 661 600
1950	2 723 774	87.6	385 326	12.4	3 109 100
1951	2 839 228	83.8	548 872	16.2	3 388 100
1952	3 046 126	89.4	361 174	10.6	3 407 300
1953	3 569 707	92.2	301 993	7.8	3 871 700
1954	3 453 361	85.6	580 939	14.4	4 034 300
1955	4 441 121	90.6	460 779	9.4	4 901 900
1956	3 605 715	78.3	999 285	21.7	4 605 000
1957	4 715 481	85.9	774 019	14.1	5 489 500
1958	4 875 500	87.5	696 500	12.5	5 572 000

¹⁾ Lukuihin sisältyvät myös polttomoottoreilla kehitetyt, merkitykseltään mitättömät sähkömäärät. — The figures include the energy, of minor importance, generated by combustion motors.

Taulukko X. Teollisuustuotannon volyymi-indeksit vuosina 1925—1958.¹⁾Table X. Volume indices of industrial production 1925—1958.¹⁾

Vuosi Year	Metsäteollisuus Forest industry	Metalliteollisuus Metal industries	Muu teollisuus ²⁾ Other industry ²⁾	Koko teollisuus All industry
1925	46	41	43	43
1926	49	45	46	47
1927	56	47	50	52
1928	58	59	56	57
1929	63	63	56	59
1930	59	49	53	54
1931	56	42	47	49
1932	60	42	47	51
1933	67	45	51	56
1934	78	59	65	68
1935	84	63	71	74
1936	94	72	79	83
1937	107	91	92	97
1938	100	100	100	100
1939	96	101	97	98
1940	47	92	84	73
1941	52	100	79	75
1942	65	109	73	78
1943	70	123	85	89
1944	58	118	84	83
1945	64	117	89	87
1946	82	146	102	105
1947	94	164	111	117
1948	101 100	194 100	127 100	133 100
1949	100 96	210 106	142 111	142 105
1950	108 107	186 96	156 129	150 113
1951	130 126	247 122	174 140	177 131
1952	110 108	236 121	(179) 141	165 125
1953	(117) 116	(233) 120	(200) 154	(177) 133
1954	(141) 140	(272) 140	(216) 170	(202) 152
1955	(155) 153	(303) 156	(243) 191	(226) 170
1956	(153) 151	(311) 160	(256) 201	(231) 174
1957	(158) 156	(322) 166	(250) 196	(236) 178
1958	.	.	.	(228) 172

¹⁾ Indeksisarja vv. 1925—52 (1938 = 100) on julkaisusta KOP, taloudellinen katsaus 1949: 1—2 ja 1953: 1. Uusi indeksisarja (1948 = 100) on Tilastollisen päätoimiston julkaisema (Tilastokatsauksia 1956: 2). — *Index series for 1925—52 (1938 = 100) is from the »Economic Reviews» of Kansallis-Osake-Pankki 1949|1—2 and 1953|1. The new index series (1948 = 100) is published by the Central Statistical Office.*

²⁾ Pitäisi oikeastaan olla muu kotimarkkinateollisuus. — *Should really be other home market industry.*

Taulukko XI. Teollisuuden merkittävimpien polttoaineiden keskimääräiset omakustamushinnat.

Table XI. The mean cost prices of the most important industrial fuels.

Polttoainelaji Type of fuel	Yksikkö Unit	Vuosi — Year										
		1927	1930	1933	1936	1950	1953	1955	1956	1957	1958	
		Polttoaineen hinta, mk — Fuel price, marks										
Halot — Split firewood	p-m ³ piled cu.m.	51.9	52.6	35.5	39.2	859	1 371	1 240	1 374	1 383	1 320	
Jätepuu — Waste wood	» ¹⁾	40.0	34.7	26.1	26.9	525	716	720	793	883	829	
Sydet — Charcoal	hl	10.5	9.8	8.8	8.2	208	319	275	315	314	305	
Polttoarve — Fuel peat	t	—	101.0	90.3	91.3	2 061	2 705	2 546	2 586	3 349	3 420	
Kivihilli — Coal	»	237.5	214.5	188.6	216.7	3 404	4 918	5 264	6 189	6 837	5 652	
Koksi — Coke	»	302.9	286.2	228.8	307.1	4 644	6 422	6 813	8 587	9 225	9 523	
Polttoöljy — Fuel oil	»	1 300.0	1 040.0	850.0	1 190.0	7 988	9 869	8 628	10 344	12 354	11 728	

¹⁾ Mäntyhaloiksi muunnettuna. — Converted to pine split firewood.

MÄNNYN KASVUSTA JA SEN VAIHTELUISTA
HARVENTAEN KÄSITELLYISSÄ JA LUONNON-
TILAISISSA METSIKÖISSÄ

YRjö VUOKILA

ON GROWTH AND ITS VARIATIONS IN THINNED AND
UNTHINNED SCOTS PINE STANDS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1960

Helsinki 1960. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	5
Tutkimusmenetelmä ja maastotyöt	7
Tutkimusaineisto	8
Kasvun vaihtelu vahvoihin harvennuksiin käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä	12
Kasvun absoluuttinen vaihtelu rinnankorkeudella	12
Kasvun suhteellinen vaihtelu rinnankorkeudella	16
Kasvun absoluuttinen vaihtelu rungon eri korkeuksilla	24
Kasvun suhteellinen vaihtelu rungon eri korkeuksilla	24
Sädekasvusadanneksen vaihtelu rungon eri korkeuksilla	28
Loppukatsaus	29
Kirjallisuusluettelo	34
<i>Summary in English</i>	37

Johdanto

Puun kasvu on, paitsi sen biologis-fysiologisten toimintojen, monien ulkoisten tekijäin säätelemä. Tällaisia ulkoisia tekijöitä ovat ilmaston vuotuiset ja jaksolliset muutokset, hakkuutoiminta, kulot, hyönteis-, sieni- ja myrskytuhot yms. Sisäisten ja ulkoisten tekijäin vaikutuksesta puun kasvu on jatkuvaa nousua ja laskua huippu- ja lamavuosien vaihdellessa ¹⁾.

Kasvun vaihtelua tutkittaessa Suomessa on päähuomio kiinnitetty sääsuhteiden vaikutusten suuruuden selvittämiseen ja niiden säätekijöiden toteamiseen, joista kyseinen vaihtelu johtuu. Tähän päämäärään on pyritty tutkimalla puiden kasvun vaihtelua luonnontilaisissa metsiköissä.

Ensimmäisenä suomalaisena on kasvun vaihtelua tarkastellut *L a i t a k a r i* (1920), joka laajan historiallisen katsauksen ohella käsitteli niitä säätekijöitä, joista männyn vuotuinen pituus- ja paksuuskasvu riippuvat. *B o m a n* (1927) puolestaan tutki kasvun pitkäaikaisia vaihteluita ja totesi, että männyn sädekasvu vaihtelee 7-, 11-, 21-, 35- ja 70-vuotisin jaksoin.

Kasvun vaihtelua koskevia tutkimuksia on Suomessa suoritettu kuitenkin pääasiassa valtakunnan metsien inventointien yhteydessä. Niinpä vuosina 1936—38 toimeenpannussa II:ssa valtakunnan metsien inventoinnissa (vrt. *Y. I l v e s s a l o* 1936) tehtiin sädekasvun kairauksia vähintään 60-vuotisista metsiköistä, jotka olivat saaneet kehittyä ainakin likimain luonnontilaisissa oloissa. Näin kertyneen aineiston pohjalla *Y. I l v e s s a l o* (1942, 1945) ja *E k l u n d* (1944) esittivät rinnankorkeudella tapahtuvan sädekasvun suhteellisen vaihtelun vuotuissarjoja ja tarkastelivat tähän vaihteluun vaikuttavia tekijöitä. Osittain samaan aineistoon perustui myös *M i k o l a n* (1950) kasvun vaihtelua koskeva laaja tutkimus.

Vuosina 1951—53 suoritetussa III:ssa valtakunnan metsien inventoinnissa kiinnitettiin kasvun vaihteluun jälleen huomiota (*Y. I l v e s s a l o* 1951, 1956). Aineistoa kerättiin tällä kerralla jossain määrin myös hakkuin käsitellyistä metsiköistä. Valtion metsien arvioinnissa, joka suoritettiin

¹⁾ Kasvun periodisista vaihteluaalloista *L i h t o n e n* (1959, s. 37) on käyttänyt tähän mennessä vain taloustieteissä sovellettuna termiä *s u h d a n n e k a u s i*.

äskен mainitun valtakunnallisen inventoinnin täydennykseksi kyseisten metsien osalta, tyydyttiin kuitenkin vain luonnontilaisista metsiköistä otettuihin näytteisiin (Linnamies 1959).

Edellä mainittujen lisäksi kasvun vaihtelun ongelmaa ovat tutkineet H u s t i c h (1945, 1948, 1949) ja N y y s s ö n e n (1954, 1958), edellinen metsärajan vyöhykkeellä, jälkimmäinen maan eteläpuoliskon havupuu-metsiköissä.

Tähänastisten tutkimusten tuloksia on käytetty muunnettaessa myös hakkuin käsiteltyjen metsiköiden kasvua ns. normaalitasoon (vrt. L i n n a m i e s 1959, s. 60). Tämä menettely perustuu olettamukseen, että hakkuuta seuraava rungon paksuuskasvun reaktio ei aiheuta olennaista muutosta ilmastollisista syistä johtuvan vaihtelun suhteelliseen suuruuteen. Vaikka hakkuin käsiteltyjä metsiköitä on nyt kysymyksessä olevassa mielessä tutkittu varsin vähän, tällainen olettaus onkin yleisesti omaksuttu. M i k o l a n (1950) tutkimuksesta tapaa tosin esimerkin kasvun vaihtelusta ylispuiden alta vapautetussa kuusikossa. H o l m s g a a r d (1955) on taas perustanut koko tutkimuksensa, joka selvittelee seikkaperäisesti kasvun vaihteluun liittyviä ongelmia Tanskan oloissa, lievin harvennuksin käsitelyihin metsikköihin. Vertailuaineiston puuttuessa hänen tutkimuksessaan on kuitenkin jäänyt selvittämättä, mikä osa vaihtelusta on laskettava ilmaston muutosten, mikä taas hakkuiden aiheuttamaksi. Täysin rinnastuskelpoisen vertailukohdan puute rajoittaa myös eräiden toisten tutkimusten tulosten tulkintaa (vrt. esim. Y. I l v e s s a l o 1956). Kaivataisiin sen vuoksi tähänastista perustellumpia tietoja siitä, onko ilmaston muutoksista johtuva kasvun vaihtelu hakkuin käsitellyissä ja käsittelemättömissä metsiköissä todella samanlainen. Tällöin saataisiin vastaus myös kysymykseen, missä määrin hakkuin käsiteltyjä metsiköitä voidaan käyttää ilmastollisista syistä aiheutuvan kasvun vaihtelun selvittämiseen.

Kasvun vaihtelua tutkittaessa on yleensä tyydytty rinnankorkeudelta suoritettuihin kairauksiin. Kuutiokasvua koskevilla laskelmissa on sen vuoksi jouduttu olettamaan, että kasvun ilmastollisista syistä johtuva vaihtelu rungon eri korkeuksilla on suhteellisesti samansuuruinen. Eräät ulkomailla suoritettut tutkimukset ovat kuitenkin antaneet tästä ongelmasta ristiriitaisia tuloksia (vrt. M e r 1895; D o u g l a s s 1928; G l o c k 1937; K n u c h e l ja B r ü c k m a n n 1930; O r d i n g 1940; T o p e u o g l u 1940; E k l u n d 1942; H o l m s g a a r d 1955). Näin ollen ei ole varmuutta siitä, että kasvun suhteellinen vaihtelu olisi varsinkaan hakkuin käsitellyissä metsiköissä vertikaalisuunnassa yhtäläinen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää männyn sädekasvun vaihtelua rinnan toistuvasti harvennetuissa ja luonnontilaisissa metsiköissä. Tarkastelu ulotetaan koskemaan paitsi rinnankorkeudella todettavaa sädekasvun vaihtelua myös tämän ilmiön vertikaalista yhtäläisyyttä.

Työ on suoritettu metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osastossa, jonka esimiehelle, prof. Yrjö Ilvessalolle lausun parhaat kiitokseni. Käsikirjoituksen ovat hänen lisäksi lukeneet prof. Peitsa Mikola ja prof. Viljo Kujala. Heille samoin kuin kuvat piirtäneelle rouva Irma Nylanderille pyydän saada esittää kiitokseni.

Tutkimusmenetelmä ja maastotyöt

Pyrittäessä vertailemaan kasvun vaihtelua hakkuin käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä ensisijaisena vaikeutena on vertailukelpoisen aineiston hankkiminen. Tulokset ovat näet luotettavia vain siinä tapauksessa, että havainnot tehdään yhtenäiseltä metsäkuviolta, jonka puusto on osaksi luonnontilassa, osaksi hakkuin käsitelty siten, että toimenpiteiden ajankohta ja voimakkuus tunnetaan täsmällisesti (vrt. Eklund 1942).

Kestokoealasarjat (vrt. Y. Ilvessalo 1932), joita metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston toimesta on hoidettu ja mitattu useiden



Kuva 1. Koepuun kiipeily käynnissä.
Fig. 1. Climbing of the sample tree.

vuosikymmenien ajan, tarjoavat todennäköisesti parhaan käytettävissä olevan lähtökohdan tämäntapaiselle tutkimukselle. Näistä kestokoealasarjoista valittiinkin nyt kysymyksessä olevaan tarkoitukseen sellaiset, joissa on ollut niiden perustamisesta alkaen moitteettomana säilynyt luonnontilainen osa ja joiden puut on pysyvästi numeroitu.

Ennen maastotöiden aloittamista valittiin kultakin koealasarjalta viimeksi suoritettun mittauksen perusteella umpimähkäisesti tietty lukumäärä puita siten, että niistä kukin edusti jotakuinkin samansuuruista kuutiomäärää. Vastaavien luonnontilaisten ja hakkuin käsiteltyjen metsikön osien koepuut sijoitettiin samoihin läpimittaluokkiin. Jokaiselle koepuulle valittiin lisäksi samaan läpimittaluokkaan kuuluva varapuu. Näin meneltiin siltä varalta, että ensimmäiseksi valittu koepuu osoittautuisi viime mittauksen jälkeen esim. vaurioituneeksi, kuolleeksi tai siinä määrin luonnontilaisen koealan reunamalla sijaitsevaksi, etteivät sen kasvuedellytykset vastaa täysin häiriintymätöntä luonnontilaa.

Koepuiden kasvun tutkiminen suoritettiin ytimeen asti ulottuvin kairauksin Baumvelo-kiipeilyvälineitä apuna käyttäen (kuva 1). Kairaus-suunnaksi otettiin umpimähkäisesti se sivu, jolle puun numero ja rinnan-korkeutta osoittava merkki oli kestokoealatarkoituksia varten maalattu. Kairatut lastut talletettiin aaltopahveihin. Koepuista merkittiin lisäksi muistiin rungon läpimitat ja kuoren paksuudet eri korkeuksilla, latvuksen muoto ja koko, pituus, latvuskeros ja puuluokka. Vihdoin suoritettiin puun ympäristön kartoitus, jolloin lähipuiden ja -kantojen sijainti ja koko saatiin selvitettyksi.

Tutkimusaineisto

Tutkimusaineistoon kuuluu 5 männiköissä sijaitsevaa kestokoealasarjaa. Aineiston pienuus ja rajoittuminen vain männyn tutkimiseen johtuu tarkoitukseen sopivien kestokoealasarjojen puutteesta.

Vertailevat havainnot suoritettiin luonnontilaisilla ja vahvoin harvennuksin käsitellyillä koealasarjan osilla. Tämä tutkimus edustaa siten lähinnä mainitun harvennusasteen mukaista käsittelyn voimakkuutta. Ei ole kuitenkaan aiheellista käydä selostamaan, minkälaista hakkuiden voimakkuutta metsäntutkimuslaitoksen soveltama vahva harvennus edustaa, koska sellaisia selostuksia löytyy asteikon kehittäjän L. I l v e s s a l o n (1929) ja M i e t t i s e n (1930) julkaisuista. Taulukosta 1, jossa koealasarjojen esittely tapahtuu, saadaan sitä paitsi käsitys myös hakkuiden voimakkuudesta.

Taulukossa 1 ansaitsee kiinnittää huomiota varsinkin rinnakkaiskoealojen puustojen valtapituuksiin ja kokonaiskasvuihin. Ne osoittavat, että kasvupaikan laatu on keskenään vertailtavilla koealoilla niin yhtäläinen

Taulukko 1. Tietoja koealametsiköistä.

Table 1. Information on the sample stands.

Koealan tai sen puuston kuvaustunnus Item of description of sample plot or grow.stock	Kokeilualue — Experimental area									
	Vesijako				Punkaharju				Evo	
	Koealan n:o ja kirjain — Number and letter of the sample plot									
	38 b	38 d	44 b	44 a	13 b	13 a	18 a	18 c	3 b	3 a
Koeala perustettu v. — Sample plot established in	1925	1925	1931	1931	1924	1924	1924	1924	1925	1925
Käsittely ¹⁾ — Treatment ¹⁾	v.h.	lt.	v.h.	lt.	v.h.	lt.	v.h.	lt.	v.h.	lt.
Metsätyyppi — Forest site type ²⁾	MT	MT	OMT	OMT	MT	MT	MT	MT	VT	VT
Puusto mittaushetkellä — Growing stock at the moment of investigation										
ikä, v — age, years	39	39	83	83	55	55	57	57	80	80
runkoluku, kpl/ha — number of stems per ha.	955	5 295	325	792	595	4 370	655	4 386	808	1 610
keskiläpimitta, cm ³ — mean diameter, cm. ³	16.2	13.6	33.2	28.6	21.6	19.0	22.7	18.6	17.5	16.3
valtapituus, m ⁴⁾ — dominant height, m. ⁴⁾	16.5	17.0	28.0	28.0	21.5	22.0	23.0	22.0	18.5	18.5
kuutiomäärä ⁵⁾ — cubic volume ⁵⁾	137	242	306	510	195	397	248	426	139	183
kasvu ⁶⁾ — growth ⁶⁾	10.1	8.1	7.5	4.0	6.2	6.8	7.1	7.5	4.5	3.9
Tunnettujen harvennusten voimakkuus ⁷⁾ : harvennusikä — Intensity of known thinnings ⁷⁾ : thinning age	7: 22 23: 31 41: 37	2: 22 7: 31 5: 37	14: 59 18: 67 12: 75 19: 82	2: 59 3: 67 2: 75 4: 82	29: 24 7: 29 19: 37 26: 45 12: 50 27: 55	— 1: 29 5: 37 6: 45 4: 50 4: 55	35: 26 10: 31 15: 38 23: 47 19: 52 23: 57	— 4: 31 9: 38 9: 47 6: 52 6: 57	26: 50 4: 55 10: 62 11: 71 22: 77	— 5: 55 6: 62 6: 71 4: 77
Kokonaiskasvu ⁸⁾ — Total growth ⁸⁾	287	270	674	685	450	465	592	550	237	213
Kokonaispoistuma, % ⁹⁾ — Total removal, % ⁹⁾	52	10	42	9	56	15	58	22	41	14

¹⁾ v.h. = vahva harvennus — heavy thinning; lt. = luonnontilainen — no treatment.

²⁾ Cf. Cajander (1909); OMT = *Ozalis-Myrtillus*, MT = *Myrtillus* and VT = *Vaccinium* site type.

³⁾ Kuutiomäärällä punnittu — Weighted by the cubic volumes.

⁴⁾ Hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskipituus — Mean height of the 100 thickest trees per ha.

⁵⁾ K-m³/ha kuorellisena — Cu.m., solid measure, incl. bark, per ha.

⁶⁾ Viime mittauseriodin keskimääräinen kasvu vuotta kohden, k-m³/ha kuoretta — Mean annual growth of the last measurement period, cu.m., solid measure, excl. bark, per ha.

⁷⁾ Harvennus- (tai itseharvenemis-) poistuma sadanneksina kuutiomäärästä ennen harvennusta — Thinning (or self-thinning) removal in percentages of the cubic volume before thinning.

⁸⁾ Viime harvennuksen (mittauksen) jälkeen jäänyt kuutiomäärä lisättynä harvennuksissa (itseharvenemisen kautta) poistettuun (poistuneeseen) kuutiomäärään, k-m³/ha kuoretta — Surviving growing stock after the last thinning (re-measurement) added to the cubic volumes removed in known thinnings (through self-thinning), cu. m., solid measure, excl. bark, per ha.

⁹⁾ Poistuman osuus viime mittaavuoteen mennessä tuotetusta puumäärästä — Proportion of thinnings (self-thinning) to the total amount of cubic volume produced by the growing stock up to the last re-measurement.

kuin se vaihtelevassa metsäluonnossa voi olla. Boniteettierot eivät siis aiheuta olennaista virhetekijää päätelmiä tehtäessä. Sitä vastoin voidaan todeta, että yhtenäisestä harvennusasteesta huolimatta hakkuiden voimakkuus on vaihdellut merkittävästi eri koealasarjoilla ja että myös koealan puitteissa on havaittavissa käsittelyn iänmukaista voimistumista. Eräitä koealametsiköitä, myös nykyisiä luonnontilaisia osia, on lisäksi käsitelty ennen koealasarjojen perustamista.

Vesijaon kokeilualueen koealasarjalta 38 ovat tiettävästi kaikki hakkuut tarkoin tiedossa. Harvennukset ovat kokonaispoistuman perusteella arvoiteltuina olleet suhteellisen voimakkaita. Käsittelyn voimakkuus ei kuitenkaan poikkea olennaisesti Punkaharjun koealametsikköiden 13 ja 18 harvennuksista, sillä vain viimeksi suoritettu harvennus, joka ei mittautusten suoritushetkellä ollut vielä vaikuttanut sanottavasti puuston kehitykseen, on ollut poikkeuksellisen voimakas. Näitä kolmea koealasarjaa voidaan siten käsitellä yhtenä ryhmänä, varsinkin kun ne kaikki edustavat mustikkatyyppiä. Punkaharjun koealametsikköä 13 on taulukossa 1 esitettyjen hakkuiden lisäksi kirjanpidollisten tietojen mukaan harvennettu »lievästi» 20-vuotisenä, koealametsikön 18 hakkuin käsiteltyä osaa »keskinkertaisesti» 14-vuotisenä ja »lievästi» 24-vuotisenä sekä nykyistä luonnontilaista osaa »lievästi» 14-vuotisenä. On kuitenkin todennäköistä, ettei luonnontilaisten osien varhaisilla lieville käsittelyillä ole ollut merkitsevää vaikutusta puuston kehitykseen.

Vesijaon koealametsikön 44 käsittely on aloitettu myöhään. Harvennukset ovat olleet edellisiin koealasarjoihin verrattuina lievähköjä. Taulukossa esitettyjen harvennusten lisäksi tätä metsikköä, myös sen luonnontilaista osaa, on kirjanpidon mukaan käsitelty »lievästi» 38-vuotisenä. Evon koealametsikköä 3 ei ole tiettävästi harvennettu ennen suhteellisen vanhassa iässä tapahtunutta koealasarjan perustamista.

Tutkimusmetsiköt sijaitsevat maan eteläisimmässä osassa. Kasvun ilmastollisista syistä johtuva vaihtelu on kuitenkin M i k o l a n (1950, 1956) mukaan kautta maan eteläpuoliskon jotenkin yhtenäinen. Näin ollen tämän tutkimuksen tuloksille voitaneen antaa koemetsikköiden sijaintia laajempi merkitys.

Jokaiselta koealasarjalta tutkittiin 16 puuta, 8 luonnontilaiselta ja sama määrä harvennuksin käsitellyltä osalta. Pystykoepuuaineisto käsittää siis kaikkiaan 80 puuta. Tutkittu koepuumäärä koealaa kohden vaikuttaa ehkä vähäiseltä. Todettakoon kuitenkin, että H o l m s g a a r d i n (1955, s. 29) suorittamien korrelaatiolaskelmien mukaan on tarpeetonta tutkia enempää kuin 6—8 puuta tietyn metsikön kasvun vaihtelua selvitetessä (vrt. myös O r d i n g 1940, s. 152). On todennäköistä, että sama koepuumäärä on riittävä myös Suomen oloissa, sillä kasvun suhteellinen vaihtelu maassamme on tuskin sen voimakkaampaa kuin Tanskassakaan.

Taulukko 2. Tutkitut koepuut.

Table 2. Sample trees investigated.

Kokellualue, koealan n:o ja kirjain <i>Experimental area, number and letter of the sample plot</i>	Koepuiden — <i>Sample trees'</i>			
	keskiläpimitta, cm ¹⁾ <i>mean diameter, cm.¹⁾</i>	läpimittojen vaihtelualue <i>variation range of diameters</i>	keskipituus, m ¹⁾ <i>mean height, m.¹⁾</i>	pituuksien vaihtelualue <i>variation range of heights</i>
Vesijako 38 b	18.9	14.2 — 22.9	17.5	16.0 — 19.0
38 d	19.1	15.4 — 23.7	17.1	15.0 — 19.0
44 b	31.3	25.2 — 39.6	26.0	24.0 — 27.5
44 a	30.1	23.2 — 37.3	27.1	26.0 — 29.0
Punkaharju 13 b	20.4	15.3 — 26.0	20.9	18.0 — 24.0
13 a	19.7	14.5 — 25.8	21.5	19.0 — 23.0
18 a	21.9	17.7 — 27.0	23.0	22.0 — 24.0
18 c	21.6	16.8 — 26.6	21.9	21.0 — 23.0
Evo 3 b	17.8	11.6 — 23.6	16.9	12.5 — 21.5
3 a	17.7	11.1 — 23.6	17.2	15.0 — 20.0

¹⁾ Runkoluvulla punnittu aritmeettinen keskiarvo — *Arithmetic mean weighted by the number of stems.*

Kairauskorkeuksien sijoitusta pohdittaessa oli tarjolla kaksi vaihtoehtoa: osakorkeudet ja määräkorkeudet. Osakorkeuksia käytetään tunnetusti mm. puun rungon muotoa ja sen kehitystä tutkittaessa (vrt. esim. C a j a n u s 1911), sillä siten menetellen eripituisten puiden havainnot saadaan keskenään vertailukelpoisiksi. Ilmeisesti samasta syystä on osakorkeuksia soveltanut myös H o l m s g a a r d (1955, s. 59), joka on tutkinut kasvun vaihtelua kannon- (20 cm) ja rinnankorkeudelta sekä 0.2-, 0.4-, 0.6- ja 0.8-osakorkeuksilta rinnankorkeutta perustasona käyttäen. Kasvun vaihtelua tutkittaessa osakorkeuksista ei ole kuitenkaan samaa hyötyä kuin runkomuotoa tarkasteltaessa muulloin kuin tutkimusvuoden tai muutamien lähivuosien osalta. Mitä kauemmaksi menneisyyteen puun kasvua tutkitaan, sitä etäämmäksi siirrytään näet alkuperäisistä osakorkeuksista. Määräkorkeudet ovat sitä vastoin pysyviä ja helposti tajuttavissa olevia. Kun pituuden vaihtelut tasaikäisissä alaharvennuksin käsitellyissä metsiköissä eivät ole kovin huomattavia (vrt. taul. 2), vastaavat eripituisten puiden havainnot tyydyttävästi toisiaan varsinkin rungon tyvipuoliskossa, jolle H o l m s g a a r d i n (mt., s. 63) mukaan keskittyy n. 2/3 puun kasvusta.

Näillä perusteilla päädyttiin käsillä olevassa tutkimuksessa soveltamaan määräkorkeuksia. Kairaukset suoritettiin kannonkorkeudelta (= ylimmän katkaisua haittaavan juurensaaran niskan kohdalta), rinnankorkeudelta (vrt. Y. I l v e s s a l o 1947, s. 9), 3 m:n, 6 m:n, 9 m:n jne. korkeuksilta 3 m:n välimatkoin niin korkealta kuin apumiesten turvallisuutta vaa-

rantamatta oli mahdollista. Todettakoon, että myös K n u c h e l ja B r ü c k m a n n (1930) sekä E k l u n d (1942) ovat suorittaneet vastaavat tutkimukset määräkorkkeuksilta.

Taulukossa 2 on esitetty eräitä tietoja tutkituista koepuista. Sitä tarkasteltaessa todetaan, että vertailtavien koealapien koepuut ovat keskimäärin jotenkin samansuuruisia. Tutkitut puut ovat kuuluneet pääosaltaan vallitseviin latvuserroksiin (vrt. L. I l v e s s a l o 1929).

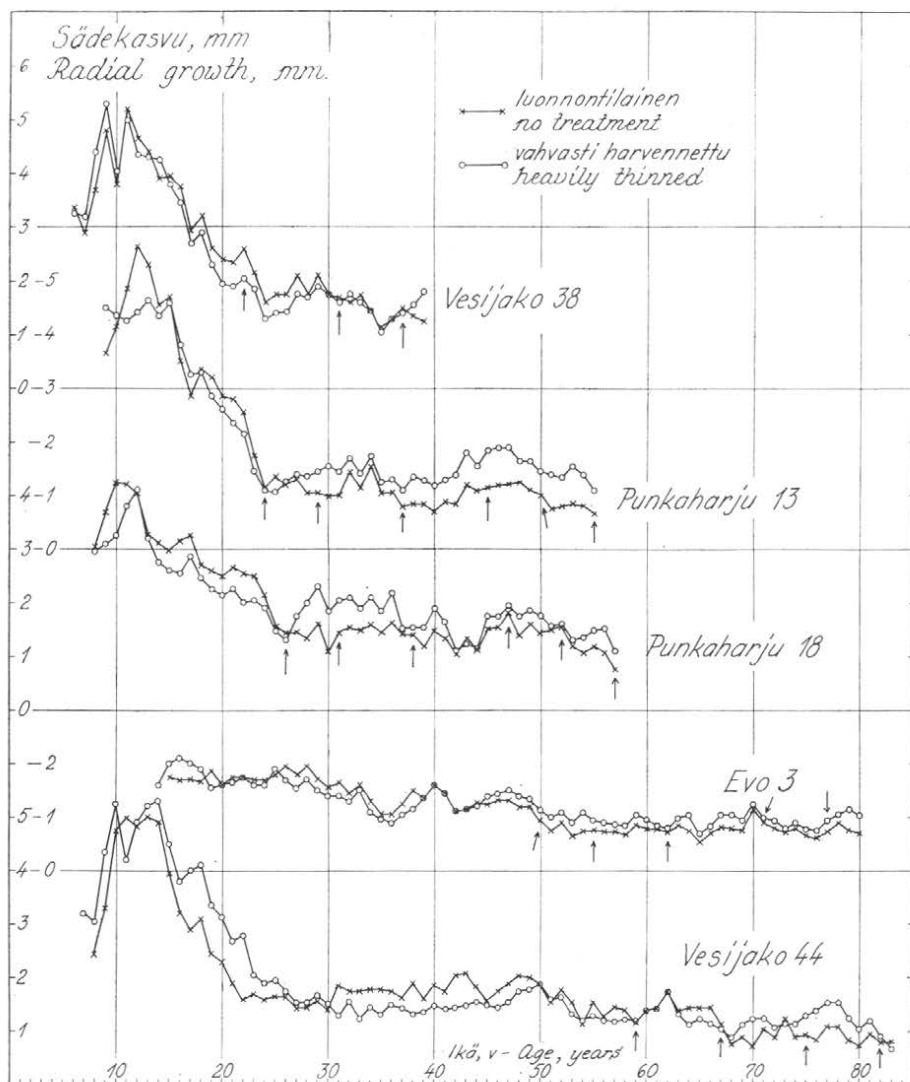
Kasvun vaihtelu vahvoin harvennuksin käsitellyissä ja luonnontilaisissa männiköissä

Kasvun vaihtelu on monisäikeinen ilmiö, kuten edellä jo todettiin. Sen vuoksi ei tämän tutkimuksen puitteissa voida selvittää kaikkien vaihtelua aiheuttavien tekijäin osuutta jo yksistään siitä syystä, että aineisto olisi sellaiseen tarkasteluun riittämätön. Niinpä ei voida kosketella esim. kulojen, hyönteistuhojen, siemenvuosien jne. vaikutusta.

Niin kuin otsikosta käy ilmi, seuraavassa tarkastellaan kasvun vaihtelua toisaalta vahvoin harvennuksin käsitellyissä ja toisaalta luonnontilaisissa metsiköissä. Näin ollen on pyrkimyksenä saada käsitys hakkuiden ja yhtenä ryhmänä käsiteltynä muiden tekijäin vaikutuksesta kasvun vaihteluun. Kun seuraavassa siis puhutaan yksinkertaisuuden vuoksi kasvun ilmastollisista vaihteluista, on muistettava, että käsitteellä on nyt suoritettavassa tarkastelussa laajempi merkitys. Toisaalta on totta, että ilmastosta johtuvilla vaihtelutekijöillä on muihin verrattuna ylivoimaisesti merkitsevin asema.

Kasvun absoluuttinen vaihtelu rinnankorkeudella

Kasvun vaihtelua tutkittaessa on yleisenä tapana selvittää vain rinnankorkeudella tapahtuvat sädekasvun muutokset ja olettaa, että vastaavat kuutiokasvun vaihtelut ovat samansuuruisia (vrt. M i k o l a 1950, s. 110; 1952, s. 75). Sen vuoksi seuraavassakin otetaan perustasoksi, johon muilla korkeuksilla esiintyvää kasvun vaihtelua verrataan, rinnankorkeus, jolla tarkoitetaan 1.3 m:n korkeutta ylimmän katkaisua haittaavan juurensaaran niskasta mitaten. Rinnankorkeudelta mitatun sädekasvun tarkastelu tapahtuu koealoittain 8 puun keskiarvoina siten, että vastaavien harventaen käsiteltyjen ja luonnontilaisten puustojen tulokset esitetään samassa akselistossa. Tarkastelua varten viitataan kuvaan 2.



Kuva 2. Koepuiden sädekasvun keskimääräinen kehitys rinnankorkeudella.
Nuolet osoittavat hakkuuvuosia.

Fig. 2. Average run of radial growth at breast height of sample trees. Arrows point the years of cutting.

Kuvassa esitettyjä männyn vaihteluserjoja yleispiirteisesti tarkasteltaessa havaitaan se jo ennestään tunnettu seikka (vrt. esim. M i k o l a 1951), että puun elonrytmin aiheuttama kasvun vaihtelu on selvin puuston nuorella iällä. Sädekasvu lisääntyy aluksi voimakkaasti muutaman vuoden ajan, minkä jälkeen saavutettua huippua seuraa miltei yhtä jyrkkä vähene-

minen. Kun taantumista on kestänyt kymmenisen vuotta, tapahtuu kuitenkin suhteellisen äkkinäinen tasoittuminen. Tämän jälkeenkin sädekasvu osoittaa alenevaa suuntaa, mutta sen laskukulma on loiva.

Noin 20 vuoden ajan rinnankorkeuden saavuttamisen jälkeen puun elonrytmi on männyn kasvun vaihtelun pääaiheuttaja. Se on niin vallitseva tekijä, että siihen peittyvät voimakkaatkin ilmaston muutoksista aiheutuvat vaihtelut. Vain jokin poikkeuksellisen epäedullinen tai suotuisa kasvukausi tulee tässä puuston nuoruusvaiheessa sädekasvutarjoissa selvästi näkyviin, kuten kuvassa 2 esim. Vesijaon koealalla 38 on 10. ikävuoden kohdalla havaittavissa. Tästä seuraa, että kasvun ilmastollisia vaihteluita tutkittaessa päästään luotettavimpiin tuloksiin jättämällä puuston nuoruusvaihe, jyrkimmin laskeva sädekasvutarjan osa mukaan luettuna, tarkastelun ulkopuolelle ja suorittamalla kairaukset varttuneista metsiköistä.

Nuoruusvaiheen jälkeen alkavat ilmastossa tapahtuvat muutokset, tässä kuten myöhemminkin laajassa merkityksessä käsiteltyinä (vrt. s. 12), ja kasvutilan avartuminen, ts. hakkuut, saada ratkaisevan aseman männyn kasvun yhtämittaisissa, usein jyrkissäkin vaihteluissa puoleen ja toiseen. Kuvassa 2 esitettyjen absoluuttisten sädekasvuhavaintojen perusteella on tosin vielä vaikeaa päätellä, mikä vaikutus näillä osatekijöillä on kasvun vaihteluun. On kuitenkin merkille pantavaa, että absoluuttisin mitoin ilmaistu sädekasvun vaihtelu on varsin samankaltainen harvennuksin käsiteltyillä ja luonnontilaisilla koealasarjan osilla. Tarkasteltiinpa mitä koealapia tahansa, aina voidaan havaita samat pitkäaikaiset jaksot, ja myös kasvun huippu- ja lamavuodet sattuvat yleensä hyvin yhteen.

Jotakin hakkuut ovat sentään kuvan 2 mukaankin saaneet aikaan. Sädekasvun keskimääräisessä tasossa on nim. havaittavissa huomattavia eroja harventaen käsiteltyjä ja luonnontilaisia koealasarjan osia edustavien koepuiden välillä. Tämä ero tulee selvimmin näkyviin Punkaharjun koealasarjoilla 13 ja 18, jotka ovat olleet pitkään johdonmukaisten harvennushakkuiden kohteena. Ennen koealasarjojen perustamista hakkuin käsiteltyä koealaa nyt tapahtuvassa tarkastelussa edustavat puut ovat olleet selvästi heikkokasvuisempia kuin vastaavat luonnontilassa kehittyneet puut. Harvennusten seurauksena on ollut kuitenkin sellainen sädekasvun paraneminen, että hakkuin käsiteltyjen koealojen koepuut ovat pian ensimmäisen harvennuksen jälkeen olleet kuvan 2 mukaan keskimäärin selvästi kasvuisempia kuin luonnontilassa kehittyneet puut.

Kun hakkuut näin lisäävät puiden sädekasvua rinnankorkeudella, on aiheellista tarkastella, mikä vaikutus niillä on puuston järeysuhteisiin pitkäköön ajan kuluessa. Tähän tarjoutuu tilaisuus vertailemalla harvennuksin käsiteltyillä ja luonnontilaisilla koealasarjojen osilla tutkittujen puiden kuorettomia keskiläpimittoja juuri ennen hakkuutoiminnan aloittamista 24—31 vuotta sitten ja aineiston keräyshetkellä v. 1955. Vesijaon

Taulukko 3. Säilyneen puuston järeyssuhteiden paraneminen harvennushakkuiden seurauksena koepuiden koealan perustamisen aikaisten ja v. 1955 mitattujen kuorettomien keskiläpimittojen havainnollistamana.

Table 3. Improvement of the diameter relations of the surviving growing stock due to thinnings, as indicated by the mean diameters inside bark of the sample trees measured when establishing the sample plot and in the year 1955.

Kokeilualue, koealan numero ja kirjain sekä perustamisvuosi <i>Experimental area, number and letter of the sample plot, year of establishment</i>	Koepuiden kuoreton keskiläpimitta, cm <i>Mean dbh. inside bark of sample trees, cm.</i>		Harvennuksin käsiteltyjen ja luonnontilaisten koealojen koepuiden keskiläpimittojen välinen suhde, % <i>Relationship between mean diameters of sample trees on thinned and natural plots, per cent</i>		Harvennushakkuista johtuva läpimittasuhteiden paraneminen, % <i>Improvement of diameter relations due to thinnings, per cent</i>
	koaalaa perustettaessa when establishing sample plot	v. 1955 in 1955	koaalaa perustettaessa when establishing sample plot	v. 1955 in 1955	
Punkaharju 13 b, 1924 13 a, 1924	9.3 10.8	18.3 17.3	86	106	24
Punkaharju 18 a, 1924 18 c, 1924	9.2 10.8	20.1 19.7	85	102	20
Evo 3 b, 1925 3 a, 1925	9.9 10.5	15.7 15.1	94	104	11
Vesijako 44 b, 1931 44 a, 1931	22.3 21.9	28.2 27.1	102	104	2

koelaparista 38 vertailua ei esitetä, sillä puusto on harvennushakkuista aloitettaessa ollut tähän tarkoitukseen liian nuorta ja pienikokoista. Vertailusuureen pienuuden vuoksi kyseinen tarkastelu olisi epävarma. Laskelmien tulokset nähdään taulukossa 3.

Taulukosta käy ilmi v. 1955 jäljellä olleiden puiden harvennushakkuista johtuva järeyssuhteiden paraneminen. Tätä osoittaa jo se seikka, että ennen hakkuiden aloittamista harvennuskoealojen koepuut ovat olleet, yhtä poikkeusta lukuun ottamatta, keskimäärin ohuempia kuin vastaavat luonnontilaisten koealojen puut, kun taas tutkimushetkellä edelliset ovat olleet poikkeuksetta keskimäärin jonkin verran paksumpia kuin jälkimmäiset. Punkaharjun koealasarjoilla 13 ja 18, jotka ovat olleet pisimpään käsittelyn alaisina, hakkuut ovat 30 vuoden kuluessa aiheuttaneet 20—24 %:n lisääntymisen säilyneen puuston paksuuskasvuun. Evon koealasarjalla 3 lisäys on samana aikana ollut 11 %. Tämä koealasarja sijaitsee verraten karulla maalla, puuston käsittely on ollut suhteellisen lievää, ja hakkuut on aloitettu myöhäisellä iällä. Vesijaon koealasarjalla 44 järeyssuhteiden paraneminen on ollut vain 2 %. Tässäkin tapauksessa syynä kasvun heikkoon reaktioon on myöhäisellä iällä alulle pantu hakkuutoiminta ja jatkuva lievänpuoleinen käsittely.

Rinnankorkeudelta mitatun männyn sädekasvun absoluuttisten vaihteluserojen perusteella voidaan siis todeta, että harvennukset vaikuttavat merkittävästi männyn kasvuun, mutta että siitä huolimatta sädekasvun vaihtelu on huomattavan samankaltaista hakkuin käsitellyissä ja käsittelemättömissä metsiköissä. Tähän ehkä ensi silmäykseltä ristiriitaiselta näyttävän päätelmän syihin palataan jäljempänä kasvun suhteellisen vaihtelun tarkastelun yhteydessä (s. 20).

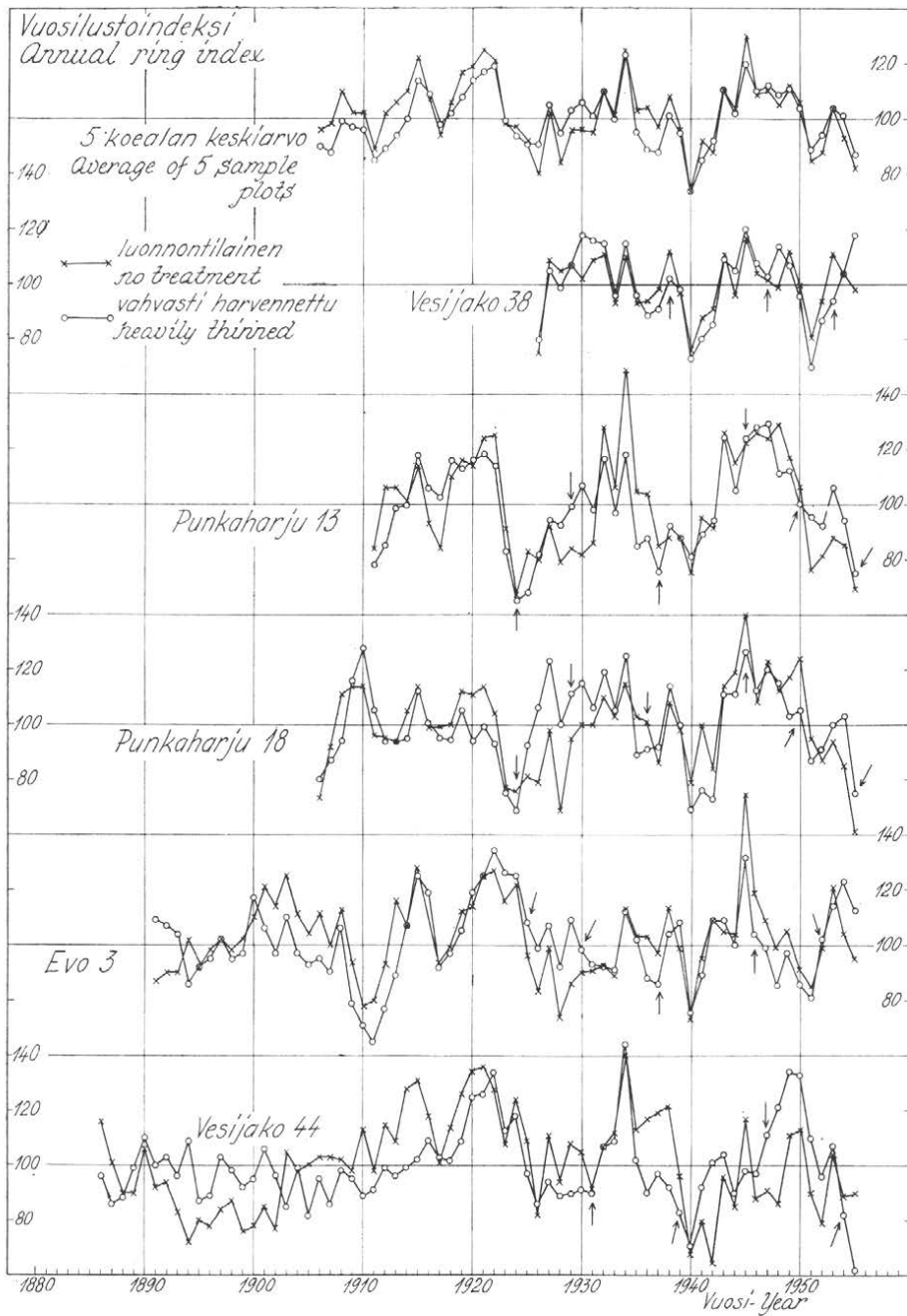
Kasvun suhteellinen vaihtelu rinnankorkeudella

Kasvun keskimääräistasojen ero harvennuksin käsiteltyjen ja luonnon-tilaisten puustojen välillä sekä iänmukainen kasvun heikkeneminen voidaan eliminoida tasoittamalla vuotuisten sädekasvujen vaihteluserjat. Kunkin vuoden ns. vuosilustoindeksi saadaan merkitsemällä tasoitusviivan osoittamaa sädekasvun arvoa 100:lla.

Yleensä on kyseisten vaihteluserojen tasoittamisessa käytetty laskennallisia menetelmiä hyperbelin graafista muotoa tavoitellen (vrt. esim. N ä s l u n d 1942; E k l u n d 1944; M i k o l a 1950, 1951). Matemaattisten lausekkeiden soveltaminen edellyttää kuitenkin pitkää vaihteluserjaa johtaakseen luotettavaan tuloksiin. M i k o l a n (1950, s. 22) mukaan lyhin mahdollinen sarja käsittää 11 pentadia eli 55 vuotta. Kun metsikön nuoruusvaihe, ts. sädekasvun nouseva osa, ei sovellu hyperbelitasoitukseen, metsikön on oltava n. 70-vuotias kelvatakseen laskennallisin tasoituksin tapahtuvaan kasvun vaihtelun selvittämiseen.

Nyt kysymyksessä olevassa tutkimusaineistossa on varsinkin nuorin metsikkö sellainen, ettei laskennallinen hyperbelitasoitus ole paikallaan. Sitä paitsi joudutaan jäljempänä sädekasvun vertikaalista yhtäläisyyttä tarkasteltaessa käsittelemään vielä tätäkin huomattavasti lyhyempiä vaihteluserjoja, joiden laskennallinen tasoittaminen selostetulla tavalla ei voi tulla kysymykseen. Todettakoon lisäksi, että M i k o l a n (1950) mukaan joudutaan pitkienkin vaihteluserojen laskennallisessa hyperbelitasoituksessa usein käyrän alkupään muotoa korjaamaan silmävaraisesti tai O r d i n g i n (1940) menetelmällä laskettuun käyrään nojautuen.

Edellisen perusteella pidettiin edullisimpana suorittaa tasoitukset graafisesti (vrt. myös H o l m s g a a r d 1955, s. 182; H ø e g 1956) käyttäen apuna 5-vuotiskausien keskiarvoja. Kun analyyttinen menetelmä, sellaisena kuin esim. M i k o l a (1950) on sitä soveltanut, nojautuu niinkään 5-vuotiskausien keskiarvoihin, nyt valittu graafinen tasoitusmenetelmä ei itse asiassa poikkeaa kovin paljon siitä. Graafinenkin tasoitus pyrkii luonnolli-



Kuva 3. Yksittäisten koelametsiköiden ja koko aineiston perusteella lasketut vuosilustoindeksisarjat rinnankorkeudella. Nuolet osoittavat hakkuuvuosia.

Fig. 3. Annual ring indices at breast height calculated on the basis of individual sample stands and of the whole material. Arrows point the years of cutting.

sesti havaintojen tasoittamiseen siten, että poikkeukset ovat eri suuntiin yhtä suuret, ja sellaisen hyperbelimäisen käyrän muodon valitsemiseen, joka vastaa puun kasvun luontaista kehitystä.

Tasoituksessa pyrittiin siis hyperbelin muotoon, eikä esim. sellaiseen ratkaisuun, jonka M i k o l a (1950, s. 90) on esittänyt hakkuin käsiteltyjen metsiköiden kasvun vaihtelua koskevassa esimerkissään. Tämä on ollut perusteltua siitä syystä, että hakkuun aiheuttama sädekasvun reaktio on nyt kysymyksessä olevassa aineistossa ollut M i k o l a n esimerkkiin verrattuna heikko. Toisaalta näin on tarjoutunut mahdollisuus tarkastella luonnontilaisiin puustoihin vertaillen kasvun reaktiota hakkuun jälkeen.

Sädekasvun indeksisarjat on esitetty kuvassa 3, missä keskenään vertailtavat harvennuksin käsitellyt ja luonnontilaiset puustot on sijoitettu samaan akselistoon. Lisäksi on aineistoon kuuluvien 5 koealaparin keskiarvoina laskettu keskimääräiset vuosilustoindeksit tutkimushetkestä 50 vuodelle taaksepäin erikseen hakkuin käsitellyille ja käsittelemättömille metsiköille.

Indeksisarjoja tarkasteltaessa on ensivaikutelmana harventaen käsiteltyjen ja luonnontilaisten metsiköiden kasvun vaihtelun samankaltaisuus (vrt. myös Y. I l v e s s a l o 1956, s. 137). Varsinkin pitkäaikaiset vaihteluaallot seurailevat vertailtavilla koealapareilla hyvin toisiaan. Huomattaviakin poikkeuksia tosin esiintyy, varsinkin vuotuisissa indekseissä. Monin kohdin ne johtuvat kuitenkin vain satunnaisista tekijöistä, joskin myös hakkuiden vaikutus on selvästi todettavissa.

Vesijaon koealasarjalla 38 kasvun suhteellinen vaihtelu on ollut kenties johdonmukaisimmin samankaltainen hakkuin käsitellyllä ja luonnontilaisella osalla. Kaksi ensimmäistä harvennusta näyttävät aiheuttaneen korkeintaan yhtenä vuotena vuosilustoindeksin lievän nousun. Seuraavina vuosina eroa ei voi silmävaraisesti havaita. Viimeksi tapahtunut harvennus, joka on ollut poikkeuksellisen voimakas, on sitä vastoin vielä toisena kasvukautena aiheuttanut kasvuindeksin tuntuvan paranemisen.

Punkaharjun koealasarjoilla 13 ja 18 kaksi ensimmäistä harvennusta näyttävät olleen nyt kysymyksessä olevassa mielessä kaikkein tehokkaimpia, sillä indeksisarjojen mukaan kasvu on niiden jälkeen muutamiksi vuosiksi parantunut. Sitä vastoin myöhemmät harvennukset ovat, kuten ensiksi käsitellyssä tapauksessakin, johtaneet indeksin selvään nousuun korkeintaan ensimmäisenä hakkuuta seuraavana kasvukautena. Vesijaon koealaparilla 44 ei kuvan 3 mukaan voida silmävaraisesti havaita minkäänlaista harvennushakkuiden vaikutusta. Evon koealasarjan 3 silmävarainen tarkastelu osoittaa, että vain ensimmäinen harvennus on aiheuttanut indeksin lievän nousun ensimmäisenä kasvukautena.

Kaikkein selvimmin käy ko. indeksisarjojen samankaltaisuus ilmi kuvassa 3 ylimpänä olevasta akselistosta, jossa on esitetty keskimääräiset

Taulukko 4. Jaksojen kasvuindeksit hakkuin käsitellyissä ja luonnon-tilaisissa metsiköissä.

Table 4. Periodic growth indices in stands treated with heavy thinnings and in those kept in natural condition.

Vuosi Year	Indeksi — Index				Vuosi Year	Indeksi — Index			
	5 v:n keskiarvo 5-year average		10 v:n keskiarvo 10-year average			5 v:n keskiarvo 5-year average		10 v:n keskiarvo 10-year average	
	a ¹⁾	b ¹⁾	a	b		a	b	a	b
1955	95	91	102	100	1935	106	107	103	99
1954	98	95	105	104	1934	108	105	103	98
1953	100	99	105	105	1933	104	100	100	95
1952	101	99	106	106	1932	103	96	100	95
1951	105	104	106	106	1931	102	95	100	96
1950	109	108	106	107	1930	100	92	102	99
1949	112	113	103	103	1929	97	91	103	101
1948	110	112	101	102	1928	95	91	103	103
1947	111	113	100	102	1927	96	94	104	106
1946	107	108	98	101	1926	99	98	103	105
1945	102	105	96	100	1925	104	107	105	107
1944	93	94	93	98	1924	109	112	107	110
1943	91	92	95	100	1923	111	116	108	112
1942	89	92	94	99	1922	112	117	108	113
1941	89	93	96	101	1921	108	112	105	111
1940	89	96	98	101	1920	106	108	101	107
1939	94	102	101	103	1919	106	109	100	105
1938	99	107	102	103	1918	105	108	98	104
1937	99	106	101	101	1917	103	108	98	104
1936	103	109	103	102	1916	101	109	97	105

¹⁾ a = vahvasti harvennettu — heavily thinned; b = luonnontilainen — no treatment.

indeksit aineiston 5 koealparin perusteella. Kun eri koealoilla hakkuut ovat tapahtuneet vaihtelevina vuosina, niiden vaikutus tasoittuu aineistoja yhdistettäessä siinä määrin, että varsinkin parin viime vuosikymmenen ilmastollisista muutoksista johtuvat kasvun vaihtelut käyvät tyydyttävästi ilmi myös harvennuksin käsitellyistä männiköistä kerätystä aineistosta. Korkeintaan näyttää siltä, että vaihtelualue olisi luonnontilaisissa männiköissä hieman laajempi kuin harvennuksin käsitellyissä.

Käytännön kasvunlaskennan tarpeita ajatellen laskettiin selostettujen keskimääräissarjojen perusteella vielä kasvunmittausjaksoina yleisesti sovellettavien 5- ja 10-vuotiskausien keskimääräiset vuosilustoindeksit, jotka on esitetty taulukossa 4. Taulukosta voidaan tehdä sama havainto kuin kuvasta 3, ts. että myös harventaen käsitellyissä männiköissä suoritettujen kairausten avulla voidaan saada ainakin käytännön tarpeisiin riittävän luotettava käsitys kasvun ilmastollisista vaihteluista. Taulukossa esiintyvät

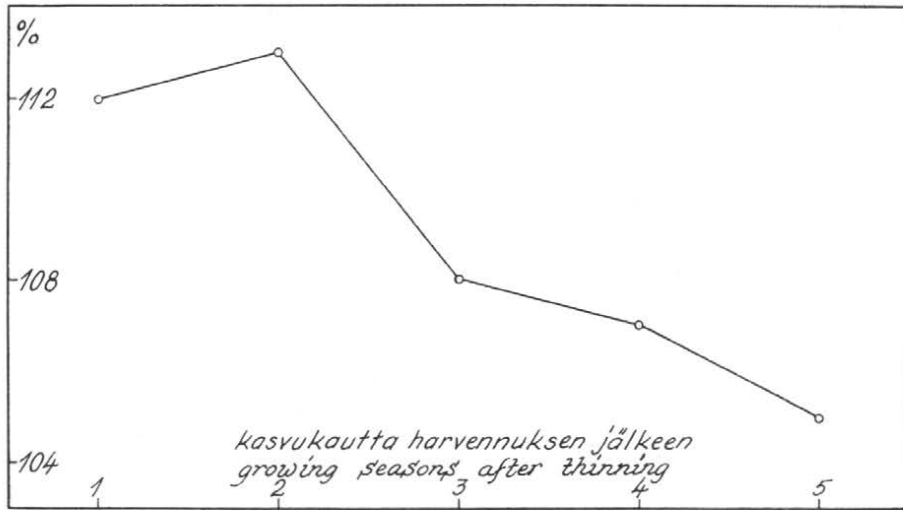
erot ovat näet vähäisiä, kun otetaan huomioon aineiston pienuus (40 puuta molemmissa sarjoissa). Mikäli aineisto olisi suurempi, hakkuiden aiheuttamat kasvun reaktiot nousuineen ja laskuineen tasoittaisivat varmaankin siinä määrin toisiaan, että erot olisivat vielä nyt havaittujakin pienempiä (vrt. H o l m s g a a r d 1955, s. 75). Tässä yhteydessä on kuitenkin korostettava, että tämä päätelmä koskee vain aineiston edellyttämän harvennusteen mukaan tai sitä lievemmin käsiteltyjä metsiköitä. Voimakkaammin harvennetuissa ja varsinkin harsien käsitellyissä metsiköissä hakkuureaktio voi muodostua niin häiritseväksi, ettei ilmastollisia vaihteluita voida saada luotettavasti esille.

Havaittu ilmiö, että useista metsiköistä kerätyssä aineistossa hakkuiden aiheuttamat reaktiot tasoittavat toisensa, on ymmärrettävä. Sitä vastoin on syytä tarkastella lähemmin, mistä syystä myös yksittäisissä metsiköissä hakkuiden vaikutus indeksisarjoihin on niin vähäinen kuin kuva 3 osoitti. Tässä tarkoituksessa suoritettiin lisälaskelmia vuosilustoindeksisarjojen perusteella aineistoon kuuluvien Vesijaon ja Punkaharjun koealojen 13 harvennushakkuun nojalla. Aluksi laskettiin kunkin koealaparin hakkuun käsitellyn ja luonnontilaisen osan indeksien suhde 5:lle jokaista harvennusta seuraavalle sekä viimeiselle sitä edeltäneelle vuodelle. Sitten merkittiin viimeisen harvennusta edeltäneen vuoden näin saatua suhdelukua 100:lla, jonka jälkeen muiden vuosien suhdeluvut muunnettiin tätä perustasoja vastaaviksi. Vihdoin kaikki 13 harvennusta yhdistettiin laskemalla aritmeettinen keskiarvo. Viimeksi mainitut tulokset käyvät graafisesti ilmi kuvasta 4.

Hakkuun aiheuttama sädekasvun lisääntyminen rinnankorkeudella on voimakkain ensimmäisenä harvennusta seuraavana kasvukautena. Tämän tutkimuksen edellyttämien harvennusten aiheuttama sädekasvun keskimääräinen paraneminen on ko. kasvukautena ollut 12 % viimeiseen hakkuuta edeltäneeseen vuoteen verrattuna. Seuraavana vuonna sädekasvu on lisääntynyt tästä vain 1 %:n, ts. 113 %:een hakkuuta edeltäneeseen vuoteen verrattaessa. Seuraavina vuosina harvennuksen vaikutus on alkanut heikentyä, sillä suhdeluvut ovat olleet 108, 107 ja 105.

Esitetyt tulokset tukevat H o l m s g a a r d i n (1955, s. 75) havaintoa, että sädekasvu on korkeimmillaan 1. ja 2. kasvukautena keskinkertaisen harvennushakkuun jälkeen ja että tällainen harvennus korottaa keskiläpimittaa edustavien puiden kasvua 6—12 %. E k l u n d i n (1942, s. 252) mukaan hakkuu vaikuttaa kuitenkin vasta 2—3 vuoden kuluttua.

Kuva 4 selittää sen edellä todetun seikan, että harvennuksin käsiteltyjen ja luonnontilaisten koealasarjan osien vuosilustoindeksit ovat lähes samantyyppiset. Hakkuun vaikutushan tulee näkyviin pääasiassa vain ensimmäisenä kasvukautena kasvutason äkillisenä paranemisena. Seuraavina vuosina hakkuun aiheuttamat rinnakkaisvuosien väliset sädekasvun erot ovat nim.

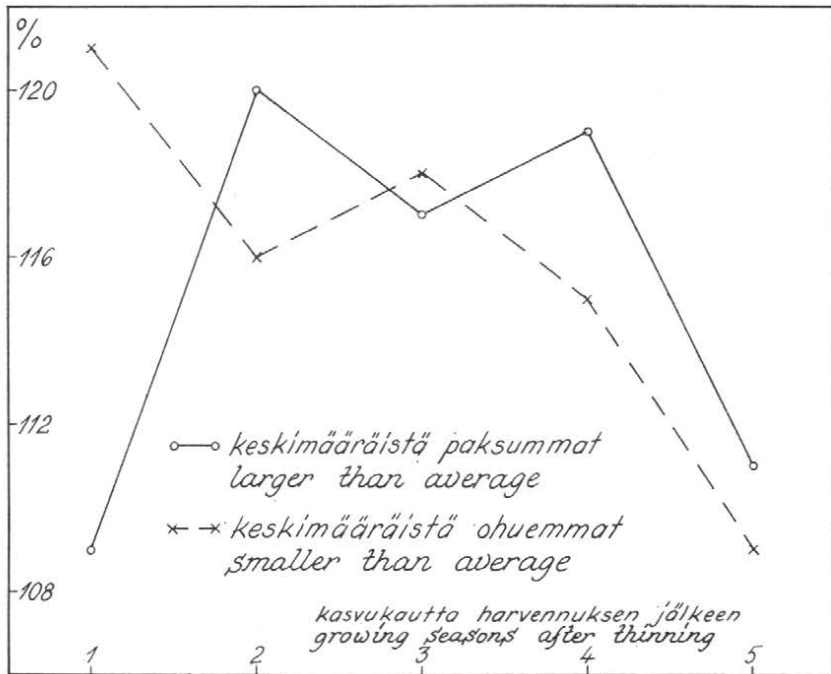


Kuva 4. Harvennushakkuiden vaikutus sädekasvuun (viimeinen harvennusta edeltänyt vuosi = 100).

Fig. 4. Effect of thinnings on the radial growth (last year before thinning = 100).

1—5 %. Kun vastaavina kasvukausina ilmaston muutoksista johtuva vaihtelu voi olla useita kymmeniä sadanneksia (O r d i n g 1940, s. 262; M i k o l a 1952, s. 76), on ymmärrettävää, että siihen hakkuiden vähäinen vaikutus helposti peittyi ja muuttuu merkityksettömäksi. Toisaalta ei ole kuitenkaan unohdettava sitä kuvasta 4 havaittavaa tosiasiaa, että hakkuun vaikutus rinnankorkeudelta mitattuun paksuuskasvuun on useita vuosia kestävä, vaikka se ei kasvuindekseissä tule näkyviin. Vielä 5 vuotta hakkuun jälkeen sädekasvu on merkittävästi suurempi kuin ennen hakkuuta.

Puiden reagointi hakkuuta seuranneeseen elintilan laajenemiseen on erilainen. Suurimmille puille hakkuu merkitsee suhteellisesti vähemmän kuin pienimmille, sillä ensiksi mainituilla on jo ennestään hyvät kasvuedellytykset. Tämä käy ilmi myös kuvasta 5, jossa on äsken selostettua laskentatapaa käyttäen esitetty esimerkin luonteisena, mitä hakkuu on merkinnyt Punkaharjun koealasarjan 18 harvennuksin käsitellyn osan puuston keskimäärää ohuimmille ja paksummille läpimittaluokille. Tässä metsikössä keskimäärää ohuimmat puut ovat ensimmäisenä vuonna kyenneet parantamaan sädekasvuun keskimäärin 21 %:lla verrattuna hakkuuta edeltäneen viimeisen vuoden kasvuun, kun taas keskimäärää paksummat puut ovat samana aikana lisänneet kasvuaan vain 9 %. Keskimäärää ohuimmille puille ensimmäinen vuosi on merkinnyt samalla huippuvuotta, mutta paksut puut ovat saavuttaneet maksimin vasta toisena vuonna hakkuun

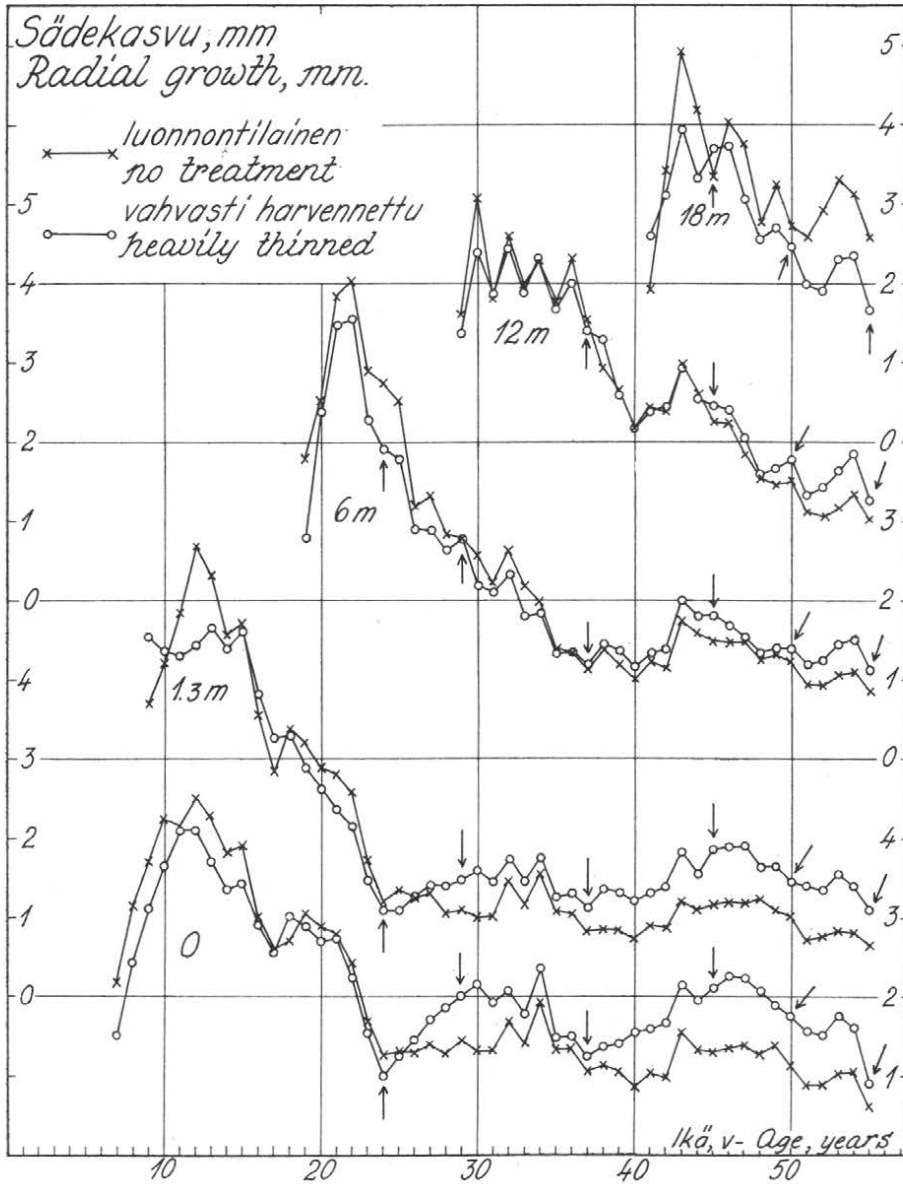


Kuva 5. Harvennushakkuiden vaikutus erivahvuisten puiden sädekasvuun Punkaharjun kestokoealalla 18 (viimeinen harvennusta edeltänyt vuosi = 100).

Fig. 5. Effect of thinnings on the radial growth of trees of different size on the permanent sample plot 18 in Punkaharju Experimental Area (last year before thinning = 100).

jälkeen, jolloin sädekasvu on ollut 20 % parempi kuin ennen harvennusta. Päinvastoin kuin ehkä luulisi, pienet puut reagoivat siis nopeammin kuin suuret elintilan avartumiseen, mutta vastaavasti niiden kasvu alkaa taantua nopeammin kuin jälkimmäisten. Kasvun vaihtelun tutkimisen kannalta suoritettu tarkastelu osoittaa, että näytteet on otettava suurimmista puista, koska tällöin hakkuiden aiheuttamat reaktiot eivät tule niin jyrkkinä näkyviin kuin pienempiä puita tutkittaessa.

Kaiken kaikkiaan edellä esitetyn perusteella voidaan päätellä, että männyn sädekasvun suhteelliseen vaihteluun rinnankorkeudella ovat pääasiallisena syynä ilmastolliset tekijät. Tavanomaiset harvennushakkuut aiheuttavat yleensä vain ensimmäisenä vuonna sellaisen reaktion, että se tulee selvästi näkyviin indeksisarjoissa. Kun aineistoa kerätään useista metsiköistä, joissa hakkuut ovat tapahtuneet eri vuosina, tämäkin reaktio peittyi siinä määrin, että kasvun ilmastollisista syistä johtuvat vaihtelut voidaan luotettavasti selvittää myös harvennuksin käsiteltyjen metsiköiden vallitsevista puista tehtyjen kasvuhavaintojen avulla.



Kuva 6. Koepuiden sädekasvun keskimääräinen kehitys rungon eri korkeuksilla Punkaharjun kestokoalasarjalla 13. Nuolet osoittavat hakkuuvuotia.

Fig. 6. Average run of radial growth at different heights of the stem of sample trees on the permanent sample plot series 13 in Punkaharju Experimental Area. Arrows point the years of cutting.

Kasvun absoluuttinen vaihtelu rungon eri korkeuksilla

Kuvassa 6 esitetään yhden koealaparin koepuiden sädekasvun kehitys rungon eri korkeuksilla iän lisääntyessä. Tästäkin kuvasta voitaisiin tehdä kasvun vaihtelun yhtäläisyyttä tai erilaisuutta koskevia päätelmiä, mutta tämän ongelman käsittely siirretään suhteellista vaihtelua koskevan tarkastelun yhteydessä tapahtuvaksi (s. 25—27). Tässä vaiheessa kuvassa on kiintoisinta tarkastella kasvun keskimääräistä tasoa ja hakkuiden vaikutusta tähän tasoon rungon eri korkeuksilla.

Kannon- ja rinnankorkeudelta mitaten luonnontilassa kehittyneet puut ovat kasvaneet koealasarjan perustamisen jälkeen vuosittain selvästi heikommin kuin vastaavat harvennuksin käsitellyllä osalla olevat puut. Hakkuiden sädekasvua lisäävä vaikutus näkyy siis selvänä rungon tyvellä. Sitä vastoin 3 m:n korkeudelle siirryttäessä kyseinen ero vähenee huomattavasti, ja 6 m:n korkeudella sädekasvun havaitaan olevan lähes yhtä voimakasta käsittelyeroista huolimatta, joskin luonnontilaisen puuston todetaan olevan vielä hieman harvennetusta puustosta jäljessä. Ylöspäin siirryttäessä ero havaitaan vähäiseksi, kunnes 18 m:n korkeudella luonnontilassa kehittyvien puiden todetaan kasvavan enimpinä vuosina selvästi paremmin kuin vastaavien harvennusten vaikutuspiirissä olevien puiden. Samanlaista suuntaa absoluuttisen kasvun vertikaalisessa jakaantumisessa osoittavat myös aineiston muut koealaparit.

Pääosa hakkuiden aiheuttamasta männyn kasvureaktiosta keskittyy siis rungon tyviosaan, ehkä tyvestä lähtien alimpaan rungon kolmannekseseen. Keskimmaisessä kolmanneksessa hakkuiden aikaan saama kasvun lisäys on sitä vastoin vähäinen, ja ylimmässä kolmanneksessa hakkuut ovat joko merkityksettömiä tai latvaosassa suorastaan heikentävät puun kasvua.

Tämä tarkastelu viittaa siihen suuntaan, että harvennuksin käsiteltyjen ja käsittelemättömien männiköiden kasvun vaihtelu on yhdenmukaisin rungon keskiosissa.

Kasvun suhteellinen vaihtelu rungon eri korkeuksilla

Kasvun vaihtelun vertikaalisen yhtäläisyyden ongelmasta on tähän mennessä esitetty jonkin verran ristiriitaisia tuloksia. Ensimmäisenä on tähän kysymykseen todennäköisesti kiinnittänyt huomiota Mer (1895), joka tutkiessaan kuivuuden vaikutusta kasvuun tuli siihen tulokseen, että kuivuuden aiheuttama vähennys esiintyy suurimmillaan oksattoman rungon osan keskivaiheella (vrt. L a i t a k a r i 1920, s. 6). Sitä vastoin D o u g l a s s (1928, s. 25) ja G l o c k (1937, s. 45) ovat todenneet, että yhtäpitävyys

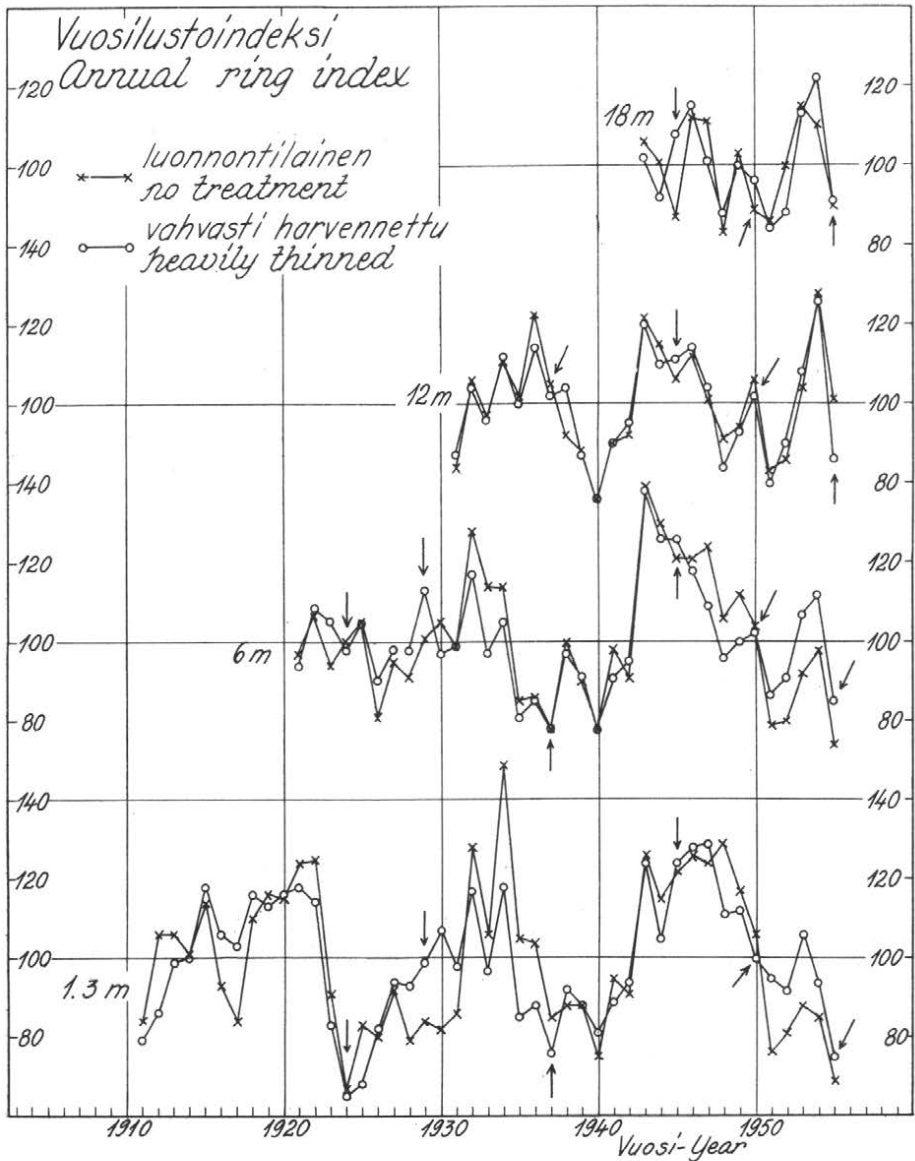
rungon eri korkeuksilla havaittavassa kasvun vaihtelussa on miltei täydellinen. Molemmat tutkimukset perustuvat tosin tältä osalta vähäiseen aineistoon. Samansuuntaisia tuloksia ovat esittäneet myös *K n u c h e l* ja *B r ü c k m a n n* (1930) sekä *O r d i n g* (1940). Heidänkin käyttämänsä aineistot ovat kuitenkin olleet pieniä, ja tutkimukset ovat kohdistuneet vain rungon tyviosaan.

T o p c u o g l u (1940) on päätenyt edellisistä jonkin verran poikkeaviin tuloksiin. Hänen mukaansa kuivina vuosina kasvu voimistuu tyvellä, kun taas kosteina vuosina kasvun jakaantuminen on tasaisempaa. Ilmiö on voimakkain vallituissa puissa, eikä sitä voida päävaltapuissa ollenkaan havaita. Niinikään *E k l u n d* (1942, s. 256) ei ole katsonut voivansa täysin yhtyä *D o u g l a s s i n* (1928) ja *G l o c k i n* (1937) saavuttamiin tuloksiin. Hänen havaintojensa mukaan, jotka tosin perustuvat vain 1.3 ja 5 m:n korkeuksien vertailuun, kasvun vaihtelussa rungon eri korkeuksilla on havaittavissa epäsäännöllisyyksiä, jotka johtuvat tuulisuuksien muutoksista. Vihdoin on *H o l m s g a a r d* (1955, s. 89) havainnut runsaiden siemenvuosien aiheuttaneen pienimmän kasvun taantumisen rungon yläosissa. Kokonaisuutena tarkastellen *H o l m s g a a r d* (mt., s. 62, 65) on kuitenkin todennut, että hänen aineistossaan kasvun vaihtelu rungon eri korkeuksilla on ollut varsin yhtäläistä. Parhaiten ovat sopineet yhteen rinnakkaiset vaihteluserjat, huonoimmin ylimmältä osakorkeudelta tutkittu vaihtelu muiden korkeuksien kanssa.

Tässä tutkimuksessa tarkastellaan kasvun vaihtelun vertikaalista yhtäläisyyttä lähinnä käytäntöä palvelevien kasvututkimusten ja inventointien kannalta. Tarkoituksena on selvittää, onko rungon eri korkeuksilta mitatun sädekasvun vaihtelu siinä määrin samanlainen, että vain yhdeltä korkeudelta suoritettujen sädekasvun kairausten voidaan katsoa edustavan tyydyttävällä tarkkuudella rungon kuutiokasvun vaihteluita. Tarkastelua varten viitataan aluksi kuvaan 7.

Tarkasteltaessa luonnontilaisten puustojen indeksisarjoja havaitaan, ettei kasvun suhteellinen vaihtelu ole läheskään aina samanlainen rungon eri korkeuksilla. Poikkeuksia esiintyy näet runsaahkosti vuotuisissa indekseissä. Sitä vastoin vaihtelun pitkäaikaiset aallot seurailevat eri korkeuksilla verraten hyvin toisiaan. Nyt on kuitenkin otettava huomioon lyhyiden vaihteluserjojen tasoituksen vaikeus (vrt. s. 16), mikä voi osaltaan vaikuttaa erilaisuuksien syntymiseen. Niinpä sarjojen lyhyydestä johtuu, että indeksien vaihtelualue näyttäisi rungon latvaosissa olevan suppeampi kuin tyvellä. Kasvun pitkäaikaiset vaihtelut eivät nim. pääse lyhyissä sarjoissa riittävästi näkyviin. Sarjojen lyhyys vaikuttaa siis näin vuotuisten indeksien lukuarvoon.

Paremmiin kuin äskeiset indeksisarjat kasvun vertikaalista yhtäläisyyttä havainnollistaakin kuva 6 (s. 23), jossa vastaavaa ilmiötä on kuvattu



Kuva 7. Vuosilustoindeksit rungon eri korkeuksilla Punkaharjun kestokoalasarjalla 13. Nuolet osoittavat hakkuuvuosia.

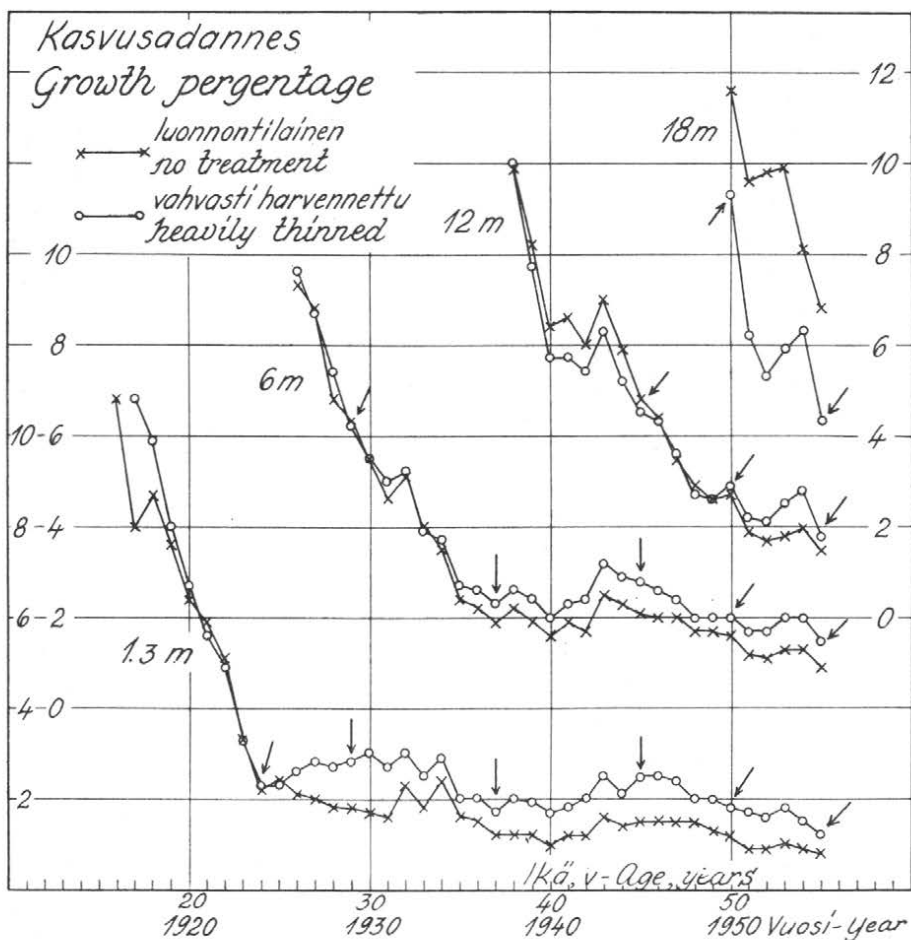
Fig. 7. Annual ring indices at different heights of the stem on the permanent sample plot series 13 in Punkaharju Experimental Area. Arrows point the years of cutting.

absoluuttisin mitoin. Kun sarjojen pituus ei vaikuta tähän tarkasteluun, vertailu voidaan suorittaa edellistä luotettavammin. Kuvasta 6 havaitaan, että myös vuotuiset sädekasvut vaihtelevat eri korkeuksilla jokseenkin yhtäläisesti.

Vertailtaessa keskenään vastaavia luonnontilaisten ja hakkuin käsiteltyjen koealojen indeksisarjoja, tehdään kiintoisa havainto. Rinnan- korkeudellahan havaittiin hakkuiden vaikuttavan varsinkin ensimmäisenä vuonna sädekasvuun ja myös jossain määrin indeksilukuun (s. 18). Sitä vastoin 6 m:n ja varsinkin 12 m:n korkeudella luonnontilaisten ja hakkuin käsiteltyjen puustojen indeksisarjat seurailevat erittäin tarkasti toisiaan. Indeksisarjoissa ei enää 12 m:n korkeudella voida havaita minkäänlaista kohoumaa edes ensimmäisenä kasvukautena hakkuun jälkeen, kun 6 m:n korkeudella voidaan vielä eräin kohdin jonkinlainen reaktio todeta.

Tehty havainto merkitsee sitä, että luonnontilaisten ja harvennuksin käsiteltyjen männiköiden puiden kasvun vaihtelu on yhdenmukaisin rungon keskivyoöhykkeellä ja heikkenee alas- tai ylöspäin siirryttäessä. Toisaalta voidaan päätellä, että hakkuin käsitellyissä männiköissä yhdeltä korkeudelta suoritettut kairaukset eivät kykene osoittamaan kuutiokasvun vaihtelua yhtä tarkasti kuin tutkimukset luonnontilaisissa metsiköissä. Käytännön tarkoituksiin tarkkuus kuitenkin molemmissa tapauksissa riittää.

Edellä tehdyt päätelmät antavat kuitenkin aihetta pohdintaan, miltä korkeudelta olisi edullisinta suorittaa kasvun vaihtelua koskevat kairaukset silloin, kun tutkimustarkoituksiin on käytettävä vain hakkuin käsiteltyjä metsiköitä. Rinnankorkeus on luonnollisesti kairauksen käytännöllisen suorituksen kannalta kätevin ja ainakin näytettä kohden halvin. Tältä korkeudelta saadaan myös pitkiä kehityssarjoja, joiden tasoittaminen on helpompaa ja objektiivisempää kuin lyhyiden. Kun rungon tyvi on kuitenkin herkimmin hakkuiden aiheuttaman kasvureaktion vaikutuspiirissä, tulee ajatelleeksi, eikö olisi edullisempaa ottaa kasvun näytteet ylempää rungolta. Jo 6 m:n korkeudelta kairatut lastut antaisivat merkittävästi luotettavampia tuloksia kuin rinnankorkeudelta tehdyt havainnot kasvun ilmastollisia vaihteluita tutkittaessa. Mikäli kairaukset voitaisiin koh- tuullisin kustannuksin suorittaa tätä ylempää, sitä tarkempiin tuloksiin päästäisiin. On kuitenkin myönnettävä, että kiipeily 6 m:ä korkeammalle tulee kalliiksi. Viimeksi mainittuun korkeuteen, 6 m:iin, voitaisiin kirjoit- tajan käsityksen mukaan kasvun vaihtelun tutkiminen kuitenkin perustaa ainakin silloin, kun näytteiden otto voidaan keskittää. Näytettä kohden kustannukset ovat tällöin suuremmat kuin rinnankorkeudelta kairattaessa, mutta pienemmästä vaihtelusta johtuu, että saman luotettavuuden saavut- tamiseksi ei tarvitse ottaa niin paljon näytteitä kuin rinnankorkeudelta. Tämä on omiaan kaventamaan näiden kahden vaihtoehdon aiheuttamien kustannusten välistä eroa. Varttuneissa metsiköissä on 6 m:n korkeudella vielä niin paljon vuosilustoja, ettei vaihteluserjan tasoittaminen tuota vaikeuksia ja että myös kasvun pitkäaikaiset vaihteluaallot tulevat näky- viin.



Kuva 8. Sädekasvusadanneksen kehitys rungon eri korkeuksilla Punkaharjun kestokoe-
alasarjalla 13. Nuolet osoittavat hakkuuvuosia.

Fig. 8. Development of the radial growth percentage at different heights of the stem on the
permanent sample plot series 13 in Punkaharju Experimental Area. Arrows point the years
of cutting.

Sädekasvusadanneksen vaihtelu rungon eri korkeuksilla

Kuvaan 8 on piirretty sädekasvusadanneksen kehitys rungon eri korkeuksilla yhdellä aineistoon kuuluvalla koealaparilla. Tämä samoin kuin absoluuttista vaihtelua osoittava kuvakin paljastaa läheisen riippuvuussuhteen hakkuin käsitellyn ja luonnontilaisen metsikön kasvun vaihtelun välillä. Siihen seikkaan ei ole kuitenkaan aihetta tässä yhteydessä enää puuttua.

Mielenkiintoisinta on todeta hakkuureaktion alkamisen ajankohta ja voimakkuus eri korkeuksilla. Rinnankorkeudella ensimmäinen harvennus

on aiheuttanut kasvusadanneksen äkillisen kohoamisen verrattuna vastaavaan luonnontilaiseen puustoon. Myöhemmät harvennukset ovat pääasiassa säilyttäneet tämän korkean kasvutason, ts. jokainen harvennus on merkinnyt jotakin rinnankorkeudella esiintyvälle sädekasvulle. Sitä vastoin 6 m:n korkeudella kasvu ei ole reagoinut ensimmäisen hakkuun jälkeen. Vasta n. 35-vuotiaana, siis 10 v ensimmäisen harvennuksen jälkeen, 6 m:n korkeudella on havaittavissa lievä reaktio. Tämä reaktio voimistuu iän mukana, mutta säilyy kuitenkin selvästi lievempänä kuin rinnankorkeudella.

Samanlainen ilmiö on havaittavissa 12 m:n korkeudella: vasta viimeiset 10 v kasvu on ollut lievästi voimakkaampaa harvennuksin käsitellyllä osalla kuin luonnontilaisella suhteen oltua sitä ennen päinvastainen. Luonnontilassa kehittyneet puut ovat taas 18 m:n korkeudella kasvaneet suhteellisesti selvästi paremmin kuin harventaen käsitellyt.

Suoritettu tarkastelu osoittaa, että kasvun ilmastollisista syistä johtuvan vaihtelun häiriintyminen hakkuiden seurauksena voimistuu iän mukana. Aluksi hakkuut vaikuttavat pääasiassa tyviosan kasvua muuttavasti, mutta vähitellen vaikutus siirtyy ylöspäin. Tämä merkitsee myös sitä, että mitä vanhemmasta metsiköstä on kysymys, sitä korkeammalta kairaukset olisi suoritettava.

Loppukatsaus

Rinnankorkeudelta mitatun sädekasvun suhteellinen vaihtelu on suoritettun tarkastelun mukaan jotakuinkin yhtäläinen harvennuksin käsitellyissä ja luonnontilaisissa männiköissä. Tästä syystä voidaan päätellä, että luonnontilaisista männiköistä kerättyä aineistoa voidaan perustellusti käyttää myös harvennuksin käsiteltyjen metsiköiden kasvulukuja ns. normaalitasoon korjattaessa. Toisaalta tämä päätelmä merkitsee, että kasvun ilmastollisista vaihteluista voidaan saada riittävän luotettava käsitys keräämällä kasvunäytteitä harvennuksin käsitellyistä männiköistä.

Tehdyllä päätelmällä voi olla suuri merkitys tulevaisuudessa laajoja metsänarvioimistehtäviä tai kasvu- ja rakennetutkimuksia suunniteltaessa. Nykyisinkin on nim. työlästä löytää maan eteläpuoliskosta riittävää määrää hakkuin käsittelemättömiä metsiköitä kasvun ilmastollisia vaihteluita koskevia laskelmia varten. Vielä vaikeammaksi muodostuu tilanne epäilemättä tulevaisuudessa sen jälkeen, kun maan eteläpuoliskon metsät on saatettu kokonaisuudessaan hakkuutoiminnan piiriin. Eräänä ratkaisuna voitaisiin tietenkin harkita Eklundin (1954) ehdotusta, jonka mukaan riittävä määrä metsiköitä olisi säästettävä hakkuilta vain kasvun ilmastollisia vaihteluita koskevia tutkimuksia varten, esim. metsäntutkimuslaitoksen ja metsähallinnon omistamissa metsissä. Kun tällainen järjestely

tuottanee kuitenkin käytännöllisiä vaikeuksia, on hyödyllistä tietää, että tiettyyn rajaan asti myös hakkuin käsitellyistä metsiköistä voidaan saada riittävän luotettava kuva kasvun ilmastollisista vaihteluista. Mitä lievemmin metsikköä on käsitelty, sitä moitteettomammin se edustaa häiriintymätöntä luonnontilaa ja sitä paremmin se soveltuu kasvun ilmastollisten vaihteluiden tutkimiseen. Tarvittaessa voidaan kuitenkin turvautua ainakin tämän tutkimuksen aineiston edellyttämällä voimakkuudella käsiteltyihin metsikköihin. Tutkituista metsiköistä on toistuvasti poistettu n. 20 % ennen harvennusta olleesta kuutiomäärästä.

Tutkimus on osoittanut, että käytäntöä palvelevien inventointien ja kasvututkimusten kannalta männyn kasvun vaihtelu on vertikaalisuunnassa siinä määrin yhtäläinen, että kuutiokasvun vaihtelua koskevat laskelmat voidaan perustaa yhdeltä korkeudelta otettuihin näytteisiin. Tutkimuksen kuluessa on jouduttu kuitenkin toteamaan, että kasvun vaihtelun samankaltaisuus harvennuksin käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä on suurimmillaan rungon keskiosissa, kun taas tyvellä ja latvaosassa hakkuiden ilmastollisia vaihteluita häiritsevä vaikutus on voimakas. Tästä syystä on päätelty, että kasvun ilmastollisia vaihteluita tutkittaessa harventaen käsitellyistä puustoista suoritetuin kairauksin olisi todennäköisesti tarkoituksenmukaisinta ottaa kasvunäytteet rinnankorkeutta ylempää, kenties käytännöllisimmin 6 m:n korkeudelta.

Kun pienehköt ilmastollisissa edellytyksissä tapahtuneet muutokset eivät tule metsikön nuorella iällä riittävästi näkyviin, kasvun vaihtelua tutkittaessa ei olisi turvauduttava tällaisiin puustoihin, vaan päähuomio olisi kiinnitettävä varttuneisiin metsikköihin. Tätä menettelyä puoltaa myös se seikka, että puuston nuoruusvaiheen sädekasvun kehityssarjaa on vaikeaa objektiivisesti tasoittaa (vrt. Mikola 1951). Holmsgård (1955, s. 100) on kuitenkin muista poiketen suositellut kasvun vaihtelun tutkimista juuri nuorissa metsiköissä siitä syystä, että varttuneissa metsiköissä runsaat siemenvuodet aiheuttavat kasvun taantumista, mikä vaikeuttaa ilmastollisista syistä johtuvan vaihtelun tarkastelua. Tämä voi tuskin kuitenkaan olla niin painava näkökohta, että sen vuoksi täytyisi turvautua nuorten metsiköiden lyhyisiin, vaikeasti tasoitettaviin ja epävarmoin kehityssarjoihin. Itse asiassa ei ole suurta merkitystä sillä, vaikka ilmastollisista syistä aiheutuvaksi selitettyyn vaihteluun sisältyisi myös siemenen tuottamisesta johtuvaa kasvun menetystä. Tällaiset siemenvuodet ovat yleensä laajoja alueita koskevia, josta syystä niiden vaikutus on tavalla tai toisella otettava esim. kasvututkimuksissa huomioon, vaikka ne tällöin joutuisivatkin väärän nimikkeen alle. Tuntuu sen vuoksi perustellulta todeta, että kasvun vaihtelun tutkimista on edelleen syytä jatkaa varttuneissa metsiköissä päinvastaisista mielipiteistä huolimatta, varsinkin milloin kairaukset suoritetaan rungon ylempiltä korkeuksilta.

Viime vuosina on paljon väitelyä siitä, voidaanko harvennushakkuilla parantaa puuston järeyssuhteita. Tutkimalla tilapäiskoealojen avulla kiertoajan kuluessa tuotetun puuston järeyssuhteita on päädytty kielteiseen tulokseen (vrt. N y y s s ö n e n 1954, s. 147). Edellä on kuitenkin todettu (vrt. s. 15), että rinnankorkeudelta mitatun sädekasvun perusteella tarkasteltuna harvennuksin käsiteltyjen männiköiden viime mittauksen yhteydessä jäljellä olevan puuston järeyssuhteet ovat harvennusten johdosta muuttuneet liiketaloudellisesti edulliseen suuntaan. F l u r y (1903, s. 224) on tosin todennut, että harvennushakkuista hyötyvät eniten metsikön keskiläpimittaa lähinnä olevat läpimittaluokat, kun taas niitä ohuemmille ja paksummille läpimittaluokille hakkuut merkitsevät suhteellisesti paljon vähemmän. Samansuuntaiseen tulokseen on päätynyt myös N y y s s ö n e n (mt., s. 140). Tässä tutkimuksessa havaittu jäljellä olevan puuston järeyssuhteiden paraneminen voi siis johtua osaksi keskivahvojen läpimittaluokkien voimakkaasta kasvureaktiosta. Todettakoon kuitenkin, että läpimittaluokittaisessa tarkastelussa vahvimpien läpimittaluokkien puiden kasvun reaktio havaittiin tosin selvästi ohuempien reaktiota heikommaksi, mutta joka tapauksessa merkittävän suureksi. Hakkuiden vaikutus tuntuu siis tämän tutkimuksen aineiston mukaan koko runkolukusarjan alueella, vaikka se ei yläpäässä ole yhtä voimakas kuin keskivyöhykkeellä ja vaikka eräät taulukossa 3 (s. 15) esitetyt sadannekset ovat liian suuria koko kiertoajan kuluessa tuotetun puuston järeyssuhteiden paranemisen osoittajiksi. Onkin tässä yhteydessä syytä todeta, että harvennushakkuiden vaikutusten selvittelyyn on ilmeisesti edullisinta käyttää yksin puin suoritettavaa tarkastelua. Metsiköittäisessä tutkimisessa monet muut virhetekijät ovat siinä määrin häiritseviä, että niihin pienehköt hakkuureaktiot peittyvät.

Se seikka, että puuston kasvun vaihtelu on hakkuin käsitellyissä ja käsittelemättömissä metsiköissä hyvin samanlainen asettaa suuria vaatimuksia hakkuin käsiteltyjen metsiköiden kasvua ja kehitystä selvittävien tutkimusten menetelmille. Kun harvennusten aiheuttamat reaktiot ovat vain vähäinen osa siitä vaihtelusta, jonka ilmaston muutokset tuovat mukanaan, on vm. vaihtelut kyettävä selvittämään erittäin tarkasti, ennen kuin hakkuiden vaikutuksista voidaan sanoa sitä tai tätä. Ilmeisesti on niin, että harvennushakkuiden vaikutusta voidaan moitteettomasti tutkia vain siellä, missä on käytettävänä rinnastuskelpoisia tuloksia toisaalta hakkuin käsiteltyjen ja toisaalta luonnontilaisten metsiköiden puuyksilöiden kasvusta pitkäkhön ajan kuluessa. Tämä korostaa kestokoealamenetelmän jatkuvan soveltamisen välttämättömyyttä, vaikka tähänastiset kokemukset eivät ole täysin vastanneet menetelmään asetettuja toiveita. Kestokoealojen mittaustulosten tarkastelussa on pantava kuitenkin entistä enemmän painoa puuyksilöiden tutkimiseen.

Tutkimuksessa on niin ikään todettu, että harvennusten aiheuttama sädekasvun lisääntyminen keskittyy männiköissä pääasiassa rungon alim- paan kolmannekseen, kun taas puun latvaosissa kasvu näyttää hakkuiden johdosta hidastuvan. Harvennushakkuut vaikuttavat siis puun runko- muotoa huonontavasti. Tämä ilmiö, joka on pääosaltaan selitettävissä ns. mekaanisen runkomuototeorian avulla (Y l i n e n 1952), ei ole käsitteenä uusi (vrt. L a i t a k a r i 1929). Onhan esim. usein todettu, että täydelli- sesti vapautetut puut keskittävät kasvunsa puun tyvelle sitä voimakkaam- min, mitä parempi niiden runkomuoto hakkuun tapahtuessa on (esim. N y b l o m 1927; H a g b e r g 1942; vrt. myös S i r e n 1952; N y y s s ö n e n 1952) varautuakseen tuulen aiheuttamaa kaatumisvaaraa vastaan. Ei liene kuitenkaan yleisesti tunnettua, että tavallisten harvennushakkuiden jälkeen ilmiö esiintyy näin voimakkaana (vrt. L a p p i — S e p p ä l ä 1929). Tämähän viittaa siihen suuntaan, että harvennushakkuiden jälkeinen kasvureaktio rinnankorkeudella ei ole kenties edes pääosaltaan kasvutilan avartumisen ja siitä aiheutuneen lisääntyneen ravinnemäärän aikaansaama, vaan puun suoja-toimenpide kaatumisvaaran torjumiseksi keskittämällä, vieläpä ylempien rungon osien kustannuksella, kasvu tyvelle.

Samaa olettamusta tukee havaittu (s. 20) kasvureaktion äkillisyys. Varsinkaan ohuet puut tuskin kykenevät käyttämään avartuneen kasvu- tilan heti ensimmäisenä kasvukautena hakkuun jälkeen niin tehokkaasti kuin sädekasvun lisääntyminen rinnankorkeudella osoittaa. Sitä vastoin kaatumisvaaran torjumiskeinona kasvun vertikaalisen jakaantumisen muu- toksen avulla tämä ilmiö voidaan perustellummin selittää. Myös E k l u n d (1942, s. 284) on kiinnittänyt huomiota tähän samaan näkökohtaan tut- kiessaan kasvun kehitystä 1.3 ja 5 metrin korkeuksilla. Hän on nim. esit- tänyt, että vuotuiset tuulisuhteet vaikuttavat siinä määrin kasvun verti- kaaliseen jakaantumiseen, ettei kasvun vaihtelua voida katsoa saman- kaltaiseksi näillä korkeuksilla.

Viimeksi esitetyt päätelmät on otettava painavina huomioon erilaisten käsittelytapojen vaikutusta puuston kehitykseen selvittelevissä tutkimuk- sissa. Tarkastelemalla vain rinnankorkeudella havaittavissa olevaa säde- kasvua ja sen reaktiota harvennuksen jälkeen päädytään epäilemättä liian edullisiin tuloksiin hakkuiden vaikutuksesta puun ja metsikön kuutiokas- vuun ja saavutetaan tuloksia, jotka ovat voimakkailla harvennuksille liian edullisia. Hakkuin käsiteltyjen metsiköiden puuston kasvua koskevissa tutkimuksissa on siis välttämätöntä kiinnittää huomiota myös runkomuodon kehitykseen.

Hakkuiden aiheuttama runkomuodon muuttuminen on tärkeä näkökohta myös kasvun laskennassa. Mikäli turvaudutaan vain rinnankorkeudelta suoritettuihin kairauksiin, erotusmenetelmän käyttö tilapäiskoalojen kas- vun laskennassa voi johtaa varsinkin eräissä ikävaiheissa virheellisiin tulok-

siin, sitä virheellisempiin mitä voimakkaammin käsitelystä metsiköstä on kysymys. Erotusmenetelmää sovellettaessa on nim. lähdettävä siitä oletuksesta, että rungon muoto säilyy lyhyen kasvunmittausjakson kuluessa ennallaan. Kuten edellä on havaittu, tämä ei pidä aina paikkaansa hakkuin käsitellyissä männiköissä.

Kirjallisuusluettelo

- Boman, A. 1927. Tutkimuksia männyn paksuuskasvun monivuotisista vaihteluista. *Referat: Über vieljährige Schwankungen im Dickenwachstum der Kiefer (Pinus silvestris)*. — AFF 32.4.
- Cajander, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. — AFF 1.
- Cajanus, W. 1911. Puun rungon muotoa koskevia tutkimusmetoodeja. — *Met-sänhoitoyhd. julk.*, s. 363—370.
- Douglass, A. E. 1928. Climatic cycles and tree-growth. Vol. II. A study of the annual rings of trees in relation to climate and solar activity. — Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 289, Vol. II.
- Eklund, B. 1942. Studier över årsringsvariationerna å Malingsbo fasta provyta nr I. — *Skogsvårdsf. Tidskr.*, s. 233—310.
- »— 1944. Ett försök att numeriskt fastställa klimatets inflytande på tallens och granens radietillväxt vid de båda finska riksskogstaxeringarna. — *Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr.*, s. 193—226.
- »— 1954. Årsringsbreddens klimatiskt betingande variation hos tall och gran inom norra Sverige åren 1900—1944. *Summary: Variations in the widths of the annual rings in pine and spruce due to climate conditions in Northern Sweden during the years 1900—1944.* — MSS 44.s.
- Flury, Ph. 1903. Einfluss verschiedener Durchforstungsgrade auf Zuwachs und Form der Fichte und Buche. — *Mitt. Schw. Centralanst. Forstl. Versuchsw.*, s. 1—242.
- Glock, W. S. 1937. Principles and methods of tree-ring analysis. — Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 486.
- Hagberg, N. 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.* — *Sv. Skogsvårdsf. Tidskr.*, s. 1—46.
- Holmsgaard, E. 1955. Åringsanalyser af danske skovtraeer. *Summary: Tree-ring analyses of Danish forest trees.* — *Det Forstl. Forsogsv. i Danmark* 22.
- Hustich, I. 1945. The radial growth of the pine at the forest limit and its dependence on the climate. — *Soc. Scient. Fenn., Comm. Biol.* IX, 11.
- »— 1948. The Scotch pine in northernmost Finland and its dependence on the climate in the last decades. — *Acta Bot. Fenn.* 42, s. 1—75.
- »— 1949. On the correlation between growth and the recent climatic fluctuation. — *Geogr. Annaler*.
- Høeg, O. A. 1956. Growth-ring research in Norway. — *Tree-Ring Bulletin*, Vol. 21.
- Ilvessalo, L. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. *Summary: A tree-classification and thinning system.* — AFF 34.38.

- I l v e s s a l o, Y. 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). *Selostus: Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa.* — MTJ 17.2.
- 1936. II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. *Summary: Instruction for field work of the II National Forest Survey of the forests of Suomi (Finland).* — MTJ 22.5.
- 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.
- 1945. Puiden kasvun vaihtelu ja sen merkitys kasvututkimuksissa. — MA, s. 6—12.
- 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. *Summary: Volume tables for standing trees.* — MTJ 34.4.
- 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. *Summary: Third National Forest Survey of Finland. Plan and instructions for field work.* — MTJ 39.3.
- 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. *Summary: The forests of Finland and their development from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three National Forest Inventories.* — MTJ 47.1.
- K n u c h e l, H. ja B r ü c k m a n n, W. 1930. Holzzuwachs und Witterung. — Forstwiss. Centralbl.
- L a i t a k a r i, E. 1920. Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. *Referat: Untersuchungen über die Einwirkung der Witterungsverhältnisse auf den Längen- und Dickenwachstum der Kiefer.* — AFF 17.
- 1929. Über die Fähigkeit der Bäume sich gegen Sturmgefahr zu schützen. — AFF 34.42.
- L a p p i—S e p p ä l ä, M. 1929. Untersuchungen über die Schlankheit der Kiefer. — AFF 34.34.
- L i h t o n e n, V. 1959. Metsätalouden suunnittelu ja järjestely. Helsinki—Porvoo.
- L i n n a m i e s, O. 1959. Valtion metsät sekä niiden hoidon ja käytön yleissuunnitelma. Vuosien 1951—1955 inventoinnin tuloksia. *Summary: The State forests of Finland and a general management plan for them based upon an inventory made in 1951—1955.* — AFF 68.5.
- M e r, É. 1895. Influence de l'état climatique sur la croissance des sapins. — Journal de botanique.
- M i e t t i n e n, L. 1930. Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. *Referat: Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung.* — MTJ 16.
- M i k o l a, P. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. *Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies.* — MTJ 38.5.
- 1951. Puun kasvun luonnollinen kehitys. *Summary: The natural course of tree growth.* — MA., s. 41—44.
- 1952. The effect of recent climatic variations on forest growth in Finland. — Fennia, s. 69—76.
- 1956. Tree-ring research in Finland. — Tree-Ring Bulletin, Vol. 21.
- N y b l o m, E. 1927. Formförändring hos helt friställda träd. *Summary: Alteration in the form of wholly liberated trees.* — Sv. Skogsvårdsf. Tidskr., s. 51—61.

- N y y s s ö n e n, A. 1952. Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamänniköissä. *Summary*: On tree growth and its ascertainment in selectively cut Scots pine stands. — MTJ 40.4.
- 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. *Summary*: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — AFF 60.4.
- 1958. Kiertoaika ja sen määrittäminen. *Summary*: Rotation and its determination. — MTJ 49.6.
- N ä s l u n d, M. 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Zusammenfassung*: Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung. — MSS 33, s. 1—212.
- O r d i n g, A. 1940. Årninganalyser på gran och furu. *Summary*: Annual ring analyses of spruce and pine — Medd. Norske Skogforøksv., s. 101—354.
- S i r e n, G. 1952. Hakkuun vaikutuksesta kuusipuun rakenteeseen korpimailla. *Summary*: On the effect of releasing cutting upon wood structure of spruce on peat-moors. — MTJ 40.32.
- T o p c u o g l u, A. 1940. Die Verteilung des Zuwachses auf die Schaftlänge der Bäume. — Thar. Forstl. Jahrb., s. 485—554.
- Y l i n e n, A. 1952. Über die mechanische Schaftformtheorie der Bäume. — Silva Fennica 76.

LYHENNYKSIÄ — ABBREVIATIONS

AFF = Acta Forestalia Fennica.

MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti.

MTJ = Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja, Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja, Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae.

MSS = Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut (Skogsförsöksanstalt).

ON GROWTH AND ITS VARIATIONS IN THINNED AND UNTHINNED SCOTS PINE STANDS

Summary in English

The purpose of the present paper is that of contributing to the solution of some problems connected with the variations of tree growth, by means of studying the radial growth at breast height and, subsequently, at different fixed heights of the stem in stands treated with heavy thinnings from below (cf. L. Ilvessalo 1929) and in those maintained in a natural condition.

The material consists of 5 permanent sample plot pairs located in homogeneous even-aged Scots pine (*Pinus silvestris*) stands in the southernmost part of the country (for description of sample stands see Table 1, p. 9), and forming a part of the research project of the Forest Research Institute of Finland. On each sample plot pair, 16 sample trees, selected at random and representing approximately equal cubic volumes (cf. Table 2, p. 11), were studied by boring to the pith at stump height, breast height, and then at 3-metre intervals — at heights of 3, 6, 9 metres etc. — as high up as possible (cf. Fig. 1, p. 7). Consequently, 40 sample trees in total were climbed and bored, on both thinned and unthinned sample plots.

It was found that the absolute variations of radial growth at breast height are rather similar in thinned and unthinned stands (cf. Fig. 2, p. 13). In the main, major differences are detected in the first year after thinning, when the radial growth level abruptly increases. The diameter relations of the surviving growing stock are substantially improved, as a result of this thinning reaction at breast height (cf. Table 3, p. 15).

In particular, the relative variations of growth at breast height, as indicated by the annual ring indices, are surprisingly equal, irrespective of treatment differences of the present sample plot material (cf. Fig. 3, p. 17). This is explained by the fact, that the increasing effect of thinnings on the growth appears to a major extent during the first year after thinning, when it amounts to 12 per cent in comparison with the growth in the last year before thinning (cf. Fig. 4, p. 21). Later, the growth variations attributable to thinnings are so small, 1—5 per cent, that they are reduced to insignificance by the fluctuations due to climatic reasons, which may amount to several tens per cent. Trees smaller than average react more rapidly and strongly to the thinnings than those larger than average, but the decline in their growth is accordingly more sudden (cf. Fig. 5, p. 22). Even the major growth reaction to be found during the first year after thinning can be eliminated by collection of the material from a number of stands in which cuttings have taken place in different years. In this way, the thinning reactions even out to the extent that the growth variations due to climatic fluctuations can also be reliably detected by taking as a

basis the material collected from managed stands treated with thinnings from below (cf. the top of Fig. 3, p. 17; Table 4, p. 19). When future research needs are borne in mind, this is important, as natural stands are getting more and more scarce. Of course, the more lightly the stands have been treated, the better are they suited to the study of climatical variations of growth. When necessary, it is possible to take borings from stands subjected to repeated removal of about 20 per cent of cubic volume, as indicated by present results. Due to the least sudden reaction, dominating trees of mature stands provide the most satisfactory material for study.

The above finding imposes onerous demands on the research technique employed in investigations concerned with the effect of cuttings on the development of the growing stock. It is quite definite that no reliable results are obtained unless due heed has been paid to the variations attributable to climate. In fact, the climatic variations and their effect on growth must be known with precision before any important conclusion pertaining to the effect of cuttings can be valid. This again emphasizes the importance of the permanent sample plot method, which has been losing ground to the temporary sample plot method. However, on the permanent sample plots, it seems more advisable to concentrate on the study of tree individuals than of the growing stock as a whole.

On study of the absolute variations of growth at different heights of the stem (Fig. 6, p. 23) it has been noticed that even ordinary thinnings bring about a growth increase which is most marked along the lowest third of the stem, whereas in the middle section thinnings are either of slight effect, or entirely meaningless; in the top section they can even reduce growth, when compared with the growth habits of trees developing under natural conditions. Consequently, the rapid reaction of radial growth at breast height after thinning (Fig. 4, p. 21; Fig. 5, p. 22) is in part only an indication of changes in the vertical distribution of growth, and possibly not even to the major part due to the increased supply of light, nutrients etc., occasioned by thinnings. By reason of the natural hazards, such as wind, after the thinning the growth is concentrated at the base of the stem, at the expense of the upper parts. It is rather obvious that the real effect of thinning does not appear during the first growing season after the thinning, but later when the increased supply of light and nutrients is made available.

Again, this finding renders difficult the investigations into the effect of thinnings on the growing stock. Borings at breast height do not suffice, and a natural control material should always be at hand. If these considerations are neglected, the results are too optimistic for thinnings in general, and particularly favourable to the heaviest degrees of thinning.

The relative variations of growth at different heights of the stem are sufficiently uniform to justify the present practice of studying only the radial growth changes at one height (cf. Fig. 7, p. 26) for needs of practical inventories. In natural stands, breasthigh boring is undoubtedly the most practicable in the study of climatic variations in volume growth. However, in stands treated with thinnings, the variations of growth due to climatic reasons are more reliably obtained if the borings are effected at a higher level, where the reaction of growth due to thinnings is negligible. In view of the aspects of reliability and cost, the 6-metre height seems that to be recommended. The climbing of trees to this height is rather easy when handy gadgets are available (cf. Fig. 1, p. 7). The same conclusion regarding the boring height is confirmed by the study of variations in the percentage radial growth at different heights of the stem (cf. Fig. 8, p. 28).

ALA- JA YLÄHARVENNUKSESTA SEKÄ
NIIDEN VAIKUTUKSESTA PUUSTON
KEHITYKSEEN RAUTION
ISTUTUSKUUSIKOSSA

YRjö VUOKILA

ON LOW THINNING AND CROWN THINNING, AND
THEIR EFFECT ON DEVELOPMENT OF GROWING
STOCK IN PLANTED SPRUCE STAND OF RAUTIO

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1960

Helsinki 1960. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	5
Raution istutuskuusikon vaiheita	7
Ala- ja yläharvennuksen käsitteet	9
Ala- ja yläharvennuksen vaikutus puuston kehitykseen	11
Puusto koealasarjoja perustettaessa	11
Harvennuspoistuma	13
Runkolukusarja	14
Kuutiomääräsarja	15
Keski- ja valtaläpimitta	17
Kuutiomäärä	17
Tuotetut puumäärät	18
Runkolukusarja	18
Kuutiomääräsarja	20
Valtaläpimitta	22
Keskiläpimitta	23
Kuutiomäärä	24
Loppupäätelmät	25
Kirjallisuusluettelo	26
<i>Summary in English</i>	28

Johdanto

Siitä lähtien kun puulla on ollut kaupallista arvoa, Suomen metsät ovat joutuneet monenlaisen käsittelyn kohteiksi. Mikäli rajoitutaan tarkastelemaan esim. kasvatusvaiheessa olevien metsiköiden käsittelyn kehitystä, voidaan siinä erottaa ainakin kolme toisistaan erottuvaa kautta.

Vanhin ja tähän mennessä pitkäaikaisin metsien käsittelytapa oli tunnetusti harsinta eri muodoissaan ja asteissaan. Sen soveltaminen alkoi viime vuosisadalla metsien käsittelyn ensimmäisten otteiden mukana, ja sitä käytettiin maan yksityismetsissä ainakin poiminnan luonteisena vielä viime maailmansodan jälkeisvuosina. Vaikka harsintaa sovellettaneen vielä nykyisinkin jossain muodossa ja suppeassa mittakaavassa, voitaneen kuitenkin katsoa, että varsinainen harsintakausi päättyi Suomen metsissä v:n 1948 aikoihin, jolloin kuusi metsänhoitomiestä antoi julkilausuman, missä harsinta tuomittiin Suomen olosuhteisiin sopimattomana hakkuutapana (vrt. *Julkilausuma* 1948; myös *Sarvas* 1948).

Vaikka julkilausuma annettiin vasta runsas vuosikymmen sitten, metsänhoitomiesten keskuudessa harsinnan turmiollisuus oli ollut kuitenkin pitkään tunnettu. Pyrkimättä yksityiskohdin esittämään varsinaisen harvennushakkuun ajatuksen kiteytymistä metsäammattimieskunnan keskuudessa todettakoon esimerkkinä, että tämän vuosisadan alussa *Heiheimö* (1906, 1910) esitti harvennushakkuista ajatuksia, jotka pitävät paikkansa vielä nykyisinkin. Pääongelmana harvennushakkuiden yleistymisen tiellä lienee ollutkin vaikeus, minkäläahtuisina harvennushakkuita olisi suoritettava. Kun omakohtaisia havaintoja ja kokemuksia oli tuohon aikaan vielä niukalti, oli harvennushakkuiden osalta turvauduttava lähinnä ulkomaisten tutkimusten antamiin viitteisiin. Seurauksena tästä oli, että viime maailmansodan edellisvuosina alkoi ns. yläharvennusta muistuttava suuntaus saada kannatusta (vrt. *Laitakari* 1937, s. 265; *Tertti* 1939, s. 281).

Samaan aikaan alkoi alaharvennuksen ajatus vallata yhä lisääntyvää suosiota Ruotsissa, mistä on osoituksena eräässä julkaisusarjassa käyty vilkas mielipiteiden vaihto (*Welan der* 1940, 1940 a; *Andersson* 1940; *Ullén* 1940). Suomessakin alaharvennusta suosiva suuntaus alkoi levitä nopeasti heti sodan päättymisen jälkeen. Voidaankin todeta, että

samoihin aikoihin kun harsinta siirtyi hyväksyttynä hakkuutapana menneisyyteen edellä mainitun julkilausuman ansiosta, sille teki käytännöllisesti katsoen seuraa myös yläharvennus. Kyseisestä vuodesta lähtien voidaan näet todeta alaharvennuksen periaatteiden olleen vallitsevina metsien kasvatushakkuita koskevassa kirjallisuudessa (vrt. Kalela 1948, 1949, 1951, 1954, 1954 a; Sarvas 1948 a, 1955). Tosin on myös vastakkaisia mielipiteitä esiintynyt tätä vallalla olevaa harvennussuuntausta vastaan yhtä hyvin tiedemiesten (L. Ilvessalo ja Laitakari 1949) kuin käytännön metsänkäsittelijäinkin (esim. Harto 1951) taholta, mutta sittenkin verraten yksimielisesti mielipiteet ovat olleet alaharvennuksen periaatteiden mukaisia, vaikka harvennuksen voimakkuudesta on ollut erilaisia käsityksiä, jopa eräänlaista aaltoliikettä, sen runsaan vuosikymmenen aikana, minkä alaharvennuksen valtakautta on toistaiseksi kestänyt.

Tämä yksimielisyys on oikeastaan yllättävää sen tähden, että loppujen lopuksi on hyvin vähän tieteellisin tutkimuksin todistettua perustetta väittää jompaakumpaa harvennusmenetelmää toista edullisemmaksi. Suomessa ei ole tietävästi julkaistu ainoatakaan tutkimusta, jossa olisi kosketeltu esim. eri harvennusmenetelmien vaikutusta puuston kehitykseen. Näin ei siis ole ainakaan taksatorisin keinoin voitu ala- tai yläharvennuksen paremmuutta osoittaa. Myös käsillä olevassa julkaisussa mainittujen harvennusmenetelmien vaikutusten vertailu jää vielä verraten kapealle pohjalle, mutta se pyrkii kuitenkin tuomaan jonkinlaista valaistusta tähän mennessä täysin tutkimattomaksi jääneelle sektorille. Tutkimus perustuu näet vain yhteen metsikköön ja siinä sijaitsevien kestokoealojen tähänastisiin tuloksiin. Kysymyksessä on Enso-Gutzeit Oy:n omistuksessa oleva istutuskuusikko Ruokolahden Rautiossa.

Julkaisun valmistuessa haluan kiittää ennen muita esimiestäni, prof. Yrjö Ilvessaloa, jonka kehoituksesta nyt tapahtuvaan tarkasteluun on ryhdytty ja joka on kaikin tavoin tukenut sen valmistumista. Parhaimman kiitoksen ansaitsevat myös metsikön omistaja, Enso-Gutzeit Oy, ja sen metsäammattimiehet, joiden yhteistyöhalun ansiosta kestokoealasarjojen perustaminen ja jatkuva ylläpito on ollut mahdollista. Kuvat on piirtänyt rouva Irma Nylander, jolle kuuluu kiitos hyvin suoritetusta työstä.

Raution istutuskuusikon vaiheita

Käsillä oleva julkaisu perustuu, kuten johdannossa mainittiin, istutuskuusikkoon, joka sijaitsee Ruokolahden pitäjässä Enso-Gutzeit Oy:n omistamalla Raution tilalla. Riittävän taustan luomiseksi esitettävälle päätelmille on sen vuoksi paikallaan tarkastella pääkohdin kyseisen metsikön vaiheita sen perustamisesta nykyhetkeen. Esittelyssä keskitytään sellaisiin näkökohtiin, jotka vaikuttavat tavalla tai toisella tutkimuksen tulosten tulkintaan.

Raution istutuskuusikko, alaltaan n. 20 ha, perustettiin metsänhoitaja, agr. H o r n b o r g i n toimesta kesäkuun alussa v. 1906 alueelle, joka oli ollut pitkään vuoroviljelyksessä ja jonka maa oli tästä syystä uupunutta ja lisäksi liian kivistä maatalouden tarkoituksiin. Alue oli jotenkin tasaista, vain paikoin aaltoilevaa tai viettävää.

Taimet, joita saatiin Kaukaan tehtaalta Lappeenrannasta n. 70 000 kpl, olivat 2 + 2 -vuotisia; taimien syntymävuosi oli siis 1902. Istutus suoritettiin avoimiin kuoppiin 1.5 × 1.5 m:n, erään tiedon mukaan 1.5 × 1.8 m:n välimatkoin, mistä ei kuitenkaan voitu pitää tiukasti kiinni maan kivisyyden vuoksi.

Istutusalueelle nousi sankka, lähes metrin korkuinen heinäkasvillisuus, joka uhkasi tukahduttaa nuoret taimet ja josta syystä todennäköisesti täydennysistutuksetkin v. 1907 ja 1908 kävivät välttämättömiksi. Taimistoa hoidettiin kuitenkin huolellisesti siten, että heinää leikattiin useina vuosina, kunnes se kävi tarpeettomaksi.

Leppääkin ilmestyi alalle runsaasti, mutta ei kuitenkaan niin paljon, että se olisi olennaisesti vaikeuttanut puuston kehitystä, mikä sai jatkua häiriintymättömänä käytännöllisesti katsoen v:een 1932, siis 30-vuotiseksi asti. Tosin v. 1924 oli metsiköstä poistettu muutamia lumenmurtoja ja sekapuuta, mutta pääjaksoon ei ennen vuotta 1932 kohdistettu varsinaista harvennustoimenpidettä. Mainittu vuosi merkitsi kuitenkin käännettä metsikön historiassa, sillä tällöin siihen perustettiin metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston toimesta kaksi koealasarjaa, jotka käsittivät kaikkiaan 5 koealaa. Eräät perustiedot näistä koealoista käyvät ilmi seuraavasta asetelmasta.

Koeala <i>Sample plot</i>	Koko, ha <i>Size, ha.</i>	Metsätyyppi <i>Forest site type</i>	Harvennusmenetelmä <i>Thinning method</i>
1 a	0.25	OMaT	vahva alaharv. — <i>heavy low th.</i>
1 b	0.21	OMaT	vahva yläharv. — <i>heavy crown th.</i>
1 c	0.10	OMaT	luonnontilainen — <i>no treatm.</i>
2 a	0.25	OMT	vahva alaharv. — <i>heavy low th.</i>
2 b	0.20	OMT	vahva yläharv. — <i>heavy crown th.</i>

Niin kuin asetelmasta nähdään, Raution istutuskuusikko ei sijaitse yhtenäisellä kasvupaikalla, sillä siihen on ollut mahdollista perustaa sekä käenkaali-oravanmarja- (OMaT) että käenkaali-mustikkatyyppiä (OMT) edustavat koealasarjat. Tämä on tietenkin omiaan avartamaan käsillä olevan tutkimuksen mahdollisuuksia kyseisen ongelman käsittelyssä siitä suppeasta näköpiiristä, minkä yhtäläisellä kasvupaikalla sijaitseva metsikkö olisi tarjonnut. Luonnontilaisen koealan säilyttäminen on niinikään lisännyt toisen koealasarjan arvoa, sillä näin tarjoutuu tilaisuus eräisiin mielenkiintoisiin vertailuihin hakkuin käsiteltyjen ja käsittelemättömien metsikön osien välillä. Positiivisena piirteenä on tämän tutkimuksen kannalta pidettävä myös sitä, että kummastakin harvennusmenetelmästä on koekeseeen sijoitettu vain yksi aste, vahva harvennus, koska näin on välttytty hajoittamasta liikaa kokeen piiriä ja koska mainittu aste lienee lähinnä käytännössä kysymykseen tulevaa hakkuun voimakkuutta.

Koealasarjojen perustamisesta lähtien Raution istutuskuusikkoa on hoidettu säännöllisin harvennuksin. Hakkuin käsiteltävillä osilla on harvennuksia suoritettu v. 1932, 1938, 1945, 1950 ja 1955 pyrkien seuraamaan mahdollisimman kirjaimellisesti niitä ala- ja yläharvennuksesta annettuja ohjeita, joita kestokoealoilla sovellettu harvennusasteikko on sisältänyt (L. I l v e s s a l o 1929). Joka harvennuksen yhteydessä on koealojen puustot mitattu mahdollisimman tarkoin menetelmin ja välinein noudattaen niitä ohjeita, jotka Y. I l v e s s a l o (1932, 1952) on esittänyt. Kun metsikön pääjaksoa ei ollut käsitelty ennen koealojen perustamista käytännöllisesti katsoen lainkaan, koealoilla tähän mennessä tuotettu puumäärä, harvennusten osuus siitä ja puuston kehitys harvennusten aloittamisen jälkeen tunnetaan mahdollisimman tarkoin.

Äskettäin on Raution istutuskuusikossa alkanut jälleen uusi ja nyt kysymyksessä olevien kestokoealojen osalta valitettava vaihe. Jo varhemminkin, esim. v. 1942, on lumi jossain määrin häirinyt harvennuskokeita, mutta riipein toimenpitein on vahinko voitu pitää siedettävissä rajoissa ja harvennusmenetelmät toisistaan erillään. Sen sijaan maan eteläosan metsissä kevättalvella 1959 vallinnut poikkeuksellisen voimakas lumituho teki lopulta täysin mahdottomaksi harvennuskokeiden jatkamisen Raution istutuskuusikossa ainakin ala- ja yläharvennuksen vaikutusten vertailua

silmällä pitäen. Lumen aiheuttamien vahinkojen poistamisen jälkeen ei voida enää erottaa, mikä koealoista edustaa ala- ja mikä yläharvennusta, sillä vauriot ovat kohdistuneet yhtä voimakkaina kaikkiin koealoihin.

Mainitut lumituhot ja niiden aiheuttama koealasarjojen ensisijaisen tavoitteen muuttuminen ovat antaneet juuri aiheen käsillä olevan julkaisun valmistamiseen. Vaikka koealasarjojen käsittelyä ja mittauksia tullaan jatkamaan, ne eivät tästä eteenpäin voi tuoda valaistusta ala- ja yläharvennuksen ongelmiin. Tältä osin suoritettiin v. 1960 loppuinventointi, jossa tutkittiin jäljellä olevan puuston määrä ja varmennettiin yhtiön metsäammattimiesten laatima mittaussuunnitelma lumen murtamista puusta. Tähän mittaukseen nojautuen voidaan puuston kehitys esittää v. 1960 asti, jolloin puusto on 58-vuotista, ja ilman olennaista virhetekijää voidaan katsoa, että kyseiset harvennusmenetelmät ovat olleet voimassa tähän vuoteen saakka. Harvennuspoistuman määrää ja koostumusta tarkasteltaessa mukaan ei luonnollisestikaan voida sisällyttää lumenmurtojen osuutta, vaan tältä osin on tyydyttävä vain vuosien 1932—1955 hakkuiden esittelyyn.

Ala- ja yläharvennuksen käsitteet

Ennen kuin käydään tarkastelemaan eri harvennusmenetelmien vaikutusta puuston kehitykseen, on paikallaan selvittää, mitä käsitteillä alaharvennus ja yläharvennus tarkoitetaan. Tältä osinhan on käytännössä käsitteiden sekaannusta tapahtunut siten, että alaharvennusta on erehdytty pitämään pelkästään syrjäytettyjen puiden poistamisena ja yläharvennusta lähinnä harsintaan rinnastettavissa olevana hakkuumenetelmänä (vrt. Y l i - V a k k u r i 1949).

Ensiksikin on todettava, että kysymyksessä olevia harvennusmenetelmiä määriteltäessä voidaan lähteä lukuisista näkökohdista. Meikäläisestä poikkeavana voidaan esittää esim. U l l é n i n (1940) periaate, jonka mukaan kasvatushakkuuta voidaan pitää yläharvennuksena silloin, kun runkoluvun ja kuutiomäärän poistosadannekset ovat samaa suuruusluokkaa, sekä alaharvennuksena siinä tapauksessa, että runkoluvun poistosadanne on vähintään 40 % suurempi kuin kuutiomäärän poistosadanne. Toisena pohjoismaisena esimerkkinä mainittakoon E i d e n ja L a n g s a e t e r i n (1941) käyttämä menetelmä. Heidän mukaansa yläharvennuksena voidaan pitää kasvatushakkuuta, jossa poistettujen puiden keskiläpimita on enemmän kuin 85 % jäljelle jääneiden puiden keskiläpimitasta, ja alaharvennuksena toimenpidettä, jossa vastaava suhdeluku on pienempi kuin 70 %. Eräänlaisena erikoisuutena voitaneen tuoda lisäksi esille asteikko, jossa eri harvennusmenetelmät erotetaan vuosilustojen paksuuden perusteella (H i l e y ja L e h t p e r e 1955).

Suomalaisessa harvennusasteikossa, joka liittyy kiinteästi ruotsalaiseen ja kansainvälisen metsätieteellisten tutkimuslaitosten liiton asteikkoon, on lähdetty kokonaan toisista perusteista kuin yllä esitellyissä menetelmissä (vrt. L. Ilvessalo 1929; Miettinen 1930; Y. Ilvessalo 1932, 1952; Yli-Vakkuri 1949). Harvennusasteikon perustana on ns. biologinen puunluokitus, joka pyrkii yksilöiden välisessä kilpailussa esiintyvien kehitystyyppien ja niiden aseman kuvaamiseen. Harvennusasteikossa on lueteltu ne puuluokat, joita kussakin menetelmässä tai asteessa on etupäässä poistettava. Kun tämän asteikon perusteet ovat tulleet yksityiskohdin esille kappaleen alussa mainituissa julkaisuissa, voidaan nyt tyytyä lähinnä ala- ja yläharvennuksen periaatteellisten erojen ja samankaltaisuuksien esittämiseen.

Ylä- ja alaharvennuksen eroja ja yhtäläisyyksiä on havainnollisesti esittänyt Yli-Vakkuri (1949). Hän toteaa, että karkeasti ottaen ala- ja yläharvennus oikein käsitettyinä suhtautuvat metsikön edelleen kasvatettavaan, arvokkaimpaan osaan, vallitseviin latvuserroksiin, samalla tavalla ja että ero näiden harvennustapojen välillä on siinä, että alaharvennus poistaa ne syrjäytetyt puut, jotka yläharvennus jättää runkoja ja maata suojaamaan. Lisäksi hän esittää, että yläharvennus on lievässä muodossaan kokonaisuutena ehkä vastaavaa alaharvennusta voimakkaampi, vahvassa asteessa suurin piirtein alaharvennuksiin rinnastettavissa ja erittäin vahvassa asteessa lievempi kuin alaharvennus.

Näihin ajatuksiin voidaan monin kohdin yhtyä. Syynä siihen, että Yli-Vakkuri (mt.) on päätenyt näin perusteelliseen samankaltaisuuteen esim. vahvojen asteiden vertailussa, on kuitenkin epäilemättä hänen tarkastelunsa kaavamaisuus, mistä johtuen kullekin puuluokalle on varattu yhtä suuri tila kiinnittämättä huomiota niiden esiintymisrunsauteen. Näin menetellen on vahvan alaharvennuksen ja yläharvennuksen ero, joka rajoittuu vallitsevien puiden osalta vain a-merkinnällä varustettuihin puihin, näyttänyt merkityksettömältä. Itse asiassa merkinnällä a- varustettavia puita lienee metsiköissä yleensä enemmän, josta syystä myös vahvaa yläharvennusta, joka poistaa näin merkityt puut, on pidettävä teoreettisesti vahvaa alaharvennusta selvästi voimakkaampana vallitsevien latvuserosten puiden kasvuolosuhteita silmällä pitäen. Sitä vastoin erittäin vahva yläharvennus näyttää todellakin teoreettisesti olevan erittäin vahvaa alaharvennusta lievempi siten, että se jättää vallitut puut pystyyn, kun vahva alaharvennus taas poistaa ne.

Mutta harvennusasteikot ovat teoreettisia rakennelmia, joita vain harvoin voidaan soveltaa kaavamaisesti todellisissa metsiköissä. Ajatellaan esim. tapausta, jossa latvukseltaan virheettömiä, N-merkinnällä varustettavia puita on hyvin vähän. Erittäin vahvan harvennusasteen kaavamainen noudattaminen johtaisi sellaisessa erikoistapauksessa pikemminkin väljen-

nys- kuin harvennushakkaukseen. Näin poikkeukselliset lähtökohdat eivät tietenkään tule yleisesti kysymykseen, mutta harvennusasteikon kaavamainen seuraaminen voisi joka tapauksessa usein pilata kokeen. Näin siis harvennusasteikkoa sovellettaessa tulee mukaan leimaajasta riippuva subjektiivinen tekijä, joka usein määrännee, minkälaisiksi erot harvennusasteiden välille muodostuvat. Inhimillisen tekijän mukanaolo on tietenkin harvennusasteikon johdonmukaisen soveltamisen kannalta valitettava piirre mm. sen tähden, että harvennusten voimakkuuden ajan mukana käytännön sektorilla vaihdellessa vastaavaa vaikutusta voi esiintyä myös harvennusasteiden voimakkuudessa. Monet muutkin seikat, kuten esim. kokeista vastaavan henkilön vaihtuminen, voivat osaltaan aiheuttaa epäjohtonmukaisuutta harvennuskokeiden käsittelyssä.

On siis todettava, että ala- ja yläharvennuksen välinen ero voi olla teoriassa ja käytännössä merkittävästi erilainen. Teoreettiset erot on edellä tuotu esille. Nyt kysymyksessä olevissa harvennuskokeissa todella esiintyneet erot tulevat taas ilmi jäljempänä tarkasteltaessa eri tavoin käsiteltyjen koealojen harvennuspoistuman määrää ja rakennetta.

Ala- ja yläharvennuksen vaikutus puuston kehitykseen

Puusto koealasarjoja perustettaessa

Harvennuskokeiden suorituksessa pyritään nykyisin siirtymään ns. toistoperiaatteen soveltamiseen. Tämän periaatteen mukaan kutakin käsittelytapaa tai -astetta edustaa koealasarjassa useampi kuin yksi koeala. Näin menetellen metsikön ei tarvitse olla ehdottoman yhtenäinen, vaan tutkimustulosten merkitsevyyttä vaarantamatta voidaan sallia melkoista vaihtelua koealojen välillä. Samalla saavutetaan se etu, että tulosten luotettavuus voidaan todeta tilastomatemattisesti tähän vaihteluun nojautuen. Mutta 1930-luvulla, jolloin Raution istutuskuusikon kestokoealasarjat perustettiin, toistoperiaate oli ainakin kasvututkimuksissa tuntematon. Kutakin käsittelytapaa ja -astetta varten perustettiin vain yksi koeala. Kun näin meneteltiin, oli tärkeää, että tutkimuksen lähtökohta, ts. puusto koetta aloitettaessa, oli eri koealoilla mahdollisimman yhtäläinen. Samasta syystä on myös käsillä olevassa julkaisussa aluksi esitettävä, minkälainen lähtökohta eri koealojen puustoilla on ollut tutkimuksia aloitettaessa v. 1932, jolloin siihen mennessä miltei täysin luonnontilainen puusto oli 30-vuotista. Tarkastelua varten viitataan taulukkoon 1 ja kuvaan 1.

Taulukosta ja kuvasta nähdään, että varsinkin koealasarjan 2 osat a ja b on saatu niitä perustettaessa sijoitetuiksi hyvin samankaltaisiin

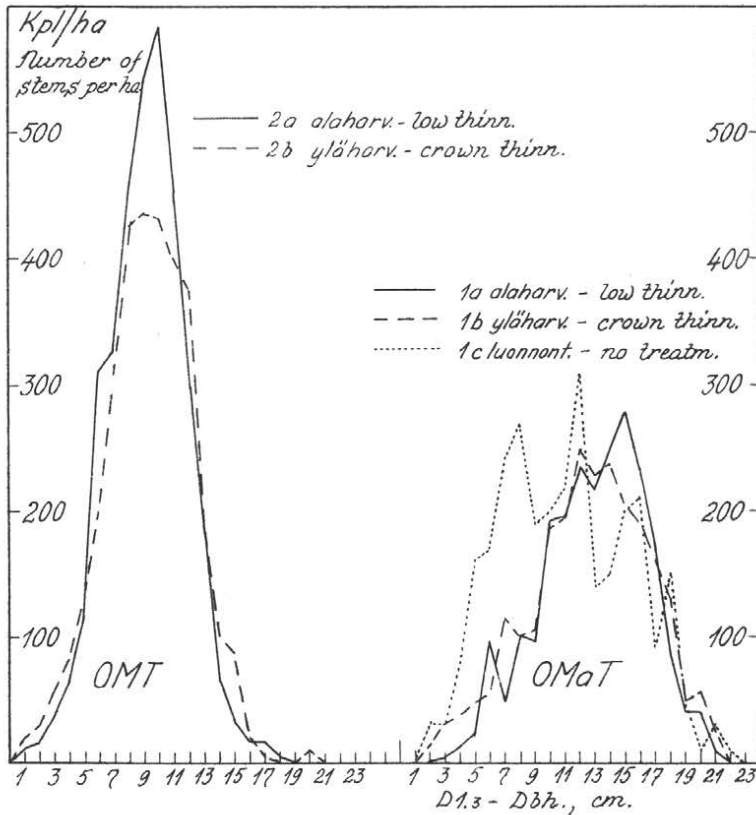
Taulukko 1. Puusto 30-vuotisena, ts. kokeen aloitushetkellä v. 1932, eri koealoilla.

Table 1. The growing stock on different sample plots in the year 1932, at the age of 30 years, when the experiment was started.

Koeala Sample plot	Harv. menetelmä Thinn. method	Runkoluku, kpl/ha Number of stems per ha.	Keskiläpimitta, cm Mean diameter, cm.	Valtaläpimitta, cm Dominant diameter, cm.	Valtapituus, m Dominant height, m.	Kuutiomäärä k:tta, k-m ³ /ha Volume excl. bark, solid cu.m. per ha.
1 a	alah. — low th.	2 324	12.9	19.4	13.4	186
1 b	yläh. — crown th. .	2 419	12.6	20.0	13.4	190
1 c	luonnont. — no tr.	2 940	11.1	20.0	13.0	181
2 a	alah.	3 536	9.2	15.3	12.1	120
2 b	yläh.	3 305	9.3	15.8	12.1	122

metsikön osiin. Tästä on osoituksena jo se seikka, että sellaiset yleensä herkästi vaihtelevat tunnuksat, kuten runkoluku ja keskiläpimitta, ovat lähellä toisiaan eri osilla. Kaikkein vakuuttavinta on kuitenkin metrin kymmennyksen tarkkuudella sama valtapituus ja vain parin kiintokuutiometrin ero kuorettomassa kuutiomäärässä. Mikäli jotakin eroa on, se merkitsee hieman edullisempaa lähtökohtaa yläharvennuksin käsiteltävälle puustolle, jonka kuutiomäärä on vähän suurempi ja runkolukusarja jossain määrin järeämpi kuin alaharvennuksin käsiteltävän puuston. Valtapituuden perusteella arvosteltuna voidaan lisäksi päätellä, että sarjan koealat sijaitsevat identtisillä kasvupaikoilla ja että boniteettieroja ei tarvitse ottaa huomioon vertailussa.

Aivan yhtä suurta samankaltaisuutta ei sitä vastoin osoita koealasarjan I osien a, b ja c puustojen lähtökohdan tarkastelu. Esim. osan c valtapituus ja kuoreton kuutiomäärä näyttäisivät viittaavan siihen suuntaan, että tämän koealan kasvupaikan boniteetti olisi jonkin verran heikompi kuin muiden koealojen. Tähänkin on kuitenkin suhtauduttava varauksin, sillä v. 1960 on puuston valtapituuden todettu olevan kaikilla sarjan osilla lähes kymmennesosametrim tarkkuudella sama. Näin ollen on tuskin aihetta olettaa, että boniteettieroilla olisi tässäkin tapauksessa olennaista vaikutusta tutkimuksen tuloksiin. Huomiotta ei ole kuitenkaan jätettävä sitä seikkaa, että luonnontilaisen koealan kuoreton kuutiomäärä on ollut kokeen perustamishetkellä jonkin verran, 5—9 k-m³/ha, pienempi kuin muilla koealoilla ennen harvennusta. Puuston järein osa näyttää luonnontilaisella koealalla olevan kuitenkin valtaläpimitan ja runkolukusarjan perusteella harventaen käsiteltyihin puustoihin rinnastettavissa. Kaiken kaikkiaan näyttäisi kuitenkin siltä, että jossain määrin suotuisin lähtökohta olisi nytkin yläharvennuksin käsiteltävällä puustolla ja huonoin luonnontilaisella koealalla.



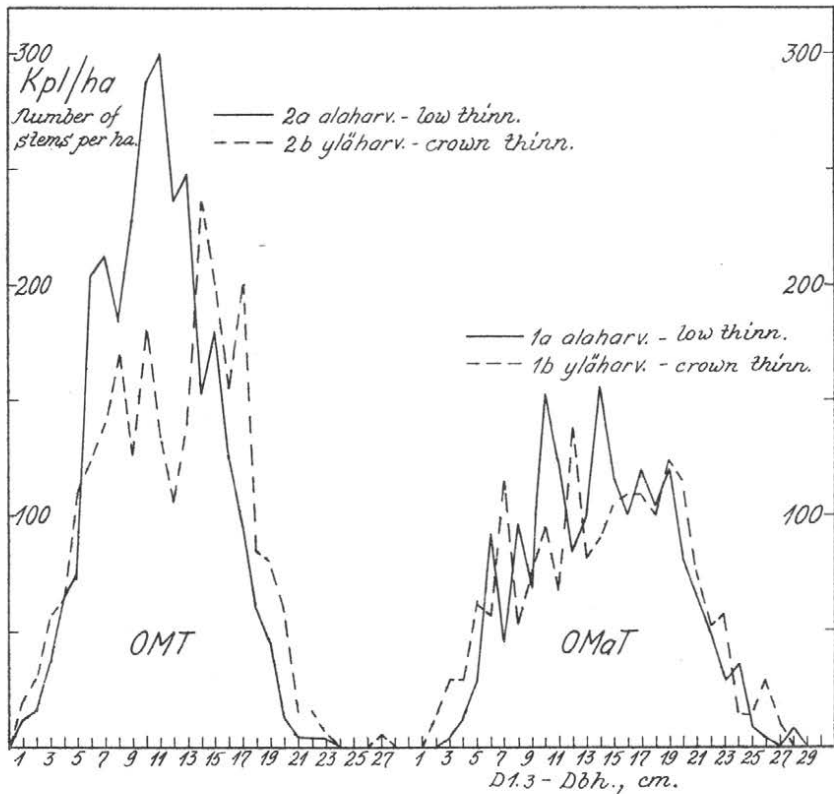
Kuva 1. Eri koealojen runkolusarjat niiden perustamishetkellä.

Fig. 1. Stem distribution series of different sample plots at the moment of their establishment.

Kokeen perustamisen aikaisen puuston tunnusten tarkastelu viittaa siis siihen suuntaan, että kummankin sarjan puitteissa koealat sijaitsevat tyydyttävästi samanarvoisella kasvupaikalla ja että boniteettieroja ei siis tarvitse ottaa olennaisena tekijänä huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Sitä vastoin on todettava, että puuston lähtökohta on ollut joskaan ei liiallisesti niin kuitenkin siinä määrin erilainen eri osilla, että siihen on tarkastelussa eri tunnusten kohdalla kiinnitettävä huomiota.

Harvennuspoistuma

Ala- ja yläharvennuksen käsitteitä tarkasteltaessa (s. 10) tuotiin esille Yli-Vakkurin (1949) käsitys, että vahva alaharvennus ja vahva yläharvennus olisivat kokonaisvaikutukseltaan likimain yhtä voimakkaita puuston käsittelytapoja. Mikäli tämä pitäisi paikkansa, käsillä oleva tutki-



Kuva 2. Eri koaloilla v. 1932—55 suoritetujen harvennusten runkolukusarjat.
 Fig. 2. Stem distribution series of the removal in thinnings in the years 1932—55 in different sample plots.

mus olisi aiheeton, koska jo etukäteen olisi odotettavissa tietynlainen loppupäätelmä. Ennen kuin käydään ala- ja yläharvennuksen vaikutusten erittelyyn, on sen vuoksi syytä tarkastella eri koaloilta kokeen kestäessä poistettuja puumääriä ja niiden koostumusta.

Runkolukusarja

Havainnollisin käsitys poistettujen puiden lukumäärästä ja järeyssuh-teista saataneen tarkastelemalla niiden jakaantumista rinnankorkeudelta mitattuihin läpimittaluokkiin, kuten kuvassa 2 on esitetty. Kuvan sarjat tarkoittavat varsinaisissa harvennuksissa v. 1932—55 poistettuja puita (vrt. s. 8), eikä niihin siis sisälly lumituhojen v. 1959 aiheuttamaa poistumaa.

Tarkastelussa on syytä kiinnittää huomiota varsinkin kuvassa vasem-malla oleviin koalasarjan 2 runkolukusarjoihin, koska niistä käyvät par-

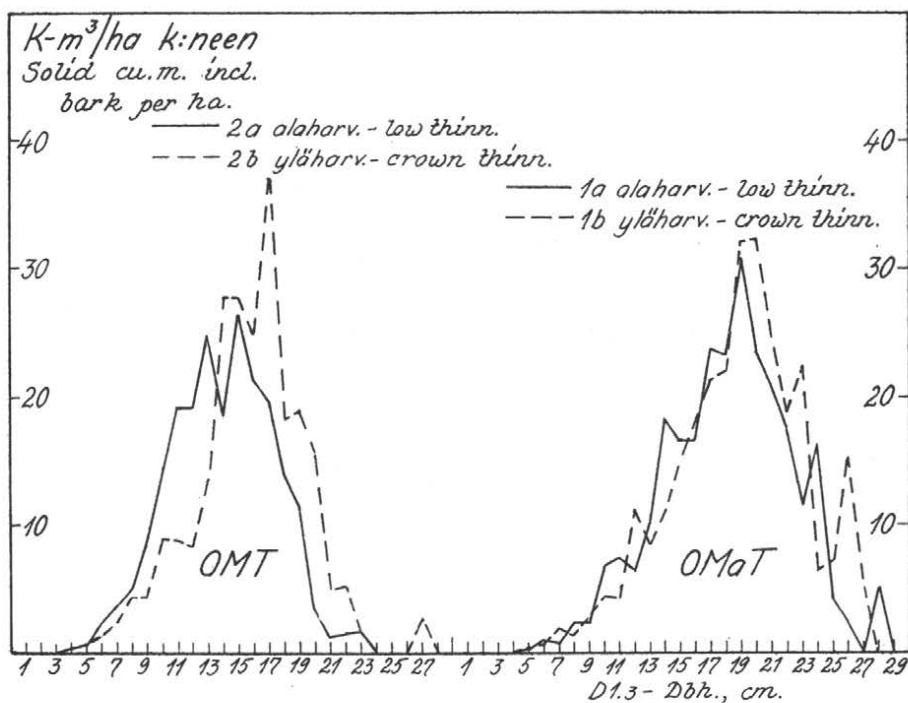
haiten selville ala- ja yläharvennuksissa poistettavien puiden olennaiset erot. Saattaa ehkä tuntua yllättävältä, että ohuimpien läpimittaluokkien puita on poistettu yläharvennuksissa enemmän kuin alaharvennuksissa, sillä ensiksi mainitussahan pienet puut pitäisi jättää suojaamaan maata, kuten termi kuuluu. Itse asiassa ero on kuitenkin vain siinä, että alaharvennuksissa poistetaan ohuimmat puut heti ensimmäisellä kerralla, kun taas yläharvennuksissa niitä leimataan sitä mukaa, kun ne käyvät varsinaiseen tarkoitukseensa soveltumattomiksi. Näin yläharvennuksin käsitellyissä metsiköissä joudutaan tahattomasti kasvattamaan ohuiden läpimittaluokkien puita, ja kun ne lopulta joudutaan kuitenkin poistamaan, niiden osuus on muodostunut metsikön kokonaisrunkolukuun verrattuna todennäköisesti suuremmaksi kuin alaharvennuksin käsitellyissä metsiköissä. Nyt kysymyksessä olevassa tapauksessa ei ohuiden läpimittaluokkien osalta ole kuitenkaan kysymys niinkään paljon harvennusmenetelmien vaikutuksesta kuin puuston lähtökohdan erilaisuudesta (vrt. kuva 1, s. 13).

Kuten odottaa saattaakin, alaharvennusten painopiste pitempien ajanjaksojen kuluessa on keskivahvuisten puiden poistamisessa. Sellaisten puiden määrä on alaharvennuksissa merkittävästi suurempi kuin yläharvennuksissa. Yhtä odotetusti havaitaan, että yläharvennuksissa poistetaan enemmän paksuja puita kuin alaharvennuksissa. Varsinkin koealasarjalla 2 tämä on erittäin selvästi havaittavissa, mutta myös koealasarjalta 1 voidaan tehdä sama toteamus.

Poistuman runkolukusarjan tarkastelu ei tue siis olettamusta (vrt. s. 13), että vahva ala- ja yläharvennus olisivat yhtä voimakkaita puuston käsittelytapoja. Ainakin todellisissa maastokokeissa poistuman rakenne on siinä määrin erilainen, että vahvan ala- ja yläharvennuksen kokonaisvaikutuksia on pidettävä olennaisesti erilaisina. Yläharvennus poistaa pitkäkhön ajan kuluessa selvästi enemmän paksuimpia puita, mutta huomattavasti vähemmän keskivahvoja puuyksilöitä kuin alaharvennus. Tämä onkin epäilemättä kestokoealoilla sovelletun harvennusasteikon hengen mukaista, joten voitaneen todeta, että monista vaikeuksista huolimatta tätä asteikkoa on kyetty ainakin nyt kysymyksessä olevilla koealasarjoilla soveltamaan tyydyttävästi ja tavalla, joka on merkinnyt puuston kannalta olennaisesti erilaisia käsittelytapoja.

Kuutiomääräsarja

Runkolukusarjaa havainnollisemmin tuo ala- ja yläharvennuksen erot näkyviin kuutiomääräsarja, ts. poistopuuston kuutiomäärän jakaantuminen rinnankorkeudelta mitattuihin läpimittaluokkiin. Runkolukusarjoissahan vähäpätöiset ohuet läpimittaluokat saavat helposti liian painavan sijan,



Kuva 3. Harvennuspoistuman kuutiomääräsarjat eri koealoilla.
 Fig. 3. Volume distribution series of the removal in thinnings in different sample plots.

samalla kun vahvimpien läpimittaluokkien osuus tulee aliarvioiduksi. Kuutiomääräsarjat tuovat taas paremmin esille eri läpimittaluokat niiden taloudellista merkitystä vastaavasti. Poistuman kuutiomääräsarjat on esitetty kuvassa 3.

Kuvasta vahvistuu käsitys, että vahva ala- ja yläharvennus ovat todella merkittävästi eriaisteisia metsikön käsittelytapoja. Koealasarjalla 2 on yläharvennuksissa poistettu 14 cm ja sitä paksumpia puita kuutiomääräisesti huomattavasti enemmän kuin alaharvennuksissa. Vastaavasti mainittua läpimittaa ohuempien puiden kuutiomäärä on alaharvennuksissa selvästi suurempi kuin yläharvennuksissa. Koealasarjalla 1 ero kyseisten harvennusmenetelmien välillä ei ole aivan yhtä selvä. Likimääräisesti voidaan kuitenkin todeta, että 19 cm ja sitä paksumpia puita on poistettu yleensä enemmän yläharvennuksissa ja sitä ohuempia alaharvennuksissa.

Kuvasta käy havainnollisesti ilmi myös se seikka, että kaikkein ohuimpien läpimittaluokkien poistumassa havaittavat erot vahvan ala- ja yläharvennuksen välillä ovat kokonaisvaikutukseltaan merkityksettömiä, siksi vähäinen näiden puiden kuutiomäärä on. Toisaalta kuva osoittaa selvästi

myös sen seikan, että alaharvennus ei ole suinkaan vain ohuiden syrjäytettyjen puiden poistamista, sillä sen poistuman vaihtelualue on käytännöllisesti katsoen yhtä laaja kuin yläharvennuksessa. Varsinainen ero on siis vain eri järeysluokkiin kuuluvien puiden runsaussuhteissa.

Keski- ja valtaläpimitta

Poistettujen puiden paksuussuhteita voidaan havainnollistaa vielä keski- ja valtaläpimitan avulla. Edellinen tarkoittaa koko runkoluvulla punnittua ja jälkimmäinen hehtaaria kohden 100 paksuimman puun aritmeettista keskiarvoa. Vertailu on nähtävissä seuraavassa asetelmassa.

Koeala <i>Sample plot</i>	Harv menetelmä <i>Thinn. method</i>	Poistuman keskiläpimitta, cm <i>Mean diameter of removal, cm.</i>	Poistuman valtaläpimitta, cm <i>Dominant diameter of removal, cm.</i>
1 a	alaharv. — <i>low th.</i>	14.1	23.9
1 b	yläharv. — <i>crown th.</i>	14.2	24.7
2 a	alaharv.	10.8	19.2
2 b	yläharv.	11.8	21.0

Vuosina 1932—55 suoritetuissa harvennuksissa poistettujen puiden keskiläpimitta on asetelman mukaan kestokoealasarjan 1 ala- ja yläharvennuksin käsitellyillä osilla jotakuinkin sama, sillä eroa on vain 0.7 %. Käsitteilyn voimakkuuseroa kuvanee kuitenkin paremmin poistuman valtaläpimitta, mikä yläharvennuksin käsitellyllä koealalla on 0.8 cm eli 3.3 % suurempi kuin alaharvennuksin käsitellyllä.

Kuten aiemminkin on käynyt ilmi, koealasarjan 2 osien väliset erot ovat edellistä merkittävästi selvemmät. Samaa osoittaa myös edellä oleva asetelma, jossa yläharvennuksissa kertynyt poistuma on keskiläpimitaltaan 9.3 % ja valtaläpimitaltaan 9.4 % järeämpää kuin vastaavissa alaharvennuksissa. Varsinkin koealasarjan 2 osalta on siis kysymyksessä käsitteilyn ero, joka on luonut jäljellä olevalle puustolle olennaisesti erilaiset kehitysedellytykset.

Kuutiomäärä

Täydentävän käsityksen vahvan ala- ja yläharvennuksen eroista antaa vielä poistuman kuutiomäärä ja sen osuus kokonaiskasvusta v:een 1955 mennessä, jolloin viimeinen varsinainen harvennushakkuu suoritettiin ja jolloin puusto oli 53-vuotista. Seuraavassa asetelmassa luvut tarkoittavat poistuman kuutiomäärää kiintokuutiometreinä kuoretonta puuta.

Koeala <i>Sample plot</i>	Harv.menetelmä <i>Thinn.method</i>	Kokonaispoistuma, k-m ³ /ha <i>Total removal, solid cu.m. excl. bark per ha.</i>	Osuus kokonais- kasvusta, % <i>Proportion to total growth, %</i>
1 a	alaharv. — <i>low th.</i>	236	50.9
1 b	yläharv. — <i>crown th.</i>	254	53.7
2 a	alaharv.	192	50.3
2 b	yläharv.	211	57.9

Kuten asetelmasta voidaan todeta, myös koealasarjan 1 osat eroavat kokonaispoistuman perusteella arvosteltuina selvästi toisistaan. Yläharvennuskoealan poistuman kuutiomäärä on nim. 7.6 % suurempi ja sen osuus kokonaiskasvusta absoluuttisesti 2.8 % ja suhteellisesti 5.5 % voimakkaampi kuin alaharvennuskoealan. Vastaavasti koealasarjalla 2 yläharvennusten aiheuttama poistuma on 9.9 % suurempi kuin alaharvennuskoealalla. Suhteellinen osuus kokonaiskasvusta on tämän sarjan puitteissa yläharvennuskoealalla absoluuttisesti 7.6 % ja suhteellisesti peräti 15.1 % suurempi kuin alaharvennuskoealoilla.

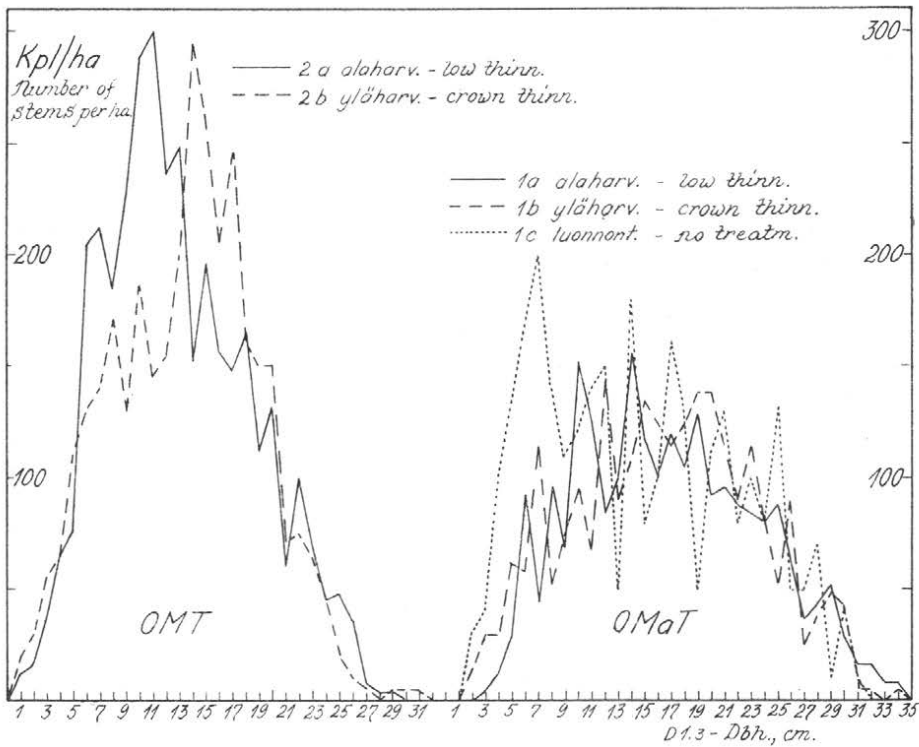
Yhteenvetona voitaneen todeta, että ala- ja yläharvennus, sellaisina kuin niitä on sovellettu Raution istutuskuusikon kestokoealasarjoilla, eroavat toisistaan yhtä hyvin poistuman kokonaismäärän kuin sen rakenteenkin puolesta verraten selvästi. Nimenomaan koealasarja 2 on tässä mielessä käsillä olevan selvittelyn kannalta arvokas.

Tuotetut puumäärät

V. 1960 suoritettujen mittauksen perusteella tunnetaan eri koealoilla v. 1959 tapahtuneen lumituhon jälkeen jäänyt puusto. Kun tähän lisätään edellä selostettu harvennuspoistuma (s. 13—18) ja lumenmurtojen osuus, päädytään puuston 58. ikävuoteen mennessä tuottamaan puumäärään, mitä seuraavassa on tarkoitus käsitellä. Laskelmaan sisältyy kaksi lumituhon jälkeistä kasvukautta, mutta niiden vaikutus voitaneen sivuuttaa vertailussa merkityksettömänä.

Runkolukusarja

Koealojen perustamisen aikaista puustoa tarkasteltaessa (kuva 1, s. 13; taul. 1, s. 12) todettiin, että kokeen lähtökohta oli eri koealoilla varsin yhtäläinen. Toisaalta jouduttiin kuitenkin toteamaan, että mikäli eroa on havaittavissa, se merkitsee yläharvennuksin käsiteltäville puustoille muita



Kuva 4. Eri koealoilla 58 vuoden kuluessa tuotetun puuston runkolukusarjat.

Fig. 4. Stem distribution series of the trees produced by different sample plots during 58 years.

jossain määrin edullisempaa lähtöasemaa mm. runkolukusarjan osalta. Tämä tosin lievä lähtökohdan ero taustana on mielenkiintoista tarkastella eri käsittelytapojen vallitessa tuotettujen puiden jakaantumista läpimittaluokkiin. Tarkastelua varten viitataan kuvaan 4.

Koealasarjalla 2 on yläharvennuskoealalla 58. ikävuoteen mennessä tuotettu ohuimpien (alle 5 cm:n) läpimittaluokkien puita enemmän kuin alaharvennuskoealalla. Kuten edellä on tuotu esille (s. 15), tässä on kuitenkin pääosaltaan kysymys koealojen puustojen lähtökohdan erilaisuudesta ja kenties vain vähäiseltä osalta harvennusmenetelmien vaikutuksesta. Kun näillä läpimittaluokilla ei ole juuri taloudellista merkitystä, ne voidaan käsillä olevassa vertailussa jättää vähälle huomiolle. Sitä vastoin on syytä kiinnittää erityistä huomiota keskivahvojen läpimittaluokkien puulukumääriin, sillä niiden kohdalla ala- ja yläharvennuksen väliset erot näyttävät olevan selvimmillään. Koealasarjan 2 alaharvennuksin käsitel-

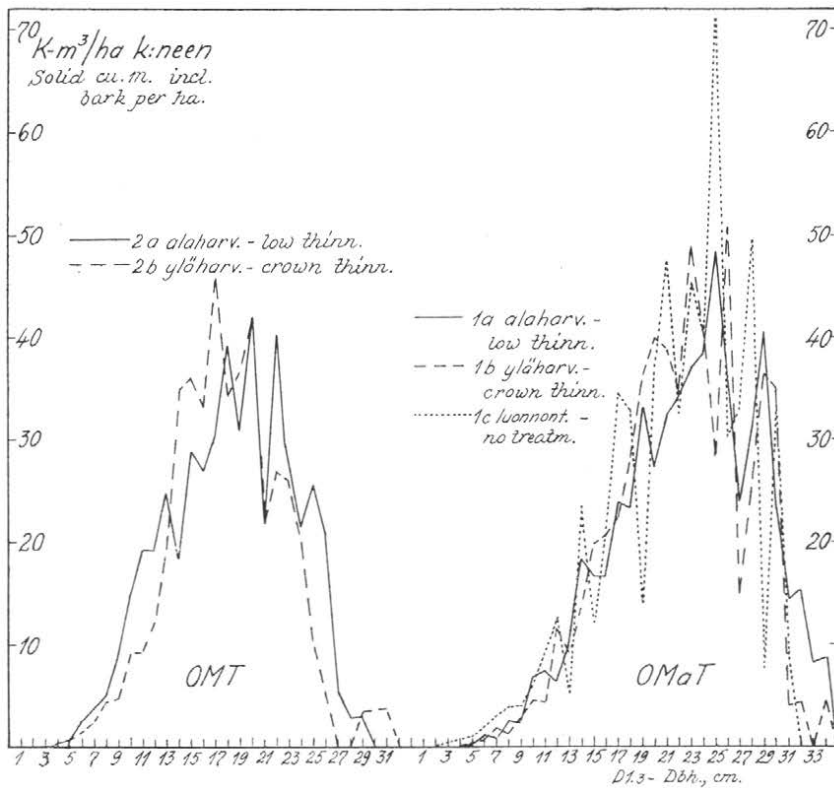
lyllä osalla on 6—13 cm:n puita tuotettu merkittävästi enemmän kuin yläharvennuskoealalla, kun taas viimeksi mainitulla on läpimittaluokkien 14—17 cm puita kertynyt selvästi useampia kuin edellisellä. Näin siis runkolukusarjan keskivyohykkeellä yläharvennus näyttäisi johtavan olennaisesti järeämpään tuotoksen rakenteeseen kuin alaharvennus. Läpimittaluokissa 18—24 cm koealojen vertailu on yhä jossain määrin yläharvennuksen voittoinen, mutta niitä järeämissä läpimittaluokissa alaharvennuksin käsitelty puusto näyttäisi olevan melkoisesti yläharvennuksin käsiteltävää puustoa edullisempi. Tosin kaikkein järeimmät puut ovat yläharvennuskoealalta, mutta kaiken kaikkiaan runkolukusarjan yläpään tarkastelusta jää vaikutelmaksi alaharvennuskoealan lievä paremmuus. Alaharvennuskoealan tuottaman puuston järeimmän osan runsaus yläharvennuskoealaan verrattuna saa lisämerkitystä siitä edellä esitetystä toteamuksesta, että yläharvennuskoealan puuston lähtökohta on ollut koealaa perustettaessa jonkin verran edullisempi kuin alaharvennuskoealan.

Likimain samantapaisiin päätelmiin tullaan koealasarjan 1 eri osien vertailusta. Nimenomaan on syytä tähdentää, että myös tässä tapauksessa on alaharvennuksin käsitelty puusto tuottanut 58-vuotisen eliniän kuluessa järeimpiä läpimittaluokkia edustavia puita enemmän kuin yläharvennuskoeala siitä huolimatta, että lähtökohta on ensiksi mainitulla koealalla ollut käsittelyä aloitettaessa jonkin verran epäedullisempi. Merkille pantavaa on niin ikään, että luonnontilainen koeala ei ole kyennyt tuottamaan kolmesta koealasta järeimpiä puita, vaikka kokeen aloitushetkellä sen runkolukusarja ulottui ylimmänsä rinnankorkeusläpimitan vaihteluasteikossa.

Mikäli nyt suoritettussa tarkastelussa havaituille eroille voidaan antaa yleistä kantavuutta, ne osoittaisivat, että alaharvennuksin käsiteltyjen hyvän kasvupaikan istutuskuusikoiden järeimmän osan kehitys olisi jonkin verran nopeampaa kuin yläharvennuksin käsiteltyjen metsiköiden, mutta että keskivahvoja puuyksilöitä kertyisi jälkimmäisessä enemmän kuin edellisessä. Viitteitä on myös siihen suuntaan, että harvennuksin käsiteltyjen istutuskuusikoiden järeimpien yksilöiden kehitys olisi jonkin verran nopeampaa kuin luonnontilaisten puustojen.

Kuutiomääräsarja

Tukea edellä esitetylle päätelmälle antaa kuutiomääräsarjan tarkastelu, jota varten viitataan kuvaan 5. Tästä kuvasta käy ilmi verraten selvä ero koealasarjan 2 ala- ja yläharvennuskoealojen välillä. Todetaan, että alaharvennuksin käsitelty puusto on kyennyt kokeen perustamisen aikaisen lähtökohtansa epäedullisuudesta huolimatta tuottamaan merkittävästi enemmän läpimittaluokkien 22—28 cm puuta kuin yläharvennuskoeala.



Kuva 5. Eri koalojen puustojen 58 vuoden kuluessa tuottamat kuutiomääräsarjat.
Fig. 5. Volume distribution series produced in 58 years in different sample plots.

Vaikka kaikkein järeimpien läpimittaluokkien puuta on kertynyt viimeksi mainitulta koéalalta enemmän, kokonaisvaikutelmana on alaharvennuskoealan tuottaman puuston merkittävästi edullisempi järeysaste.

Aivan yhtä selvää eroa ei osoita koelasarjan 1 tarkastelu, mutta sellainen on odotettavissakin, koska tämän koelasarjan puitteissa ala- ja yläharvennuskoealojen käsittely ei ole ollut yhtä selvästi toisistaan poikkeava kuin koelasarjalla 2. Kaikesta huolimatta on myös koelasarjan 1 alaharvennuksin käsitelty koela tuottanut järeimpien läpimittaluokkien, 32—34 cm:n, puuta kuutiomääräisesti huomattavasti enemmän kuin yläharvennusten alaisena ollut koela. Vain yhtä läpimittaluokkaa lukuun ottamatta sama päätelmä koskee myös 27 cm ja sitä paksumpia puita. Kun näin molempien koelasarjojen tulos on puuston järeimmän osan kannalta yhtäpitävä ja kun kyseinen ero on verraten selvä, se ei voine olla vain satunnainen ja yhteen metsikköön liittyvä, vaan sillä saattaa olla myös yleisempää merkitystä hyvän kasvupaikan istutuskuusikoissa. Koros-

tettakoon kuitenkin, että nyt on kysymyksessä kuutiomäärän tarkastelu, jonka ei tarvitse välttämättä merkitä samansuuntaista tulosta rahamääräisesti. Viimeksi mainituissa laskelmissahan voi merkittävänä näkökohtana olla tulojen ajankohtien erilaisuus ala- ja yläharvennuksissa, mikä vaikuttaa osaltaan nyt havaittua kuutiomääräistä eroa tasoittavasti.

Vielä ansaitsee kuvassa 5 kiinnittää huomiota luonnontilaisen koealan tuottaman puuston järeimmän osan määrään. Tältäkin osin kuutiomäärän tarkastelussa erot selvenevät ja voimistuvat siihen verrattuna, mitä runkolukusarjan esittelyn yhteydessä voitiin todeta. Ainakaan Raution istutuskuusikon lehtomaalla, koealasarjalla 1, luonnontilainen koeala ei ole kyennyt tuottamaan järeimpien läpimittaluokkien, 29—34 cm, puuta lähimainkaan niin paljon kuin harventaen käsitellyt koealat. Todettakoon lisäksi, että kysymyksessä ei voi olla aiemmin tarkastelun (s. 13) mukaan luonnontilaisen koealan perustamisen aikaisen lähtökohdan epäedullisuus, vaan että syytä on etsittävä toisaalta.

Valtaläpimitta

Runko- ja kuutiomääräsarjojen tarkastelusta on vaikeaa löytää yksinkertaista mittaa tietyn käsittelytavan paremmuuden asteen osoitukseksi. Tämän vuoksi esitetään seuraavassa vielä eri koealoilla tuotettujen puiden valtaläpimitta, ts. hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskiläpimitta, joka antaa numeerisen käsityksen harvennusmenetelmien vaikutuksesta puuston järeimpään osaan. Vertailun pohjaksi esitetään seuraava asetelma.

Koeala <i>Sample plot</i>	Harv.menetelmä <i>Thinn.method</i>	Tuotetun puuston valtaläpimitta, cm <i>Dominant diameter of trees produced, cm.</i>
1 a	alaharv. — <i>low th.</i>	30.8
1 b	yläharv. — <i>crown th.</i>	29.9
1 c	luonnont. — <i>no tr.</i>	29.2
2 a	alaharv.	25.8
2 b	yläharv.	25.4

Asetelman mukaan alaharvennuskoealan tuottaman puuston valtaläpimitta on ensiksi esitetyllä koealasarjalla 0.9 cm suurempi kuin yläharvennuskoealalla; vastaava ero jälkimmäisellä sarjalla on 0.4 cm. Ero ei näin tarkastellen vaikuta erikoisen merkittävältä. Vertailussa lienee kuitenkin aiheellista muuntaa luvut yksinkertaisen päätöslaskun avulla samaa alkupuustoa vastaaviksi (vrt. taul. 1, s. 12). Mikäli näin menetellään, alaharvennuskoealan tuottaman puuston valtaläpimitta koealasarjalla 1 tode-

taan 1.8 cm suuremmaksi kuin yläharvennuskoealan. Koealasarjalla 2 vastaava muunnettu ero olisi 1.2 cm. Tämä merkitsisi alaharvennuskoealojen tuottaman puuston valtaläpimitalle 5—6 %:n paremmuutta yläharvennuskoealoihin verrattuina.

Luonnontilaisen koealan tuottaman puuston valtaläpimita on muunnettuna 2.5 cm pienempi kuin alaharvennuskoealan ja 0.7 cm alhaisempi kuin yläharvennuskoealan. Suhteellisesti tämä merkitsee alaharvennuskoealan tuottaman puuston valtaläpimitalle 9 %:n ja yläharvennuskoealan valtaläpimitalle 2 %:n paremmuutta luonnontilaiseen koealaan verrattuna. Viimeksi mainitun sadanneksen osoittama ero ei tosin ole erityisen vakuuttava, mutta ensiksi mainittu, 9 % alaharvennuksen eduksi, on sitä suuruusluokkaa, että siihen ansaitsee kiinnittää huomiota. Ainakin Raution istutuskuusikossa alaharvennuksat ovat siis lisänneet puuston kasvua aina järeimpiä puuyksilöitä myöten.

Keskiläpimita

Tähän mennessä on keskitytty etupäässä tuotetun puuston järeimmän osan tarkasteluun. Sen lisäksi mitä runko- ja kuutiomääräsarjat ovat osoittaneet tuotetusta puustosta yleensä, on paikallaan esittää vielä tuotetun puuston keskiläpimita eri koealoilla. Tätä havainnollistaa seuraava asetelma.

Koeala <i>Sample plot</i>	Harv.menetelmä <i>Thin.method</i>	Tuotetun puuston keskiläpimita, cm <i>Mean diameter of trees produced, cm.</i>
1 a	alaharv. — <i>low th.</i>	16.8
1 b	yläharv. — <i>crown th.</i>	16.5
1 c	luonnont. — <i>no tr.</i>	14.6
2 a	alaharv.	12.9
2 b	yläharv.	13.5

Mikäli esitetyt keskiläpimitat muunnetaan jälleen samaa alkupuustoa vastaaviksi, tullaan toteamukseen, että kokonaisuutena ottaen yläharvennuskoealojen tuottama puusto on ollut keskimäärin niukasti järeämpää kuin alaharvennuskoealojen. Tosin edellisellä koealasarjalla ero on äärimmäisen pieni, vain 0.1 cm ja alle 1 %:n, yläharvennuskoealan eduksi, joten sille ei voida antaa merkitystä. Sitä vastoin koealasarjalla 2 ero on samaan suuntaan suurempi, 0.4 cm ja 3 %, millä saattaa olla jo jotakin merkitystäkin. Mikäli näille eroille annetaan jotakin yleistä kantavuutta, ne viittaisivat siihen mahdollisuuteen, että yläharvennuksin saatava puusto

olisi keskimäärin hieman järeämpää kuin alaharvennuksin saavutettava. Tämä johtuisi yläharvennuksin käsitellyistä metsikoista runsain määrin kertyvistä keskivahvoista puista.

Kuutiomäärä

Viimeisenä otetaan käsiteltäviksi eri koealojen puustojen 58. ikävuoteen mennessä tuottamat kuutiomäärät, jotka ovat nähtävinä seuraavassa asetelmassa.

Koeala <i>Sample plot</i>	Harv.menetelmä <i>Thinn.method</i>	Tuotettu kuutiomäärä, k-m ³ /ha kuoretta <i>Cubic volume produced, cu.m. solid measure, excl. bark, per ha.</i>
1 a	alaharv. — <i>low th.</i>	523
1 b	yläharv. — <i>crown th.</i>	520
1 c	luonnont. — <i>no tr.</i>	546
2 a	alaharv.	433
2 b	yläharv.	401

Vertailun tulos on molemmilla kestokoealasarjoilla yhdenmukainen. Kuutiomäärän tarkastelu näyttäisi viittaavan siihen suuntaan, että epäedullisesta alkukuutiomäärästään huolimatta luonnontilainen koeala on kyseiseen iänkohtaan mennessä tuottanut merkittävästi enemmän kuutiomäärää kuin harventaen käsitellyt koealat. Kun luvut muunnetaan samaa alkupuustoa vastaaviksi, saadaan tulokseksi, että luonnontilaisen koealan kokonaiskasvu on nyt kysymyksessä olevin mitoin 7 % suurempi kuin alaharvennuksin käsitellyn koealan ja 10 % parempi kuin yläharvennuskoealan. Kun ero on näinkin suuri, se ei voine merkitä muuta kuin sitä, että kyseisessä istutuskuusikossa harvennushakkuut ovat olleet siinä määrin voimakkaita, että kuutiokasvu on siitä jossain määrin kärsinyt.

Myös harventaen käsiteltyjen koealojen välillä on havaittavissa eroa kokonaiskasvussa. Eroa on koealasarjalla 1 asetelman mukaan tosin vain 3 k-m³/ha, mutta samaan lähtökohtaan muunnettu ero on 14 k-m³/ha, mikä vastaa n. 3 % alaharvennuskoealan kokonaiskasvusta. Näinkin tarkasteltuna ero on kuitenkin vähäinen, mikä johtunee edellä todetusta suhteellisen vähäisestä erosta koealojen käsittelyssä. Kun koealasarjalla 2 aiemmin esitetyn mukaisesti ala- ja yläharvennuksen välinen ero on ollut selvempi, tulevat myös käsittelyn erilaisuudesta aiheutuneet seuraukset paremmin näkyviin. Mikäli jälleen otetaan huomioon kokeen perustamisen aikainen ero alkukuutiomäärässä, havaitaan alaharvennuskoealan tuottaneen 9—10 % enemmän kuin yläharvennuskoealan.

Loppupäätelmät

Suoritetussa suppeassa tarkastelussa on sivuttu metsänhoidon ja metsätalouden keskeisiä ongelmia, jotka odottavat yhä ratkaisuaan. Kun käsillä olevan tutkimuksen aineisto on vähäinen käsittäen vain kaksi kestokoealasarjaa, on luonnollista, ettei sekään voi näitä kysymyksiä selvittää. Korkeintaan se voi tarjota viitteitä, joita voidaan yleistää enintään vain hyvän kasvupaikan istutuskuusikkoihin.

Ala- ja yläharvennusten käsitteitä koskevaan keskusteluun tarkastelu on tuonut sikäli lisää, että näiden harvennusmenetelmien vahvojen asteiden on todettu eroavan verraten selvästi toisistaan siten, että vahva yläharvennus merkitsee huomattavasti voimakkaampaa puuston käsittelytapaa kuin vahva alaharvennus.

Tutkimus on antanut viitteitä siihen suuntaan, että hyvällä kasvupaikalla luonnontilainen istutuskuusikko tuottaisi merkittävästi enemmän kuutiomäärää kiintokuutiometreinä kuoretonta runkopuuta kuin harventaen käsitellyt puustot. Tämä merkitsisi lähinnä sitä, että vahvat harvennusasteet olisivat siinä määrin voimakkaita, että ne estäisivät suurimman mahdollisen kuutiokasvun saavuttamisen. Toisaalta on kuitenkin ollut havaittavissa, että luonnontilaisen istutuskuusikon kasvu keskittyy ohuiden läpimittaluokkien puihin niin, ettei se kykene tuottamaan yhtä paljon järeimpiä puuyksilöitä kuin harventaen käsitellyt metsiköt.

Ala- ja yläharvennuksen vallitessa tuotettujen puustojen vertailusta on päädytty tuloksiin, jotka — mikäli ne voitaisiin yleistää — merkitsisivät olennaista tukea nykyisin vallassa olevalle alaharvennusta suosivalle suuntaukselle. Alaharvennuksin käsitellyn puuston kokonaiskasvun on todettu tutkituilla kestokoealasarjoilla olleen melkoisesti suuremman kuin yläharvennuksin käsitellyn puuston. Tämän lisäksi on molempien koealasarjojen johdonmukaisena tuloksena ollut toteamus, että alaharvennuskoealat ovat tuottaneet järeimpiä puuyksilöitä merkittävästi enemmän kuin yläharvennuskoealat ja että ainakin puuston järeimmän osan kehitykseen alaharvennukset vaikuttavat siis yläharvennuksia edullisemmin hyvän kasvupaikan istutuskuusikoissa. Toisaalta on kuitenkin havaittu, että yläharvennuskoealoilla kertyy keskivahvoja puita siinä määrin runsaasti, että tuotetun puuston keskiläpimitta on niillä niukasti suurempi kuin alaharvennuskoealoilla.

Osittain viimeksi mainitusta tuloksesta, osaksi hakkuutulojen erilaisesta jakaantumisesta ala- ja yläharvennuksin käsitellyissä metsiköissä johtuu, että rahamääräinen vertailu muodostuisi todennäköisesti yläharvennukselle jossain määrin nyt esitettyä edullisemmaksi. Tähän puoleen ei käsillä olevassa tarkastelussa ole kuitenkaan puututtu.

Kirjallisuusluettelo

- Andersson, E. 1940. Krongallring eller laggallring. — Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr., s. 253—268.
- Eide, E. ja Langsaeter, A. 1941. Produktionsundersøkelser i granskog. Produktionsuntersuchungen von Fichtenwald. — Medd. Norske Skogforsøksv., s. 356—500.
- Harto, J. 1951. »Onko alaharvennus metsiemme ainoa oikea hakkaustapa?» — Metsämies, s. 215.
- Heikinheimo, O. 1906. Harvennushakkuista ja niiden merkityksestä metsätaloudessa. — Suomen Metsänhoitoyhd. käsikirjasia. Uusi sarja N:o 1.
- 1910. Harvennushakkaukset. — Maahenki, Jälk. osa, s. 662—680.
- Hiley, W. E. ja Lehtpere, R. 1955. Thinning grades based on the thickness of annual rings. — Forestry 28.
- Ilvessalo, L. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. *Summary*: A tree-classification and thinning system. — Acta For. Fenn. 34.38.
- Ilvessalo, L. † ja Laitakari, E. 1949. Metsikön kasvatus. — Suuri metsäkirja I, s. 235—268.
- Ilvessalo, Y. 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). *Selostus*: Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa. — Metsätiet. tutkimusl. julk. 17.2.
- 1952. Harvennuskokeiden suorituksesta. *Summary*: On the performance of thinning experiments. — Metsätal. Aikakausl., s. 331—334.
- Julkiäusuma. 1948. — Ibid., s. 315—316.
- Kalala, E. K. 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. — Silva Fenn. 64.
- 1949. Ecological character of tree species and its relation to silviculture. *Selostus*: Ekologiset puulajiryhmät ja metsänhoito. — Acta For. Fenn. 57.1.
- 1951. Metsänhoidon taustaa ja tekniikkaa. Helsinki.
- 1954. Rätt skogsskötsel baserar sig på naturens egna lagar. — Skogsbruket, s. 15—18.
- 1954 a. Kuusikon kasvatuksesta. — Metsälehti N:o 7.
- Laitakari, E. 1937. Laatupuun kasvattamisesta. *Referat*: Über die Erziehung von Qualitätsholz. — Silva Fenn. 39, s. 259—270.
- Miettinen, L. 1930. Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. *Referat*: Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung. — Metsätiet. tutkimusl. julk. 16.
- Sarvas, R. 1948. Harsinnan ajatus kitkettävä ammattikunnastamme. — Metsätal. Aikakausl., s. 325—328.
- 1948 a. Harvennushakkuista. — Ibid., s. 363—367.
- 1955. Nykyhetken ajatuksia harvennushakkuista. *Summary*: Today's thoughts about thinnings. — Ibid., s. 315—320.

- Tertti, M. 1939. Näkökohtia kuusimetsän hoidosta. *Referat: Gesichtspunkte betreffend die Pflege der Fichtenwälder.* — *Silva Fenn.* 52.
- Ullén, G. 1940. »Gallring med uttagande företrädesvis av de grövre eller de klenare stammarna i beståndet.» — *Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr.*, s. 269—276.
- Welandér, P. O. 1940. Gallring med uttagande företrädesvis av de grövre eller de klenare stammarna i beståndet. — *Ibid.*, s. 197—222.
- »— 1940 a. Krongallring eller läggallring. — *Ibid.*, s. 277—284.
- Yli-Vakkuri, P. 1949. Ala- ja yläharvennuksen erilaisuus ja yhtäläisyys. — *Metsätal. Aikakausi.*, 93—95.

ON LOW THINNING AND CROWN THINNING, AND THEIR
EFFECT ON DEVELOPMENT OF GROWING STOCK
IN PLANTED SPRUCE STAND OF RAUTIO

Summary in English

The present paper is based upon two permanent sample plot series established in 1932 in a planted spruce (*Picea Abies*) stand when the untreated growing stock was 30 years old. Since then, the sample plots, located in the southeast of Finland, have been measured 6 times, at each thinning. In view of the recent considerable damage caused by snow, the primary objective of the sample plots must be changed, and the results can be presented up to the year 1960, when the growing stock was 58 years old. Basic information concerning the sample plots can be found in the set-up on p. 8.

To begin with, different approaches towards definition of the low and crown thinning are discussed. Special attention is given to the Finnish thinning scheme (cf. L. I l v e s s a l o 1929), based upon the biological tree classification, and applied in the present experiments. It is concluded that theoretically the light and heavy degrees of low and crown thinning differ clearly from each other as regards the extent of the measure. However, it is further pointed out that the theoretical heaviness and the practical application may not amount to the same thing, as a result of the subjective nature of the thinning scheme.

In order to create an adequate basis for the results, the initial level of growing stock in different sample plots is presented. It was found (cf. Fig. 1, p. 13; Table 1, p. 12), that the initial level of growing stock and the quality of site were in satisfactory correspondence when the experiment was started in 1932. If any differences exist, they are favourable to the sample plots treated with heavy crown thinnings. Nevertheless, even these minor differences in the initial growing stock must be taken into account when interpreting the results.

When studying the stem (Fig. 2, p. 14) and volume (Fig. 3, p. 16) distribution series, mean and dominant diameter (set-up, p. 17) as well as the solid cubic volume (set-up, p. 18) of the thinning removals in different sample plots, it is concluded that not only theoretically, but also in actual ground experiments, the heavy degrees of low and crown thinning bring about growing conditions which are essentially different for the surviving trees.

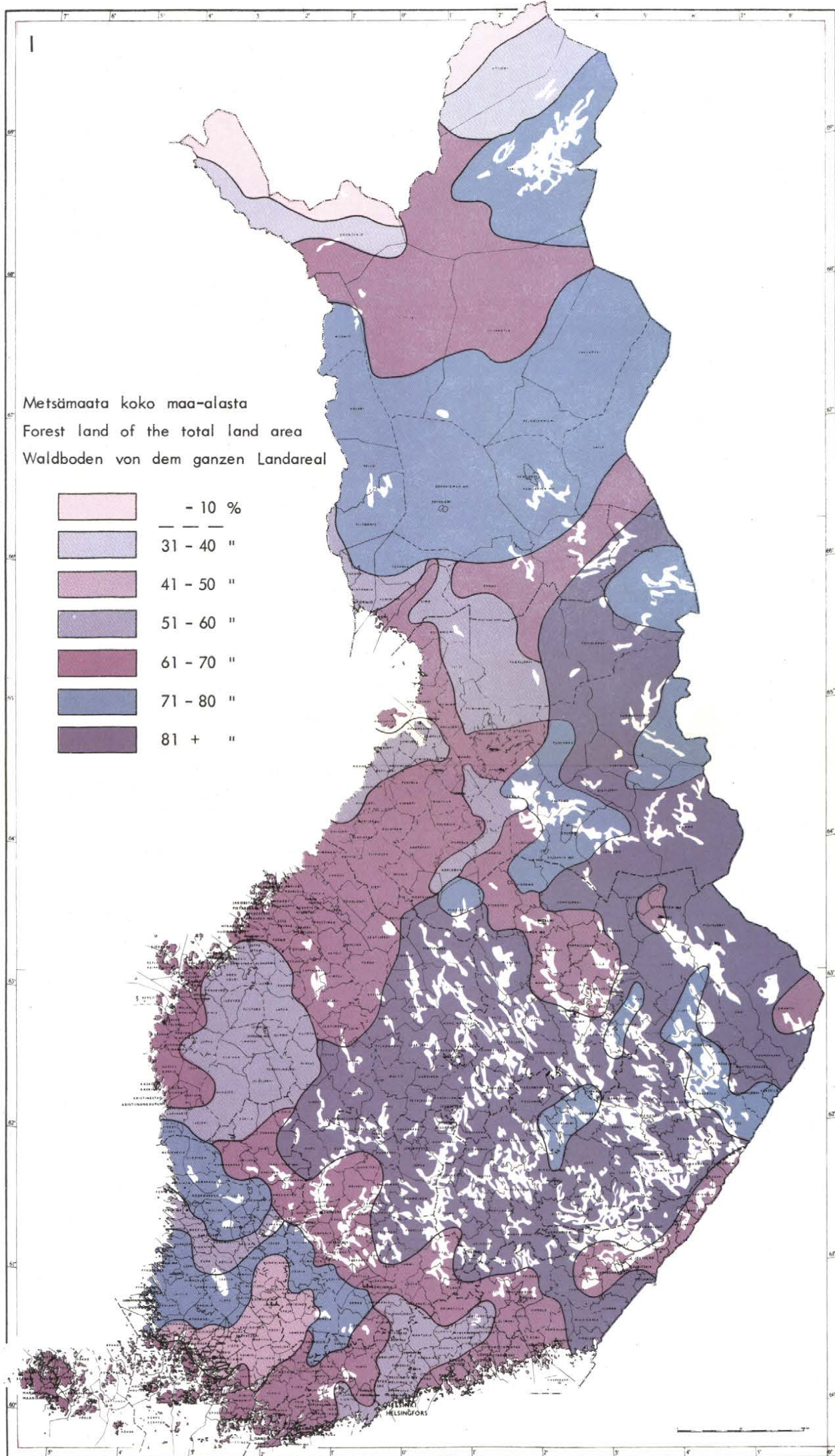
The principal conclusions drawn from the investigation are concerned with the amount and the dimensions of trees produced by growing stocks over a period of 58 years, during which different treatment was given for 28 years. When the differences in the initial stage of growing stock, i. e. at the moment when the sample plots were established, are eliminated, it is found that at least in the present stand the growing stock treated with low thinnings has been able to produce a greater number and more cubic volume of trees of the largest size than that treated with crown thinnings (cf.

Fig. 4, p. 19; Fig. 5, p. 21). On the basis of the dominant diameter, the mean of the 100 largest trees per ha., the superiority of low thinning up to the age of 58 years has been found to be 5—6 per cent (cf. set-up, p. 22). Owing to the large number of medium-sized trees produced by the crown thinning plots, the mean diameter of the trees produced (cf. set-up, p. 23) in these plots seems, however, to be slightly greater than that of the low thinning plots.

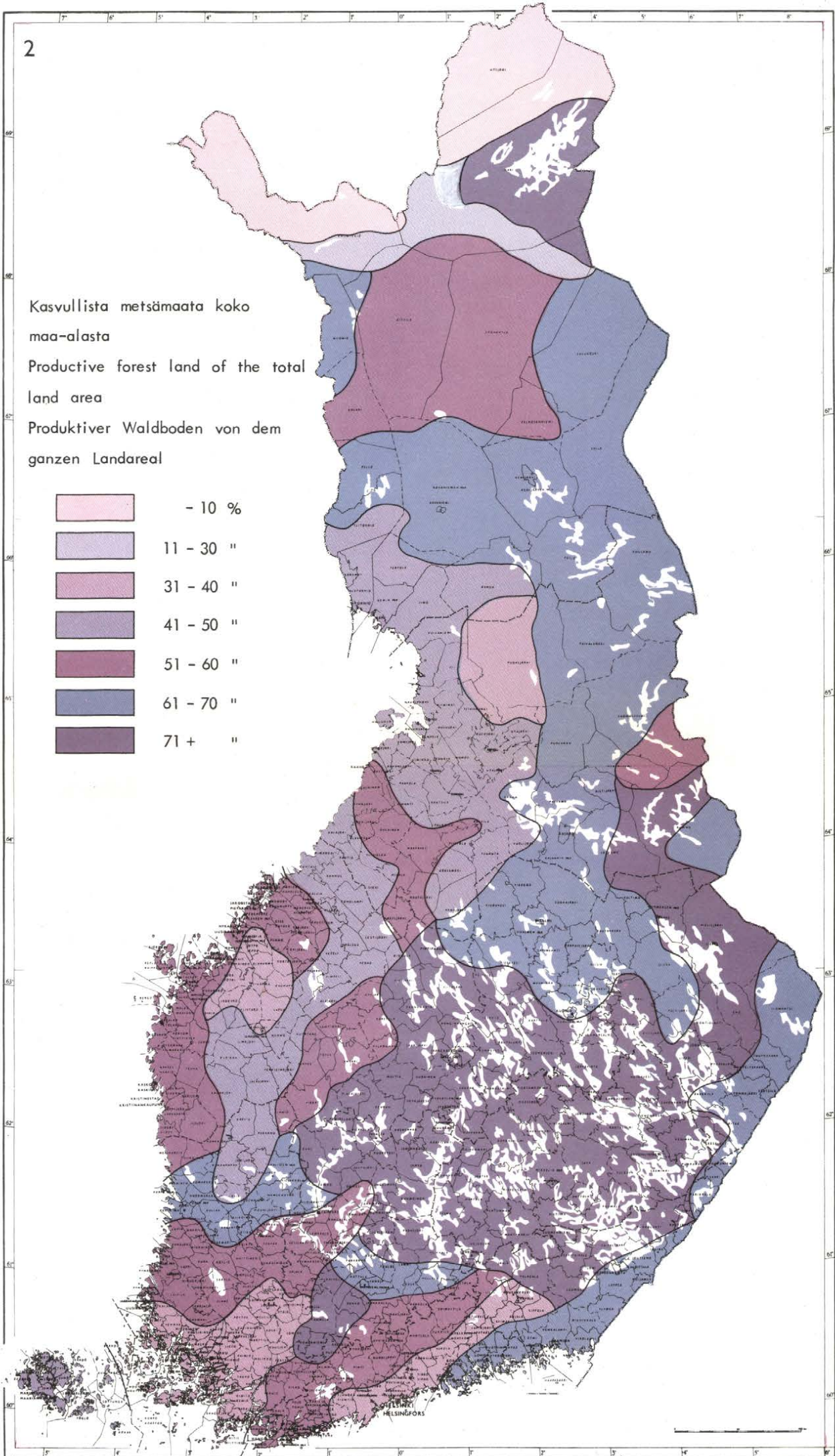
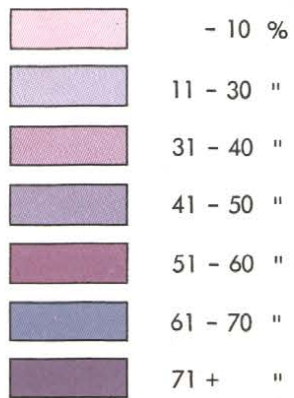
As regards the total cubic volume produced, the sample plots treated with low thinnings have proved superior to those treated with crown thinnings (set-up, p. 24). The difference in favour of low thinnings, and here again the minor variation in the initial growing stock is taken into account, has been found to be 3 and 9—10 per cent in sample plot series 1 and 2, respectively.

On the basis of sample plot series 1, it has been found that the thinned sample plots have been able to produce materially less cubic volume than the sample plot maintained in a natural condition. This would indicate that the thinnings have been too heavy if an attempt is being made to attain maximum volume. However, the volume growth of the natural plot has been concentrated in lesser dimensions, and therefore the major dimensions have not achieved the same figures and cubic volume in the natural plot as in the treated plots.

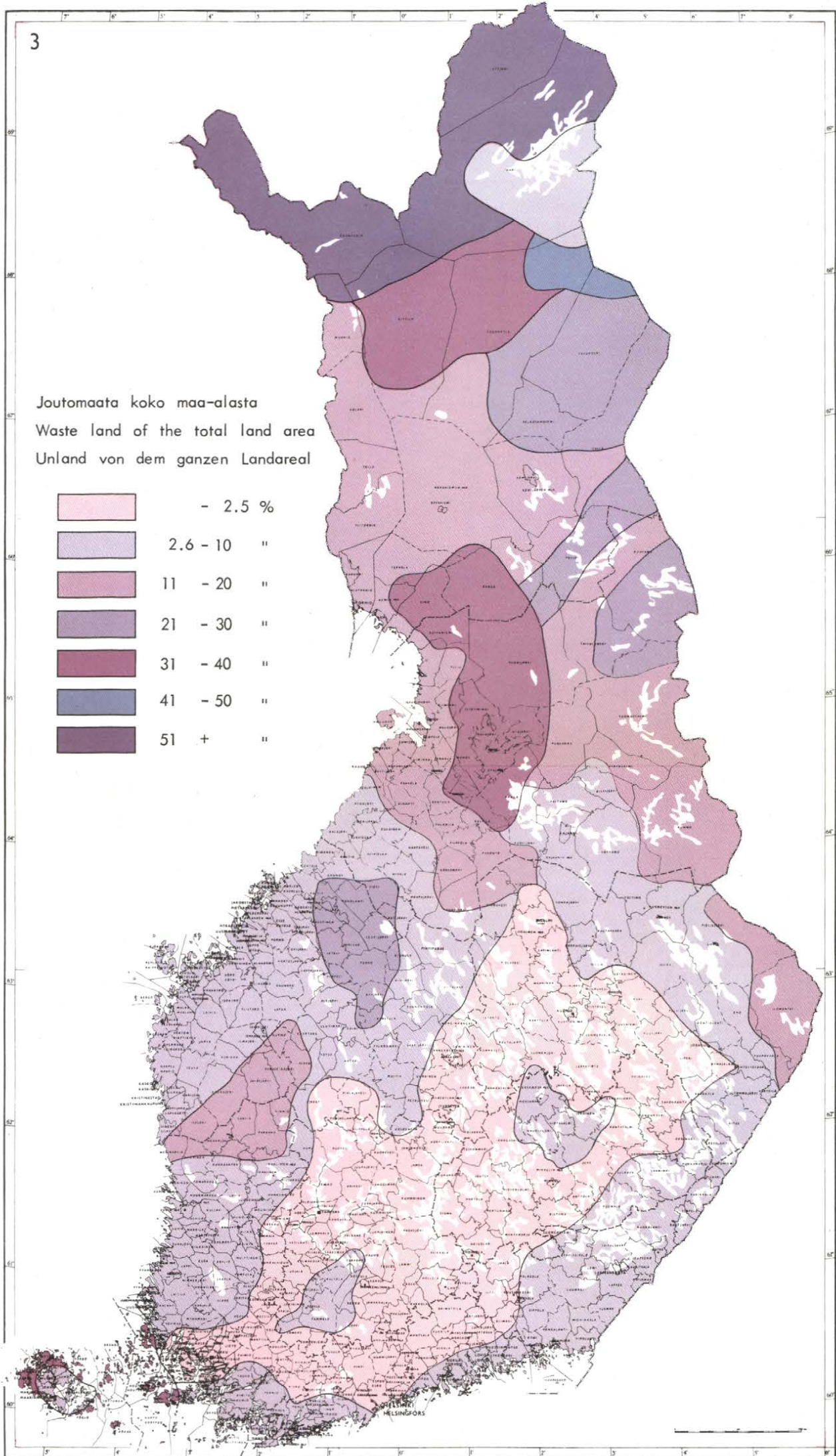
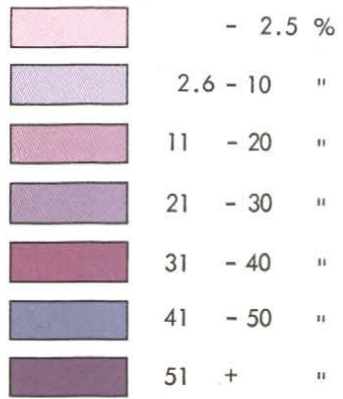
By reason of the small material, generalizations can hardly be made from the results here obtained. At best, they can be interpreted as giving indications that the low thinning generally applied in the Finnish forests should be the correct method of thinning in planted spruce stands on good sites. Even this conclusion may be valid only as regards the characteristics studied.



Kasvullista metsämaata koko
maa-alasta
Productive forest land of the total
land area
Produktiver Waldboden von dem
ganzen Landareal



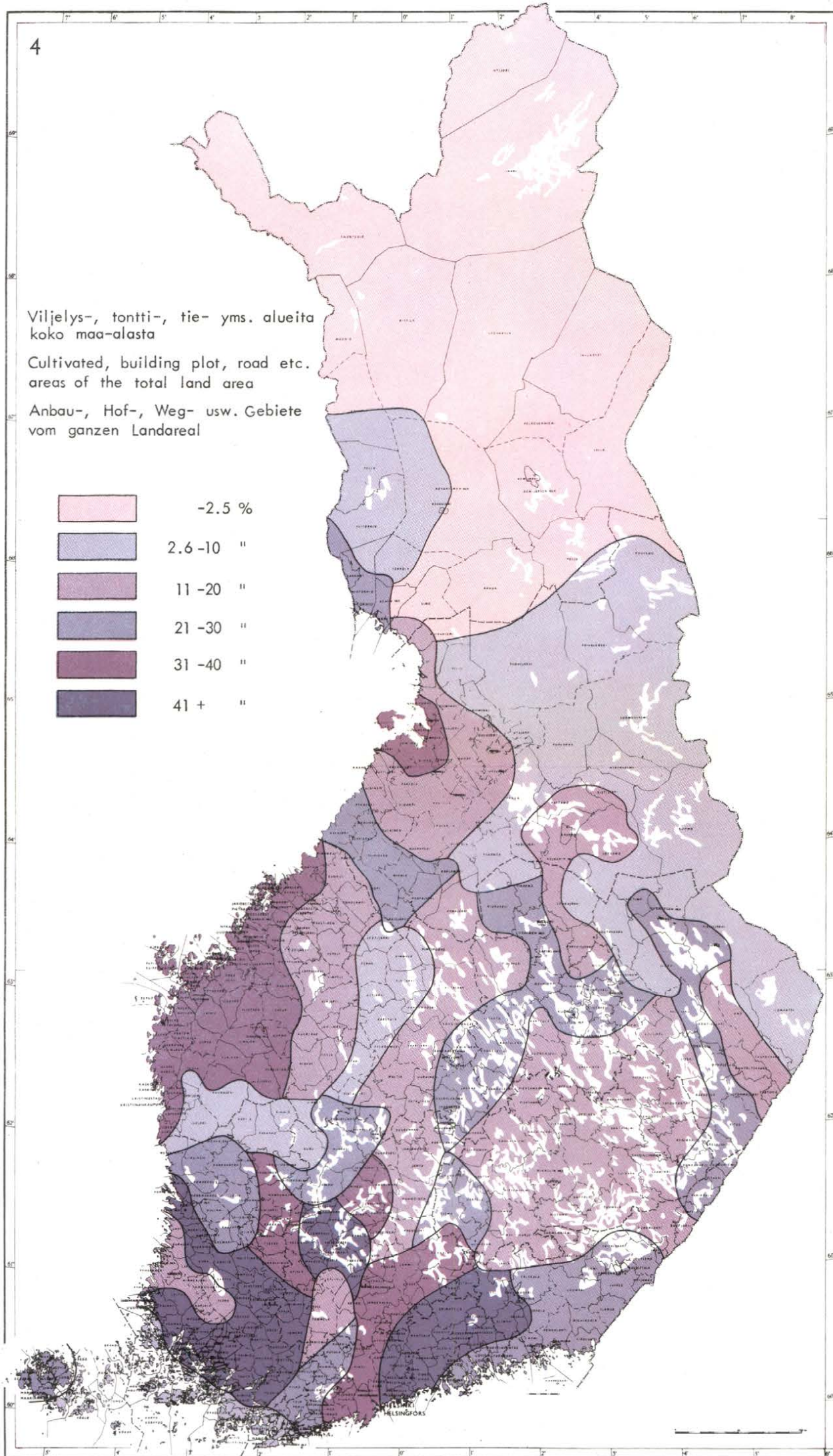
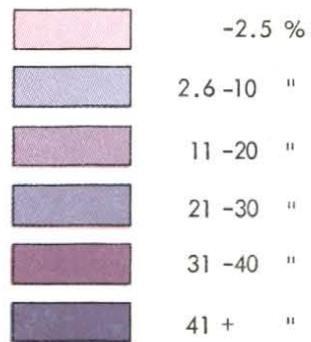
Joutomaata koko maa-alasta
Waste land of the total land area
Unland von dem ganzen Landareal



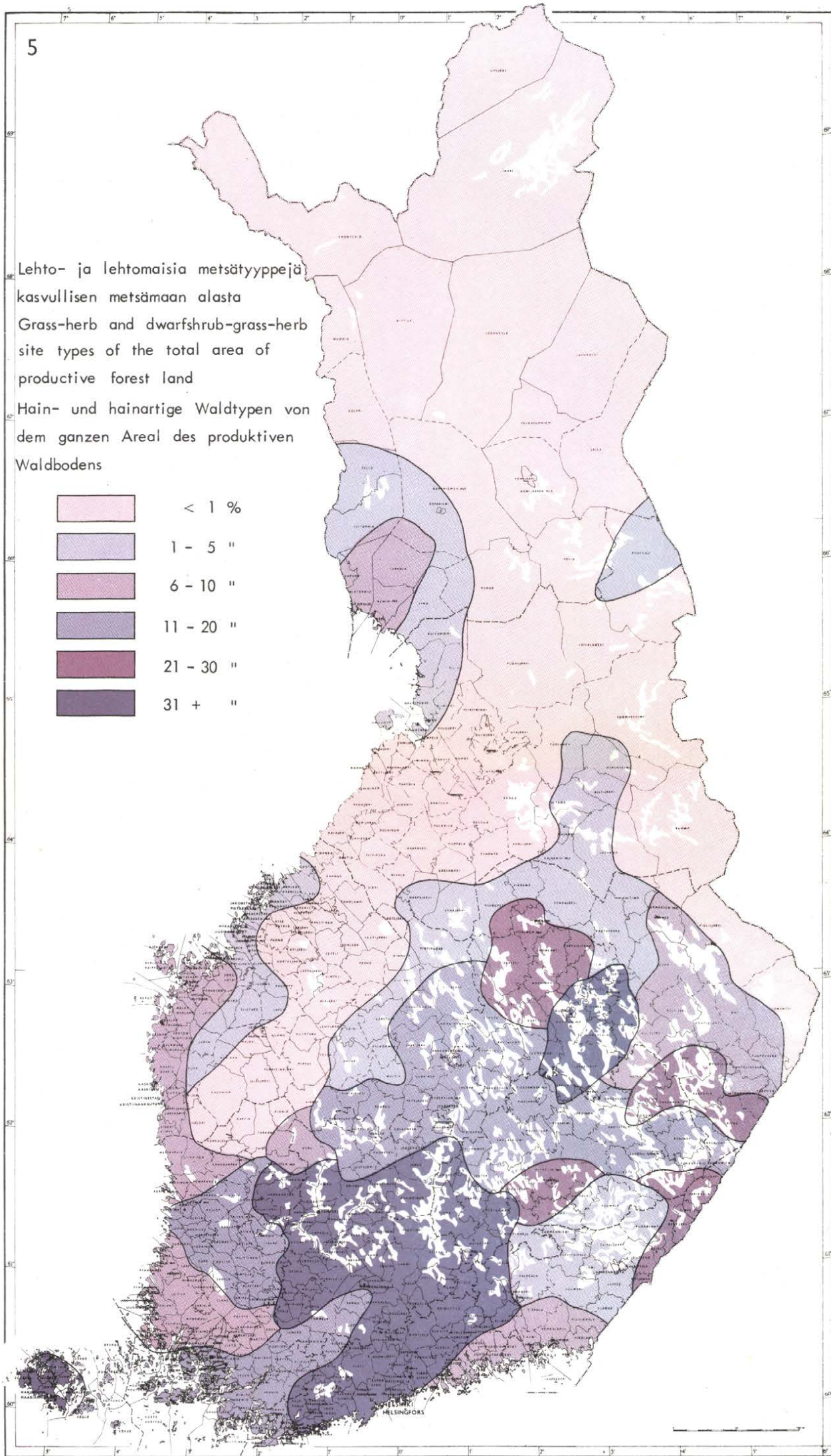
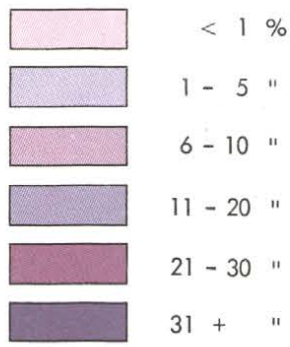
Viljelys-, tontti-, tie- yms. alueita
koko maa-alasta

Cultivated, building plot, road etc.
areas of the total land area

Anbau-, Hof-, Weg- usw. Gebiete
vom ganzen Landareal



Lehto- ja lehtomaisia metsätyyppejä kasvullisen metsämaan alasta
 Grass-herb and dwarfshrub-grass-herb site types of the total area of productive forest land
 Hain- und hainartige Waldtypen von dem ganzen Areal des produktiven Waldbodens



Maan eteläpuolisko-Southern half of Finland

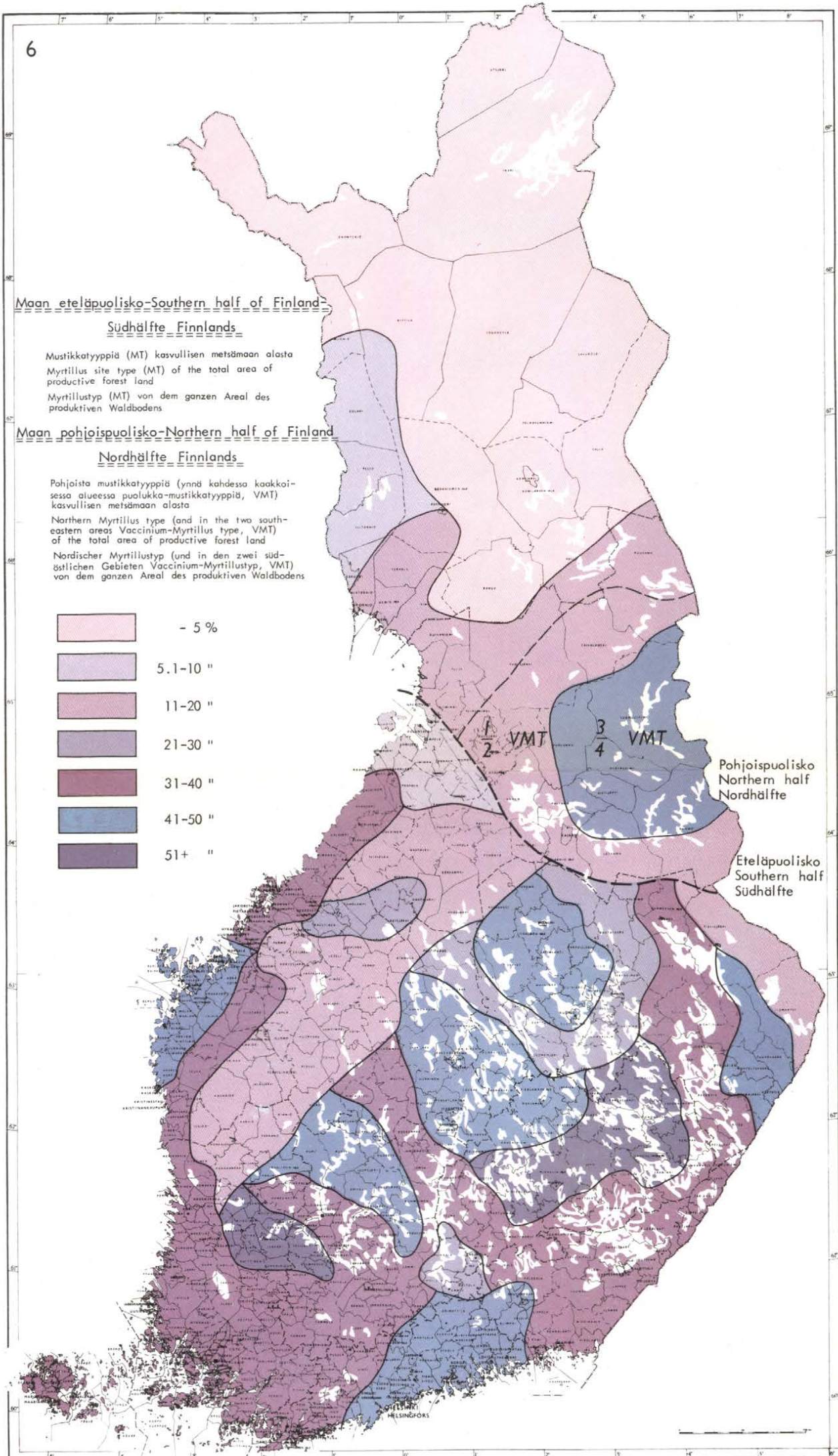
Südhälfte Finnlands

Mustikkatyyppiä (MT) kasvullisen metsämaan alasta
 Myrtillus site type (MT) of the total area of productive forest land
 Myrtillustyp (MT) von dem ganzen Areal des produktiven Waldbodens

Maan pohjoispuolisko-Northern half of Finland

Nordhälfte Finnlands

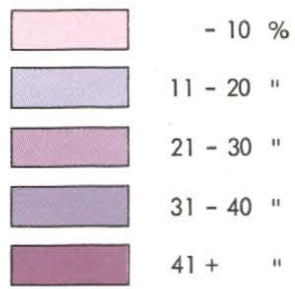
Pohjoista mustikkatyyppiä (yhdessä kaakkoisessa alueessa puolukka-mustikkatyyppiä, VMT) kasvullisen metsämaan alasta
 Northern Myrtillus type (and in the two south-eastern areas Vaccinium-Myrtillus type, VMT) of the total area of productive forest land
 Nordischer Myrtillustyp (und in den zwei südöstlichen Gebieten Vaccinium-Myrtillustyp, VMT) von dem ganzen Areal des produktiven Waldbodens



Pohjoispuolisko
 Northern half
 Nordhälfte

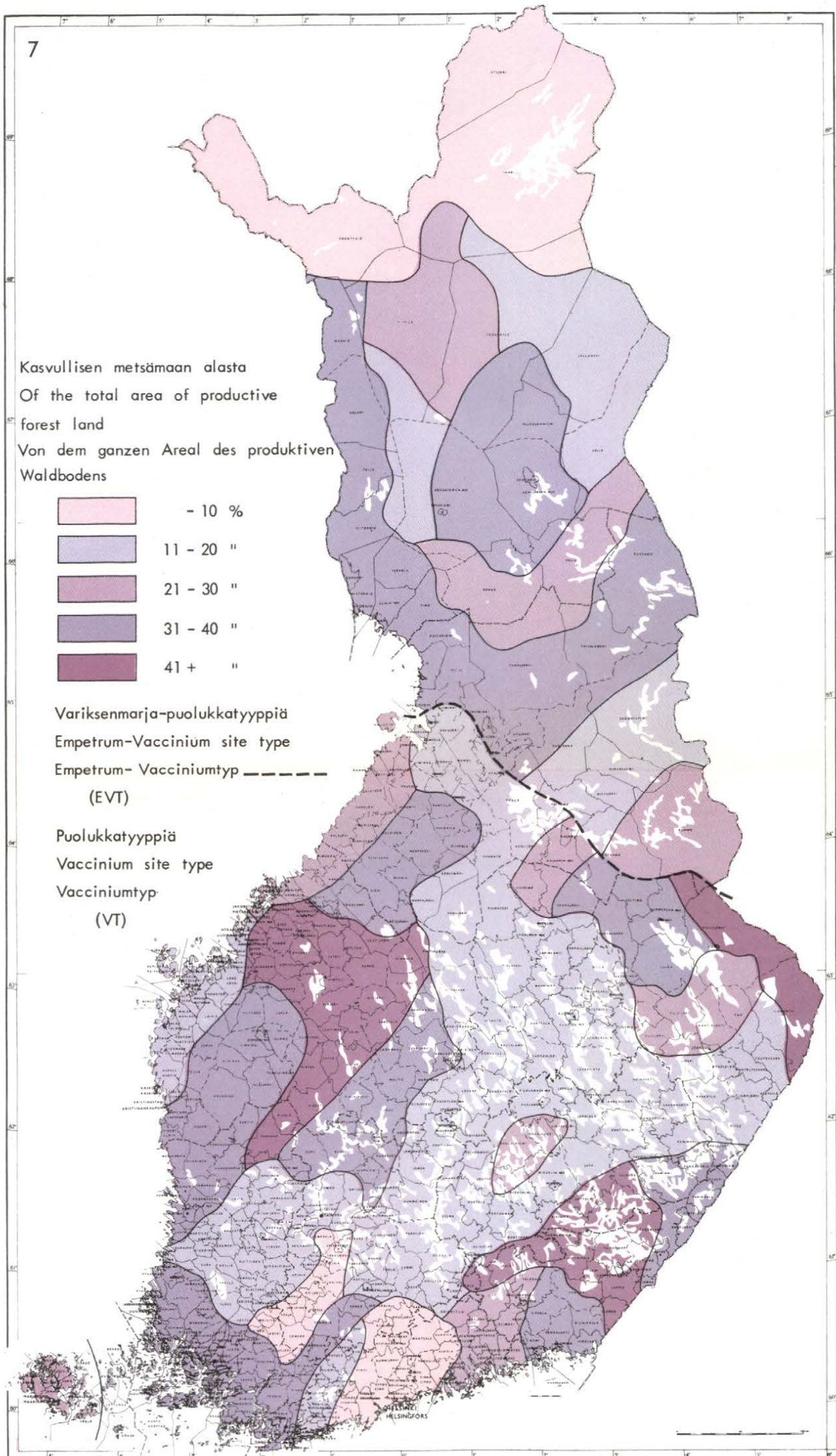
Eteläpuolisko
 Southern half
 Südhälfte

Kasvullisen metsämaan alasta
 Of the total area of productive
 forest land
 Von dem ganzen Areal des produktiven
 Waldbodens



Variksenmarja-puolukkatyyppiä
 Empetrum-Vaccinium site type
 Empetrum- Vacciniumtyp -----
 (EVT)

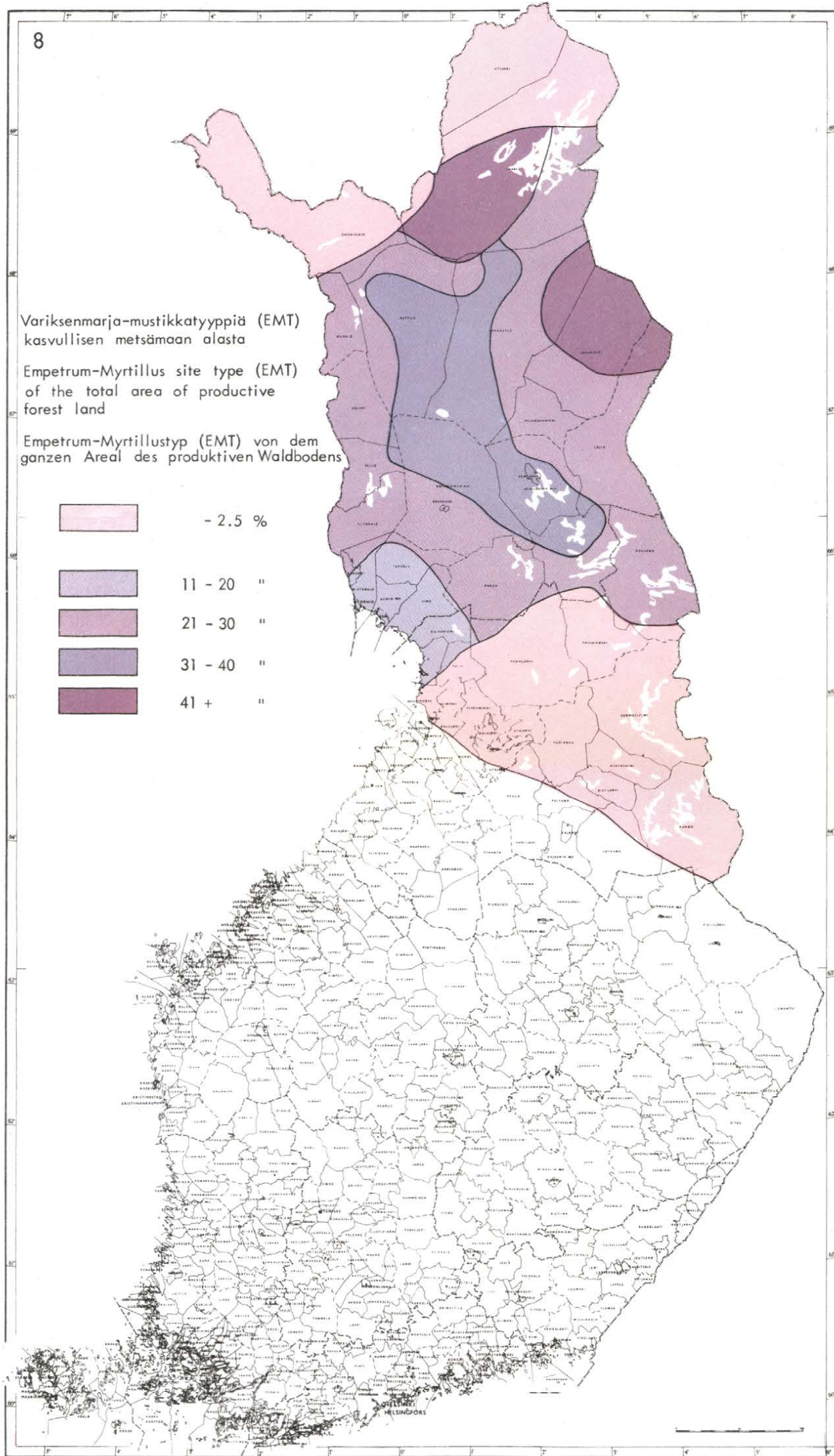
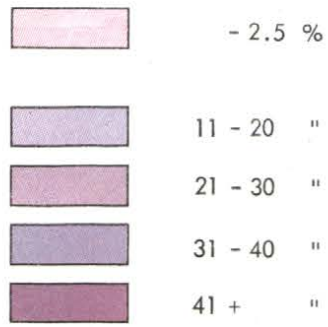
Puolukkatyyppiä
 Vaccinium site type
 Vacciniumtyp
 (VT)



Variksenmarja-mustikkatyyppiä (EMT)
kasvullisen metsämaan alasta

Empetrum-Myrtillus site type (EMT)
of the total area of productive
forest land

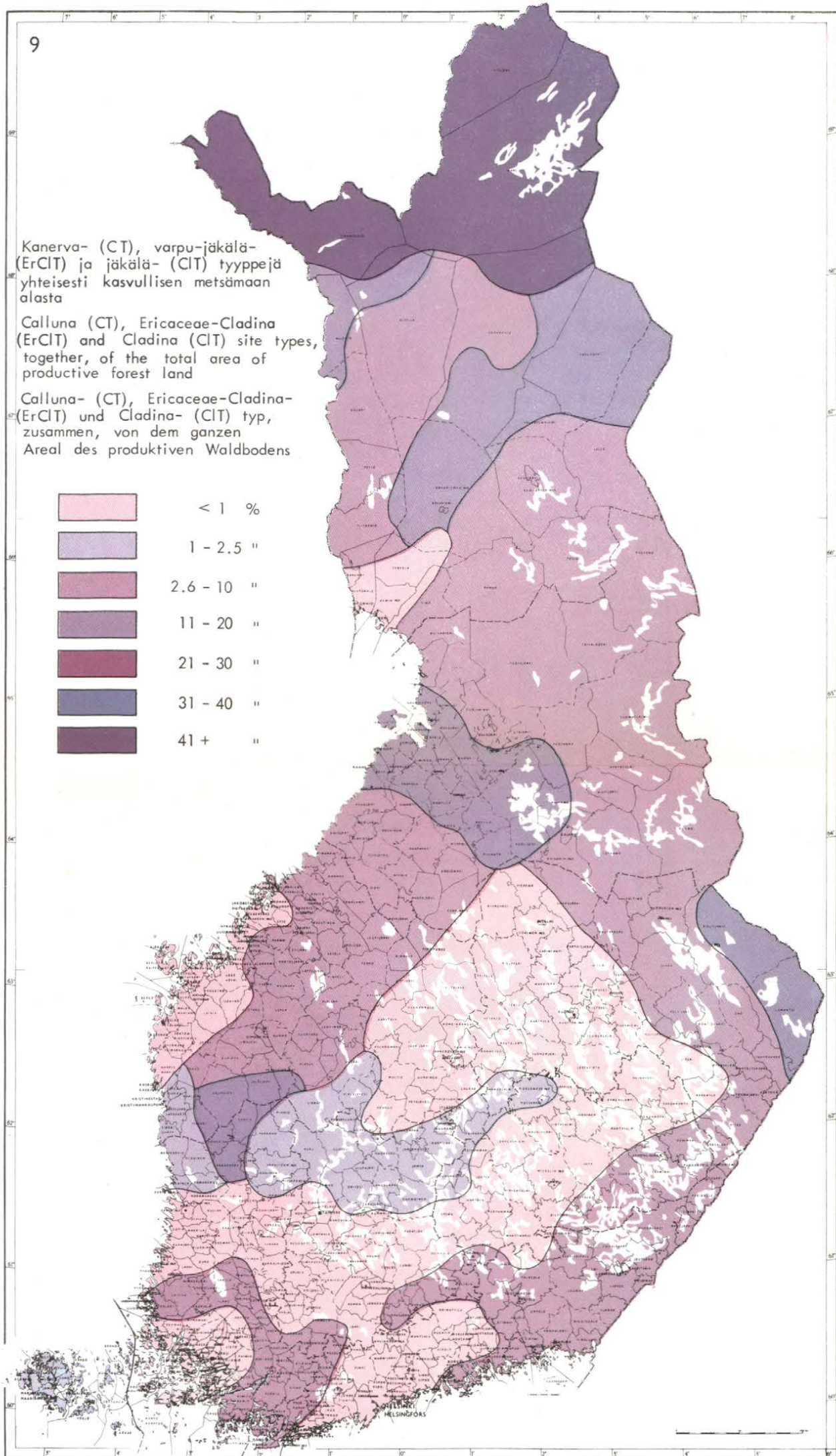
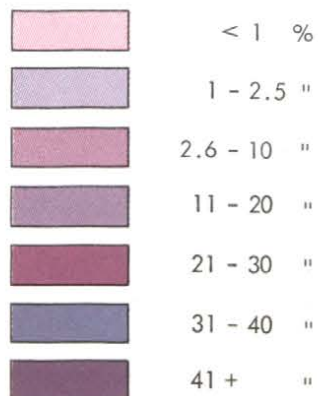
Empetrum-Myrtillustyp (EMT) von dem
ganzen Areal des produktiven Waldbodens



Kanerva- (CT), varpu-jäkälä- (ErCIT) ja jäkälä- (CIT) tyyppiä yhteisesti kasvullisen metsämaan alasta

Calluna (CT), Ericaceae-Cladina (ErCIT) and Cladina (CIT) site types, together, of the total area of productive forest land



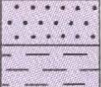







Calluna- (CT), Ericaceae-Cladina- (ErCIT) und Cladina- (CIT) typ, zusammen, von dem ganzen Areal des produktiven Waldbodens



Yleisimmin esiintyvä metsätyyppi kasvulisellä metsämaalla

The most frequently occurring forest site type on productive forest land

Der am allgemeinsten vorkommende Waldtyp auf dem produktiven Waldboden

- | | |
|---|---|
|  | 1. Käenkaali-mustikkat.-Oxalis-Myrtillust. (OMT) |
|  | 2. Mustikkat.-Myrtillust. (MT) |
|  | 3. -"- pohj. muoto-Northern form-Nordischer Form |
|  | 4. Puolukka-mustikkat.-Vaccinium-Myrtillust. (VMT) |
|  | 5. Paksusammalt.-Hylocomium-Myrtillust. (HMT) |
|  | 6. Puolukat.-Vacciniumt. (VT) |
|  | 7. Variksenmarja-puolukat.-Empetrum-Vacciniumt. (EVT) |
|  | 8. Variksenmarja-mustikkat.-Empetrum-Myrtillust. (EMT) |
|  | 9. Kanervat.-Callunat. (CT) |
|  | 10. Varpu-jäkälä- (+jäkälä-)t. -Ericaceae-Cladinae- (+Cladina-)t. (ErClT) |

Lähinnä yleisin merkitty alueeseen - The next common marked in the area - Die nächst allgemeine bezeichnet in dem Gebiet:

1¹, 2¹, 5¹, 6¹, 9¹

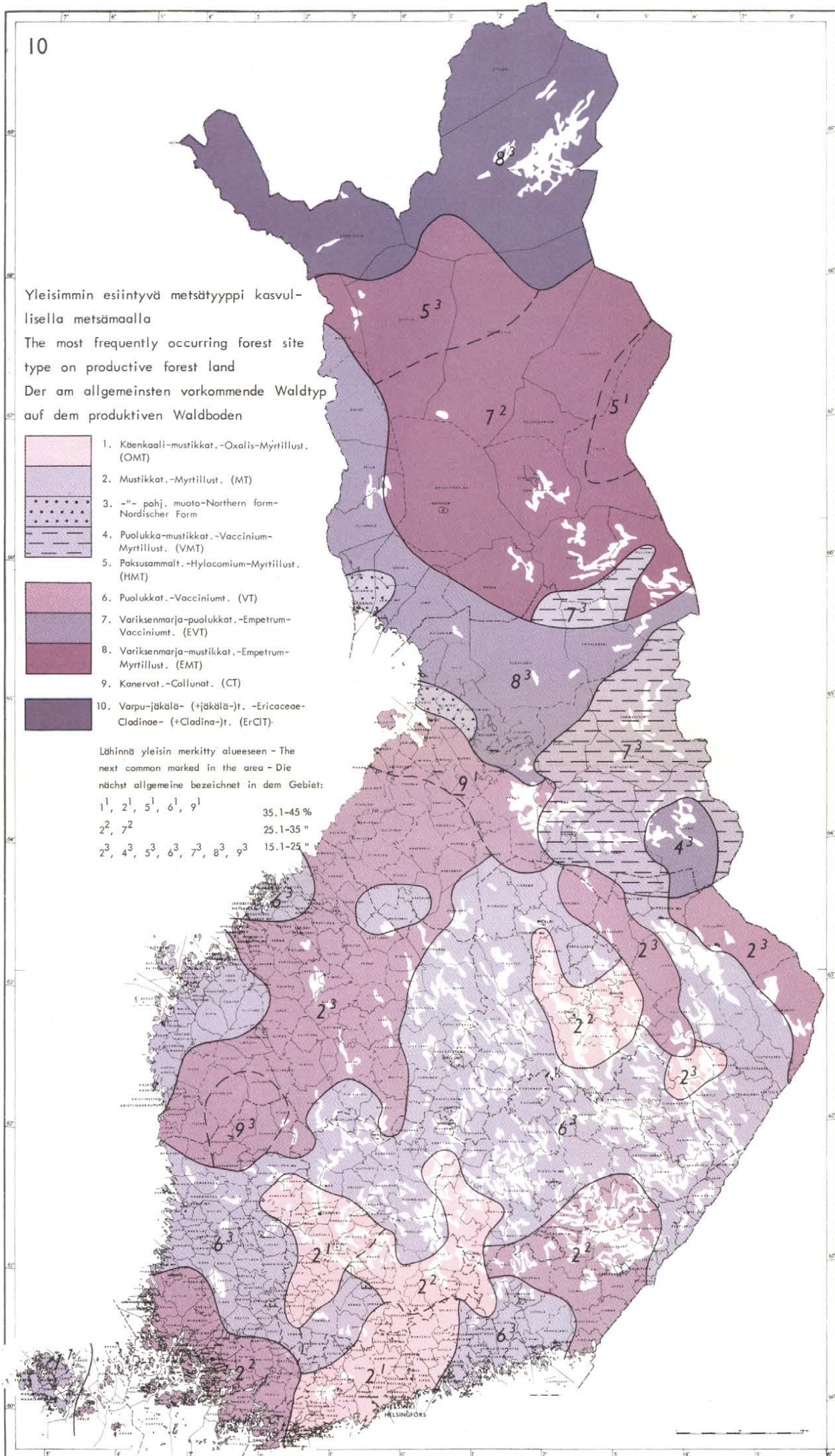
35.1-45 %

2², 7²

25.1-35 "

2³, 4³, 5³, 6³, 7³, 8³, 9³

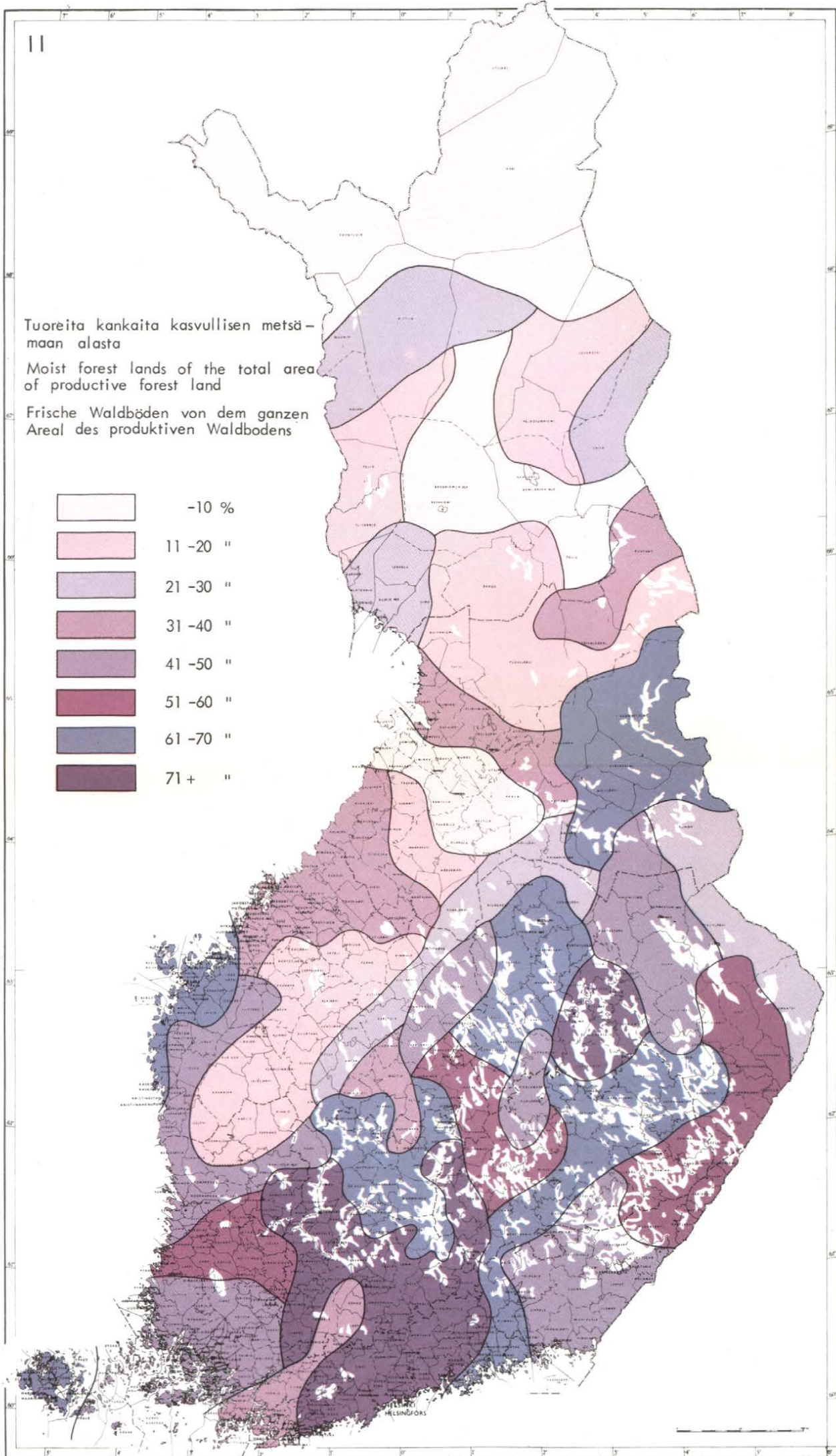
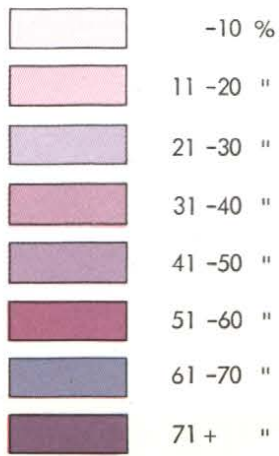
15.1-25 "



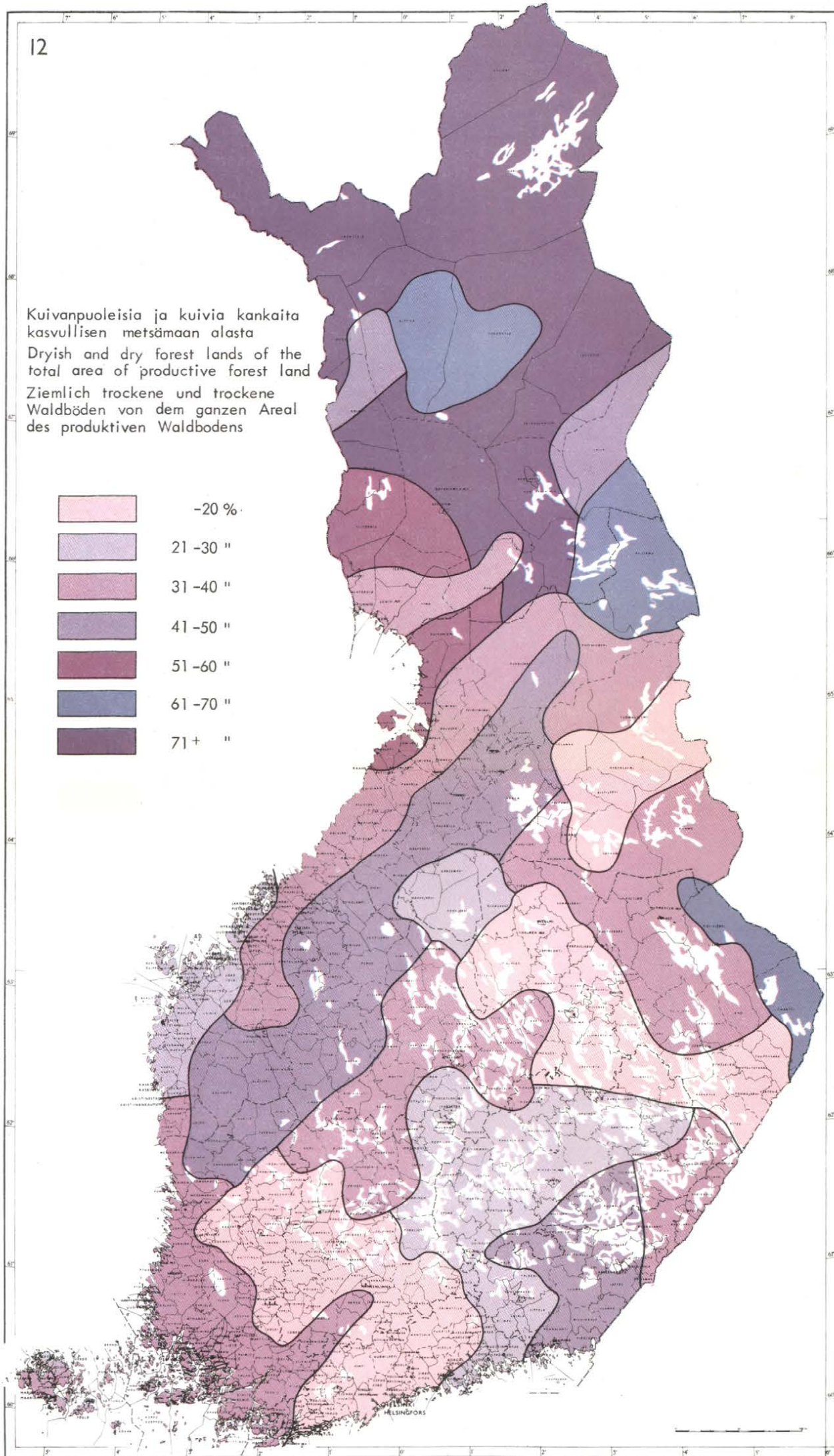
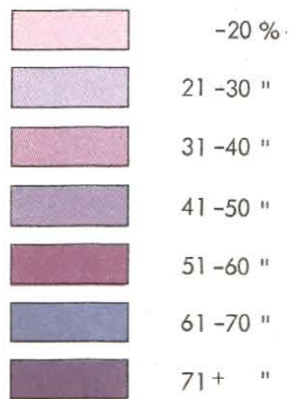
Tuoreita kankaita kasvullisen metsä-
maan alasta

Moist forest lands of the total area
of productive forest land

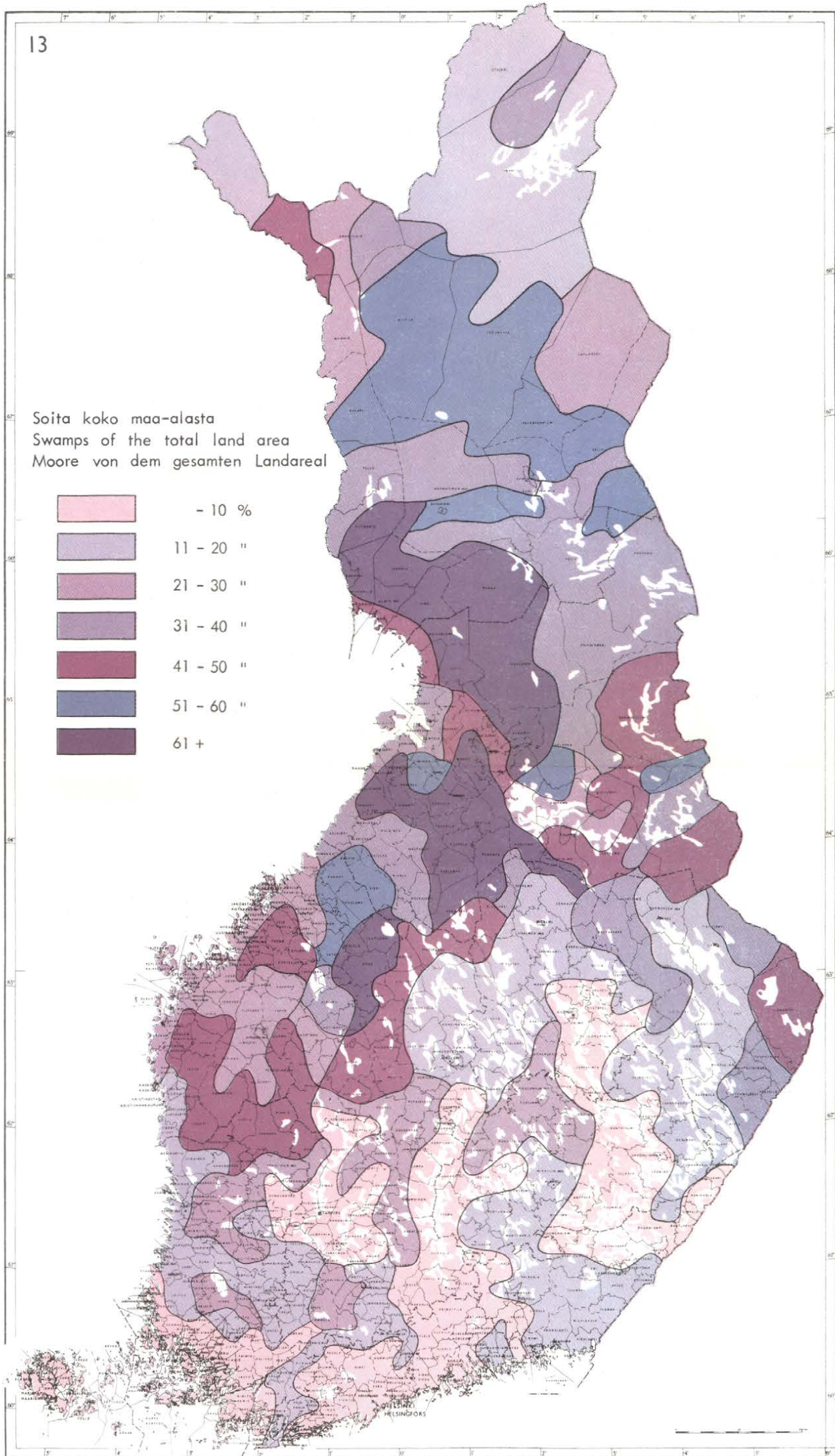
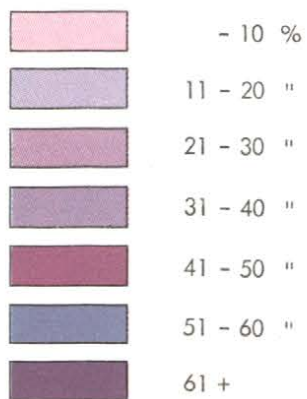
Frische Waldböden von dem ganzen
Areal des produktiven Waldbodens



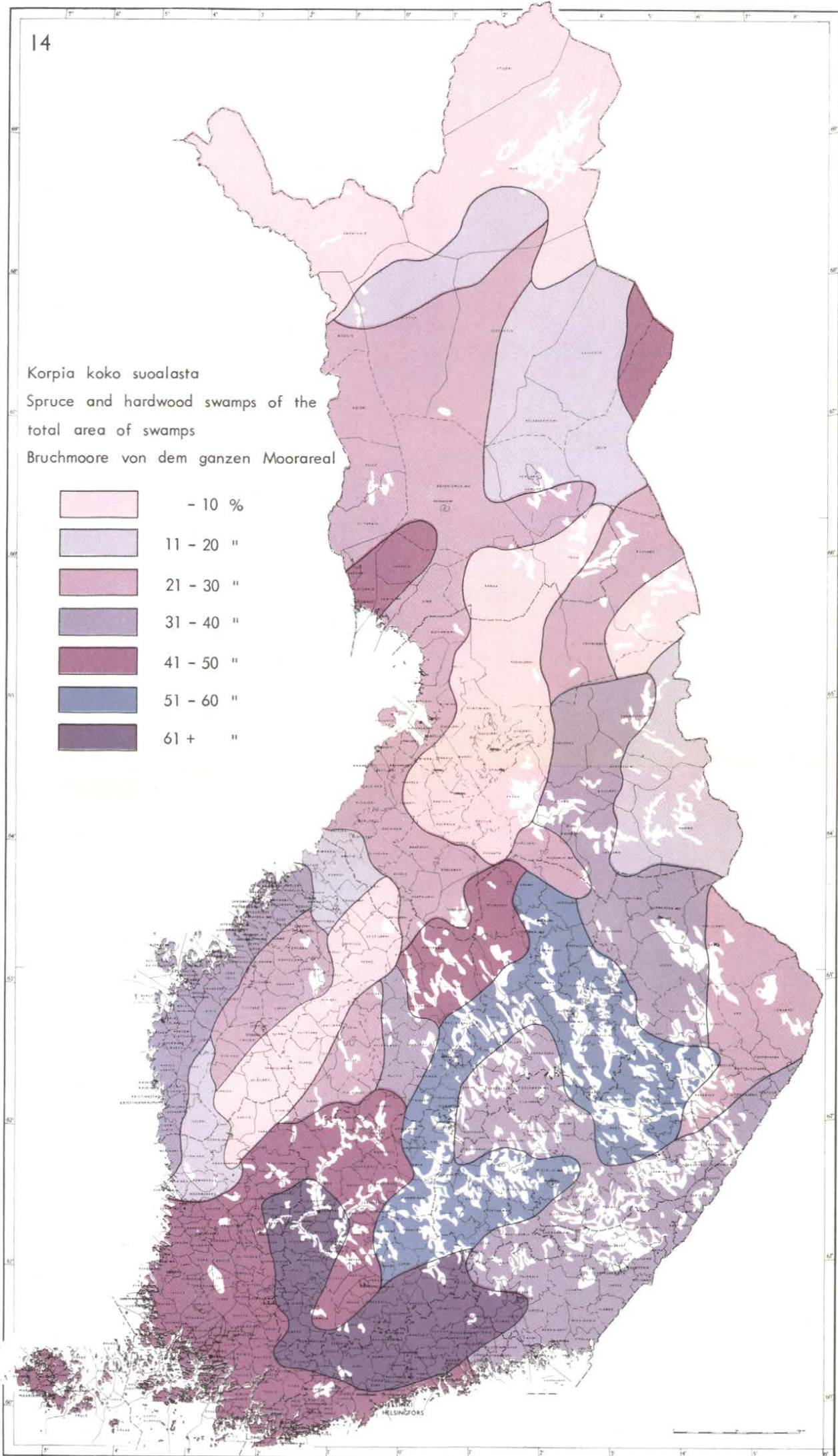
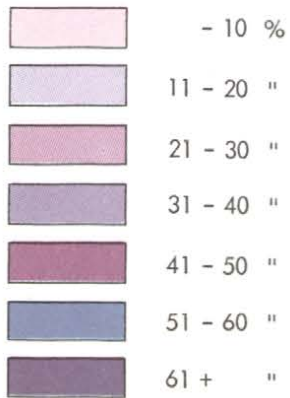
Kuivanpuoleisia ja kuivia kankaita kasvullisen metsämaan alasta
Dryish and dry forest lands of the total area of productive forest land
Ziemlich trockene und trockene Waldböden von dem ganzen Areal des produktiven Waldbodens



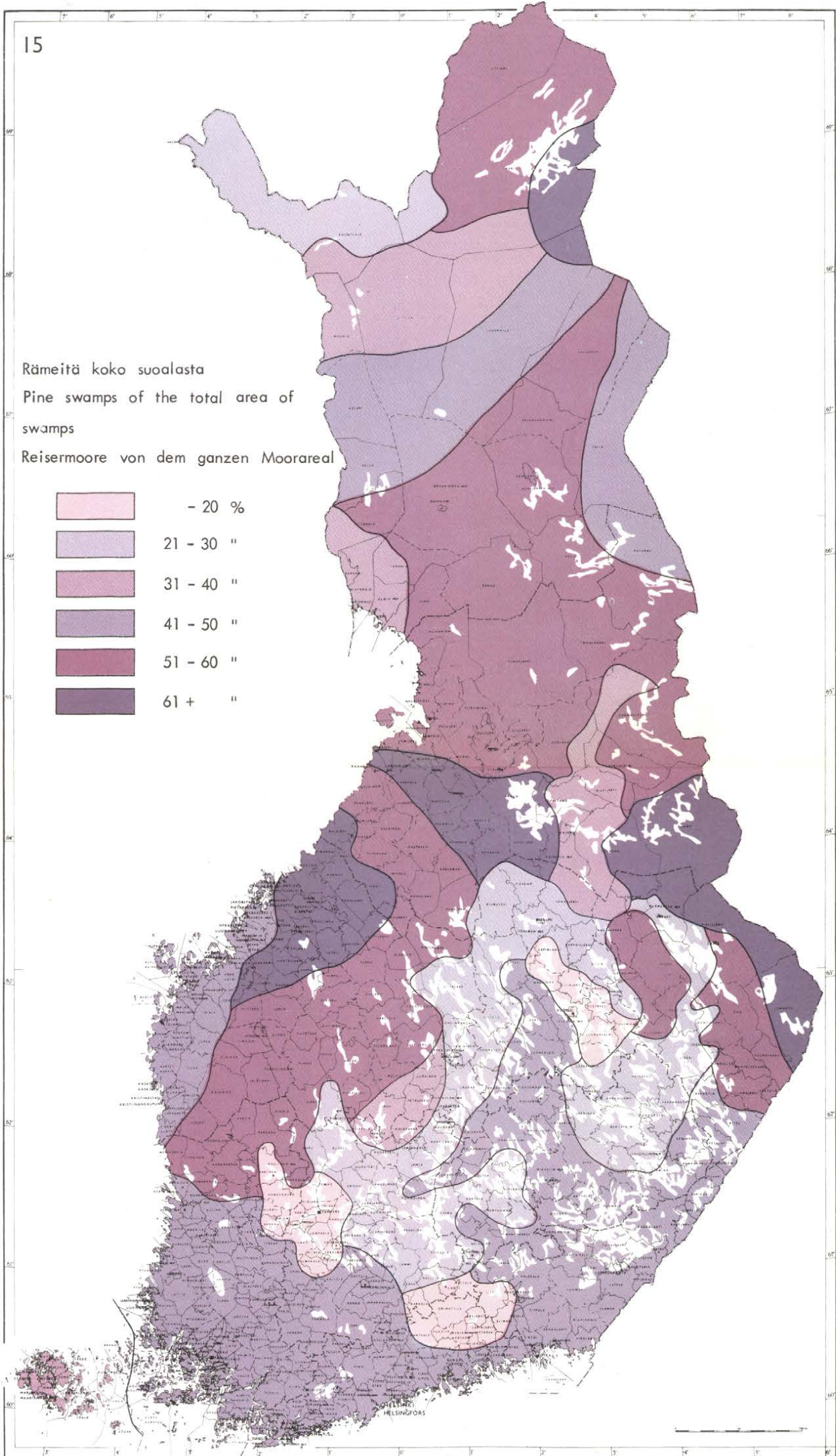
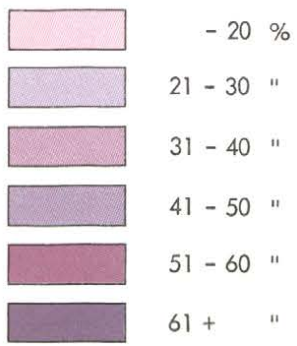
Soita koko maa-alasta
Swamps of the total land area
Moore von dem gesamten Landareal



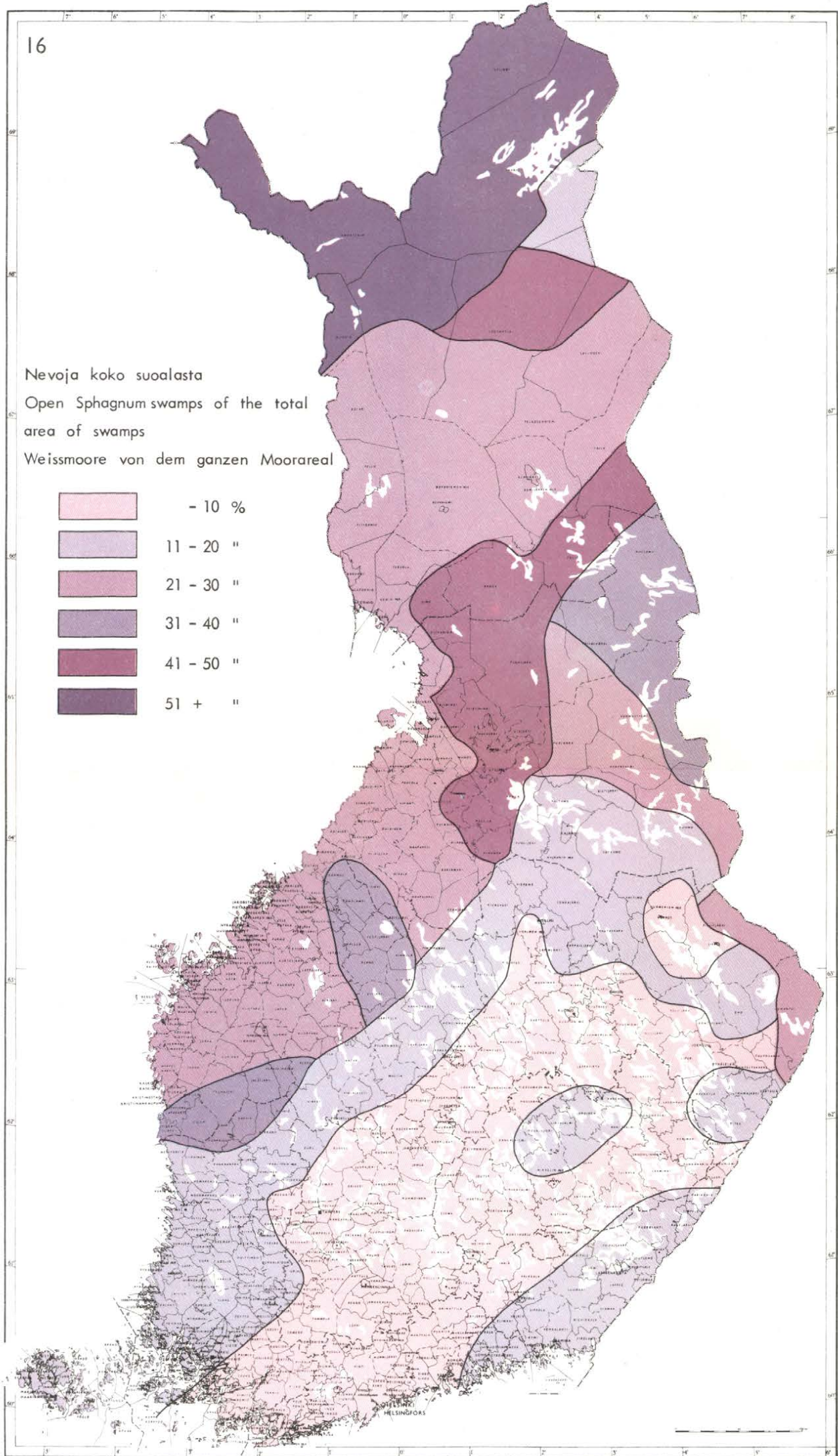
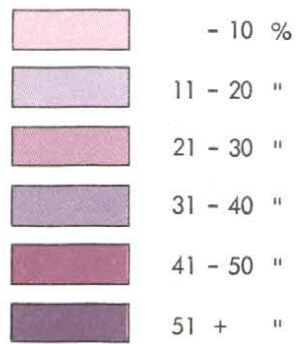
Korpia koko suolasta
Spruce and hardwood swamps of the
total area of swamps
Bruchmoore von dem ganzen Moorareal



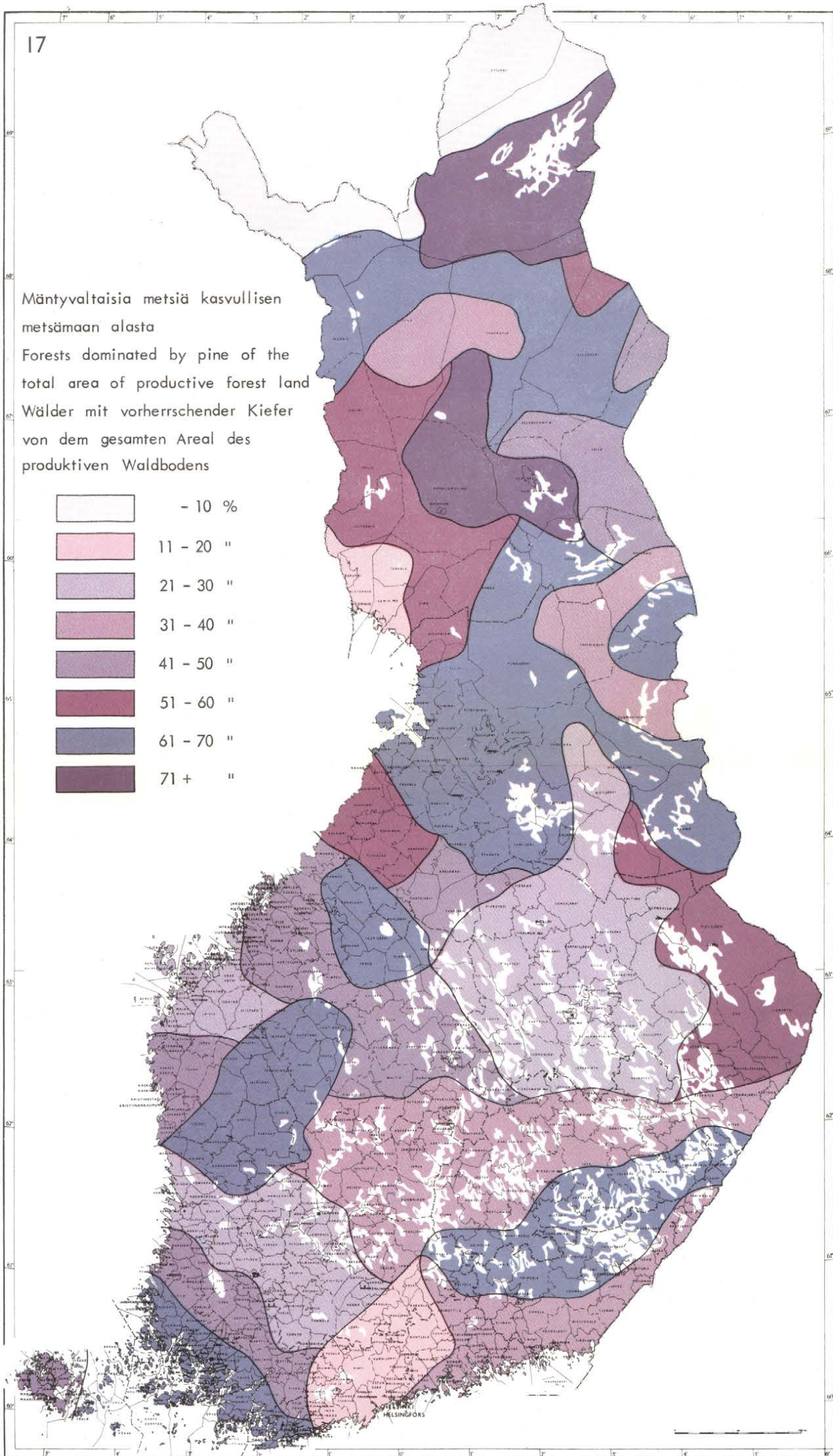
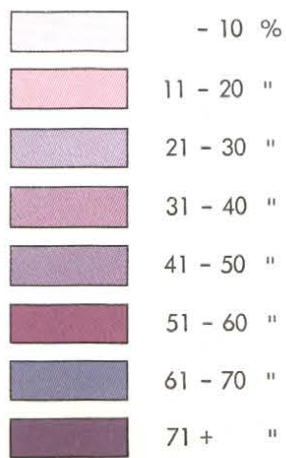
Rämeitä koko suoalasta
Pine swamps of the total area of
swamps
Reiser Moore von dem ganzen Moorareal



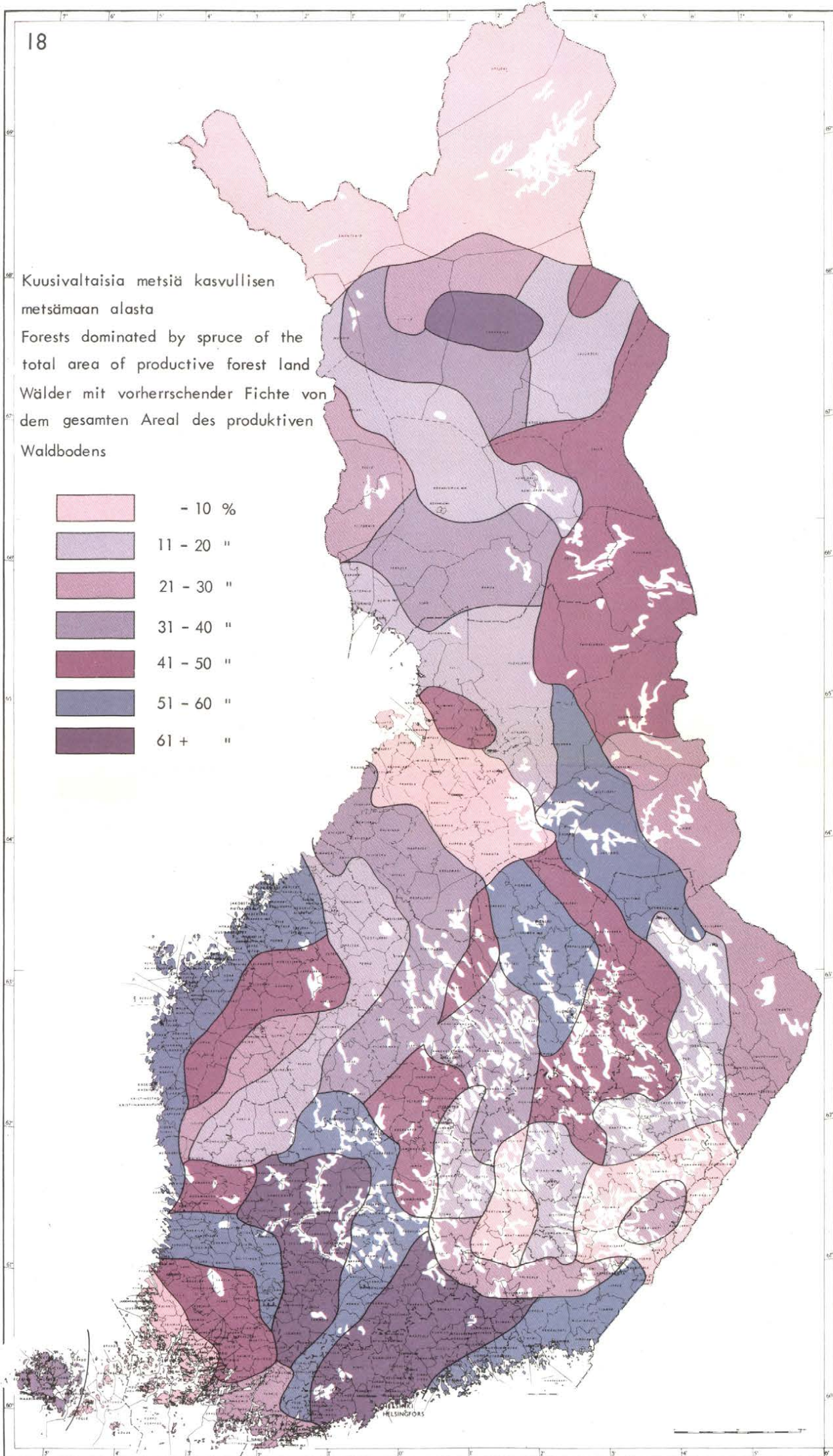
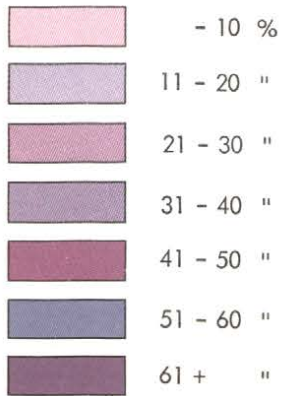
Nevoja koko suolasta
Open Sphagnum swamps of the total
area of swamps
Weissmoore von dem ganzen Moorareal



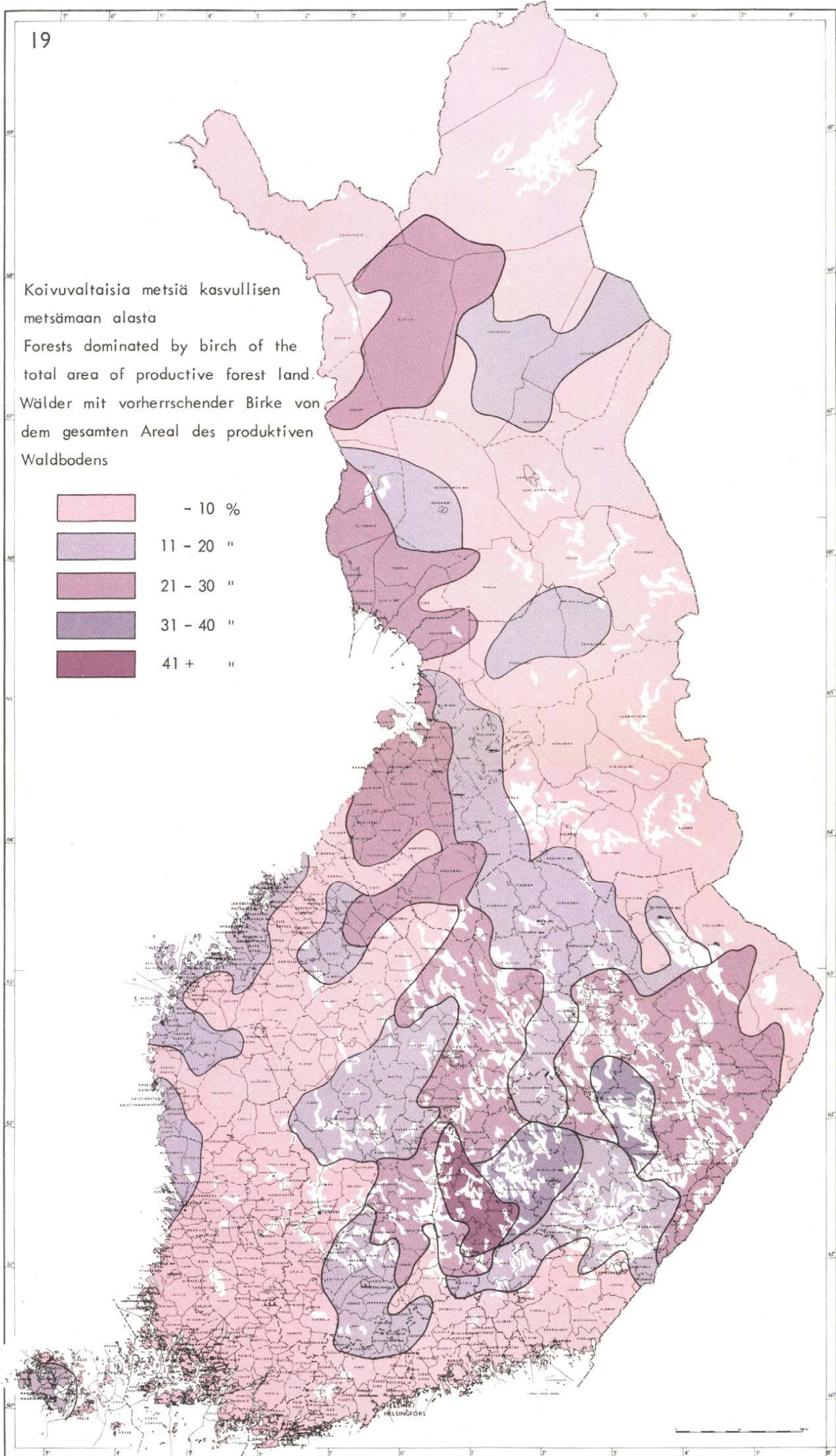
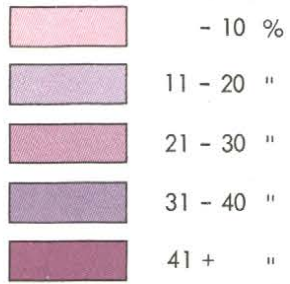
Mäntyvaltaisia metsiä kasvullisen
metsämaan alasta
Forests dominated by pine of the
total area of productive forest land
Wälder mit vorherrschender Kiefer
von dem gesamten Areal des
produktiven Waldbodens



Kuusivaltaisia metsiä kasvullisen metsämaan alasta
 Forests dominated by spruce of the total area of productive forest land
 Wälder mit vorherrschender Fichte von dem gesamten Areal des produktiven Waldbodens






Koivuvaltaisia metsiä kasvullisen
metsämaan alasta
Forests dominated by birch of the
total area of productive forest land.
Wälder mit vorherrschender Birke von
dem gesamten Areal des produktiven
Waldbodens



Yleisin vallitseva puulaji kasvullisella metsämaalla

The most common predominating species of tree on productive forest land

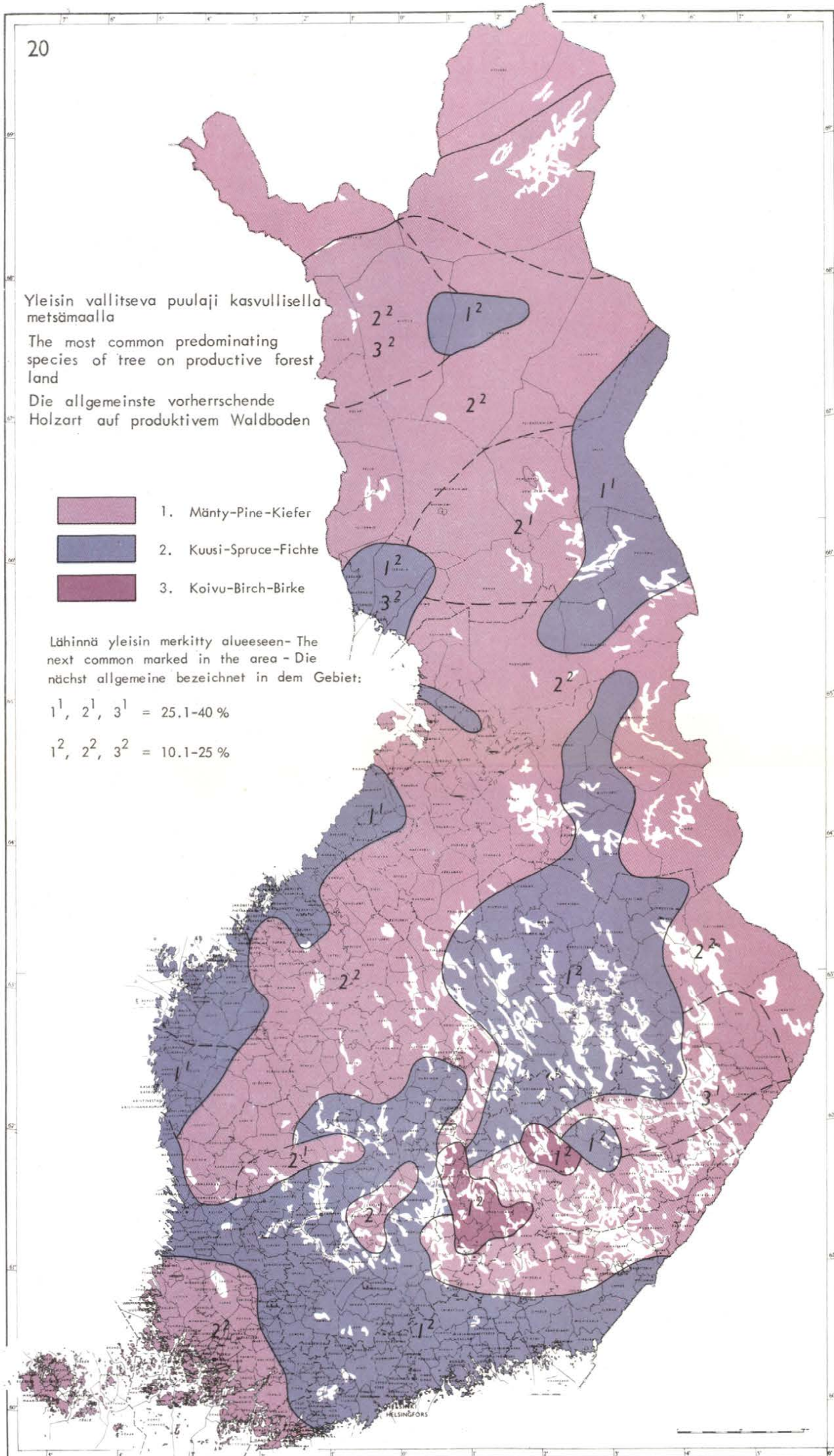
Die allgemeinste vorherrschende Holzart auf produktivem Waldboden

-  1. Mänty-Pine-Kiefer
-  2. Kuusi-Spruce-Fichte
-  3. Koivu-Birch-Birke

Lähinnä yleisin merkitty alueeseen - The next common marked in the area - Die nächst allgemeine bezeichnet in dem Gebiet:

1¹, 2¹, 3¹ = 25.1-40 %

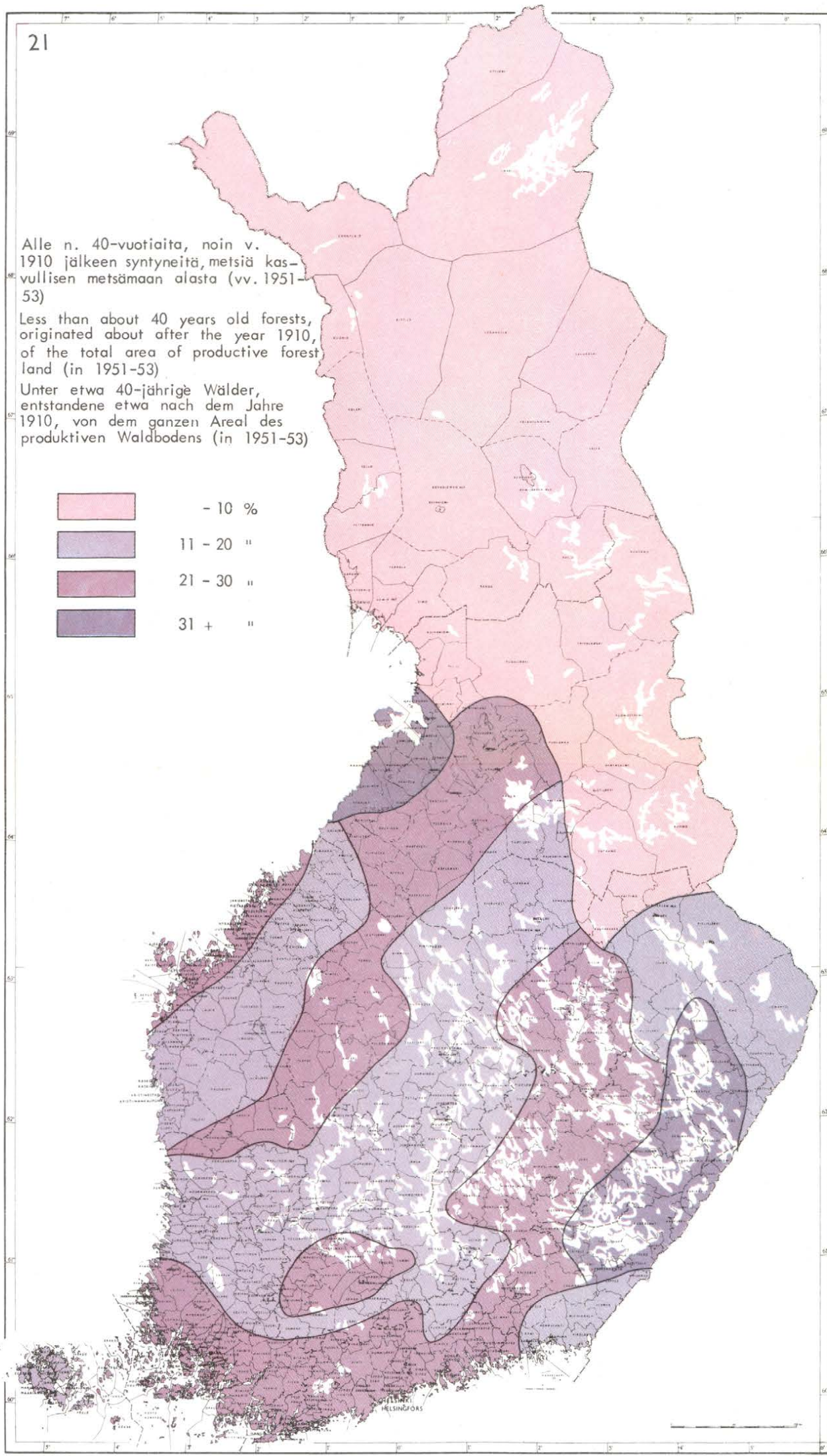
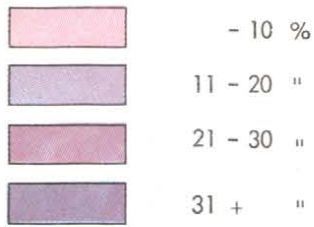
1², 2², 3² = 10.1-25 %



Alle n. 40-vuotiaita, noin v. 1910 jälkeen syntyneitä, metsiä kasvullisen metsämaan alasta (vv. 1951-53)

Less than about 40 years old forests, originated about after the year 1910, of the total area of productive forest land (in 1951-53)

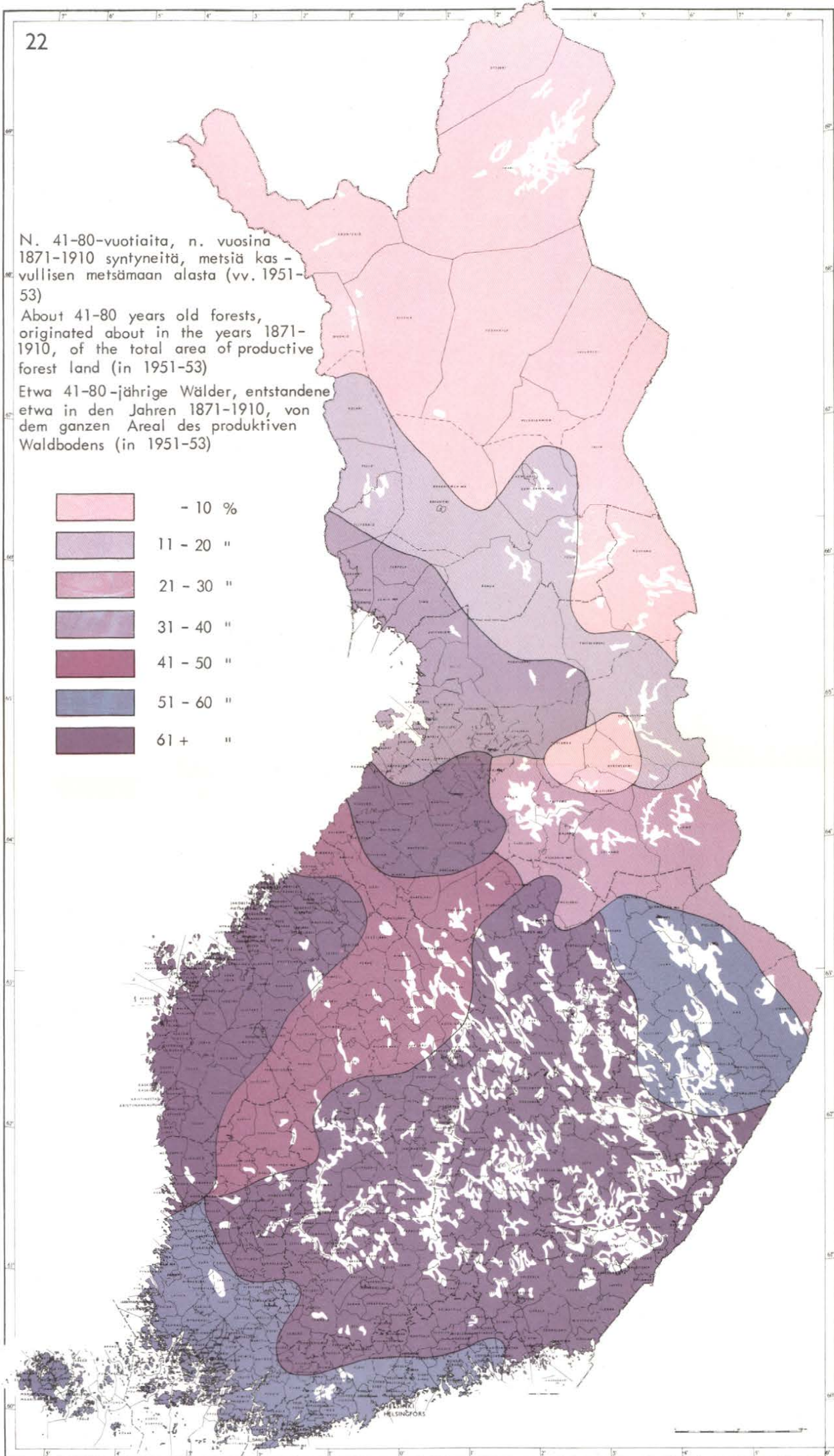
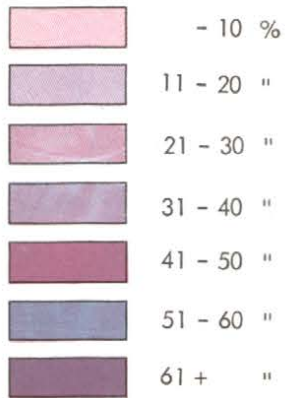
Unter etwa 40-jährige Wälder, entstandene etwa nach dem Jahre 1910, von dem ganzen Areal des produktiven Waldbodens (in 1951-53)



N. 41-80-vuotiaita, n. vuosina 1871-1910 syntyneitä, metsiä kasvullisen metsämaan alasta (vv. 1951-53)

About 41-80 years old forests, originated about in the years 1871-1910, of the total area of productive forest land (in 1951-53)

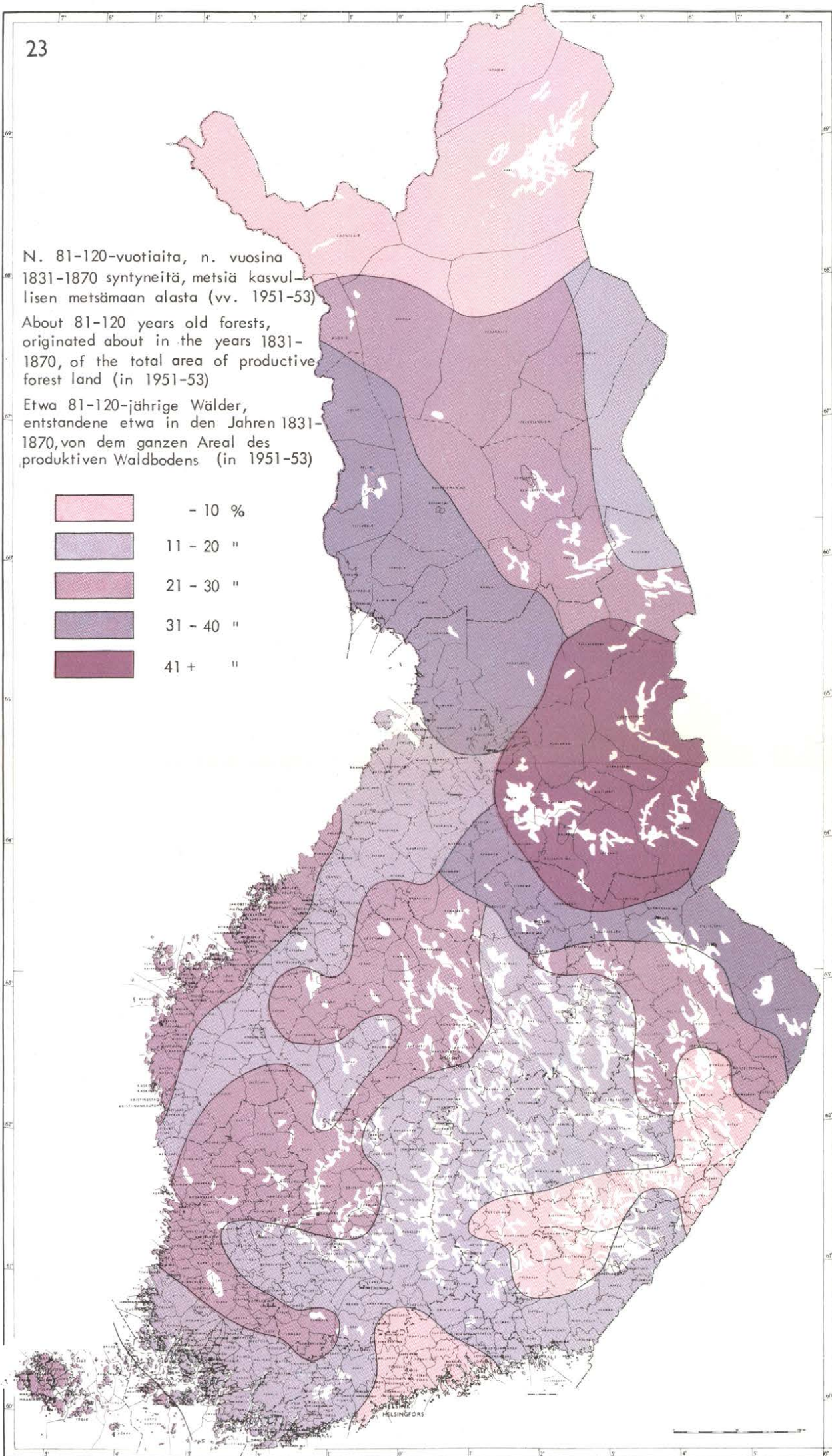
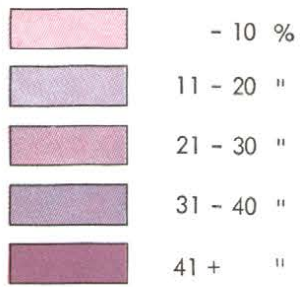
Etwa 41-80-jährige Wälder, entstandene etwa in den Jahren 1871-1910, von dem ganzen Areal des produktiven Waldbodens (in 1951-53)



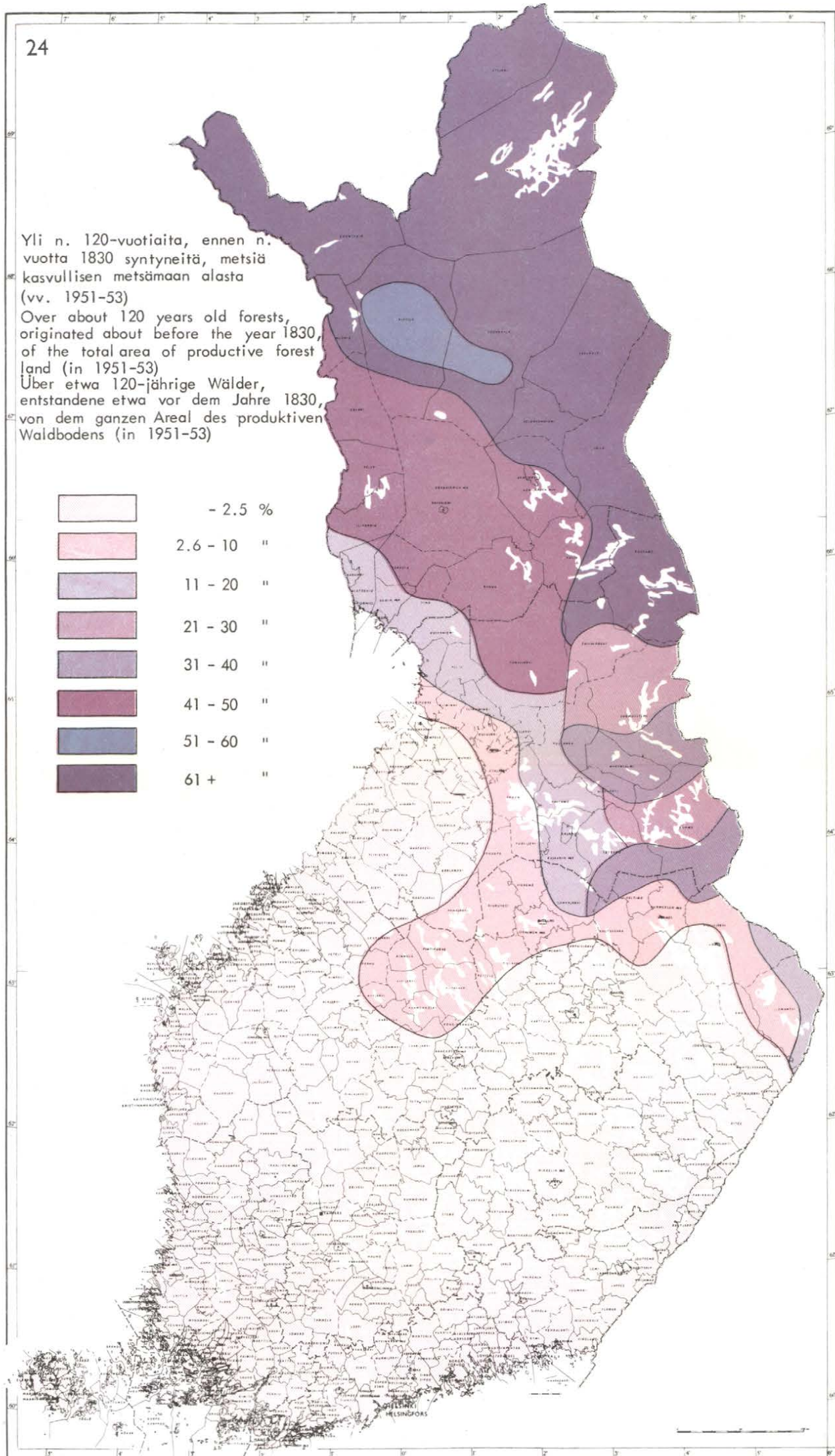
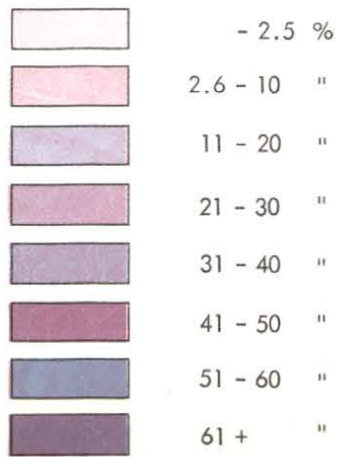
N. 81-120-vuotiaita, n. vuosina
1831-1870 syntyneitä, metsiä kasvul-
lisen metsämaan alasta (vv. 1951-53)

About 81-120 years old forests,
originated about in the years 1831-
1870, of the total area of productive
forest land (in 1951-53)

Etwa 81-120-jährige Wälder,
entstandene etwa in den Jahren 1831-
1870, von dem ganzen Areal des
produktiven Waldbodens (in 1951-53)



Yli n. 120-vuotiaita, ennen n.
vuotta 1830 syntyneitä, metsiä
kasvullisen metsämaan alasta
(vv. 1951-53)
Over about 120 years old forests,
originated about before the year 1830,
of the total area of productive forest
land (in 1951-53)
Über etwa 120-jährige Wälder,
entstandene etwa vor dem Jahre 1830,
von dem ganzen Areal des produktiven
Waldbodens (in 1951-53)







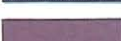


Yleisimmin esiintyvä ikäluokka kasvillisella metsämaalla

The most frequently occurring age class on productive forest land

Die am allgemeinsten vorkommende Altersklasse auf dem produktiven Waldboden

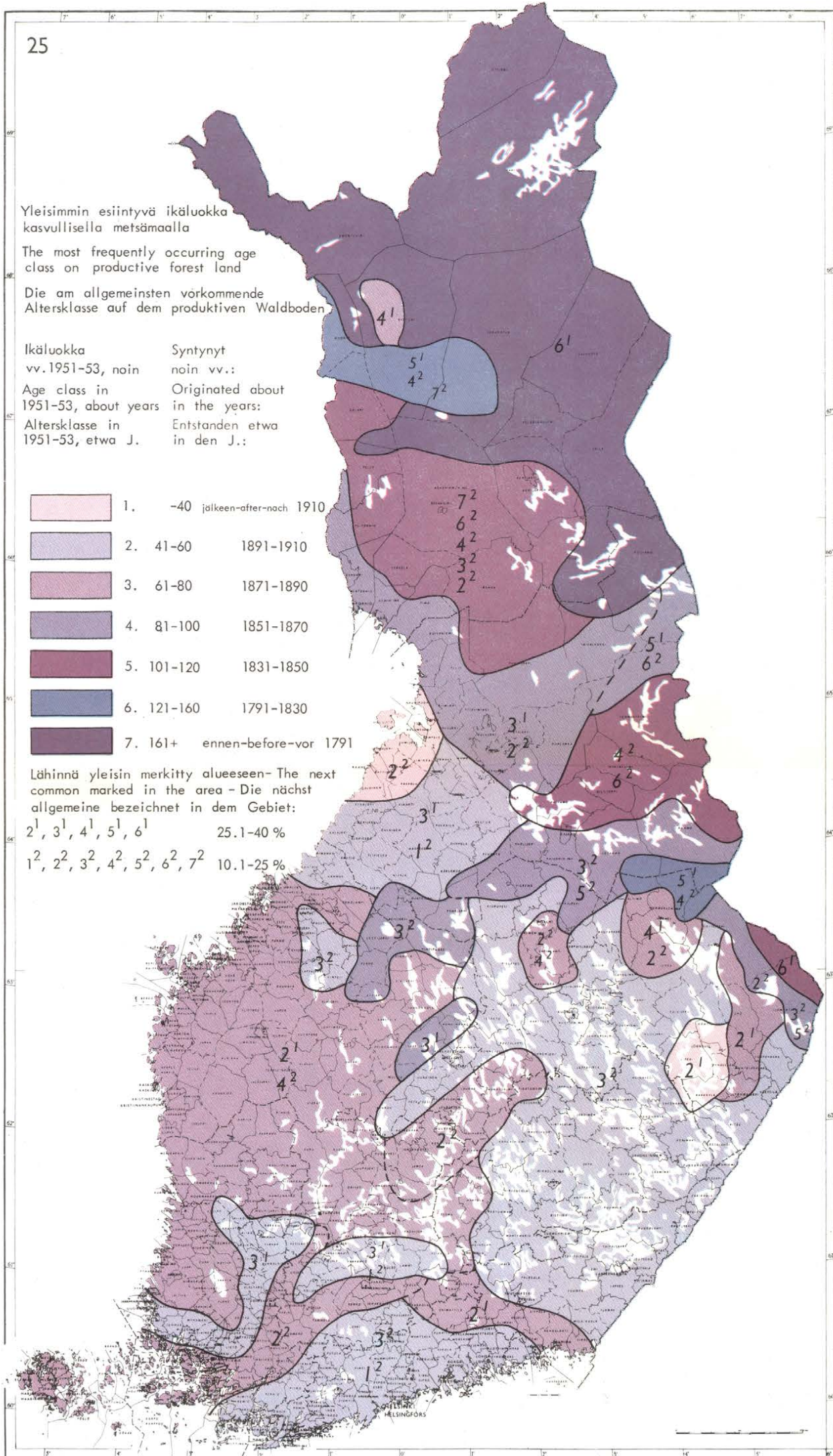
Ikäluokka	Syntynyt
vv. 1951-53, noin	noin vv.:
Age class in 1951-53, about years	Originated about in the years:
Altersklasse in 1951-53, etwa J.	Entstanden etwa in den J.:

- | | | | |
|---|----|---------|-------------------------|
|  | 1. | -40 | jälkeen-after-nach 1910 |
|  | 2. | 41-60 | 1891-1910 |
|  | 3. | 61-80 | 1871-1890 |
|  | 4. | 81-100 | 1851-1870 |
|  | 5. | 101-120 | 1831-1850 |
|  | 6. | 121-160 | 1791-1830 |
|  | 7. | 161+ | ennen-before-vor 1791 |

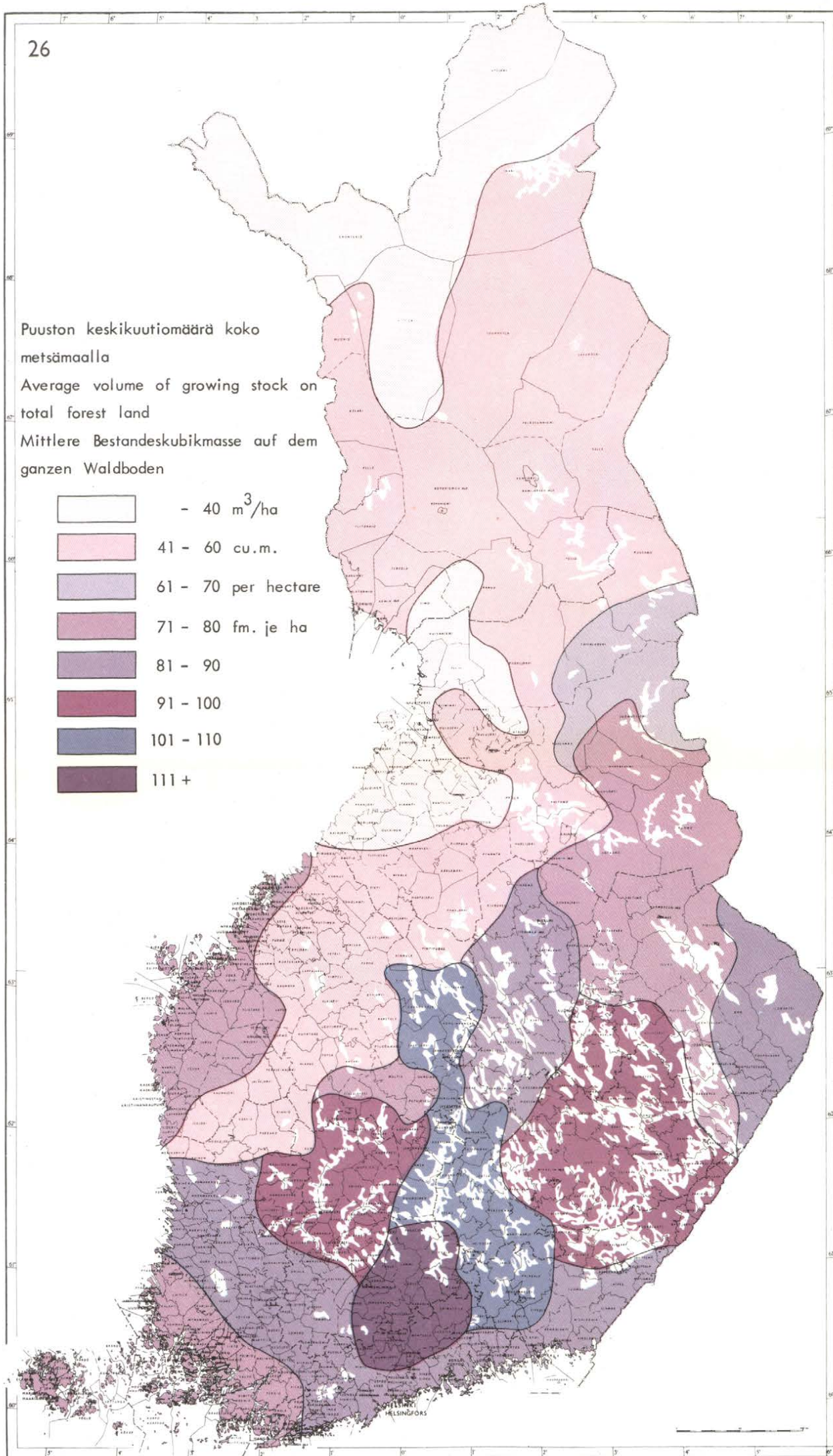
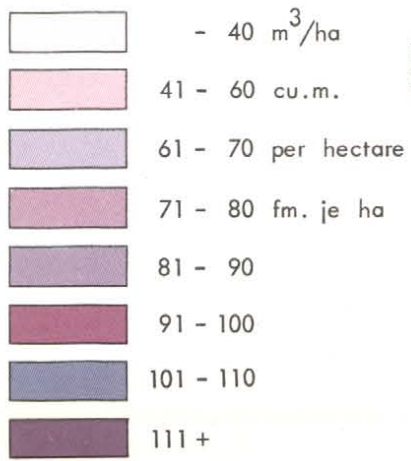
Lähinnä yleisin merkitty alueeseen - The next common marked in the area - Die nächst allgemeine bezeichnet in dem Gebiet:

2¹, 3¹, 4¹, 5¹, 6¹ 25.1-40 %

1², 2², 3², 4², 5², 6², 7² 10.1-25 %



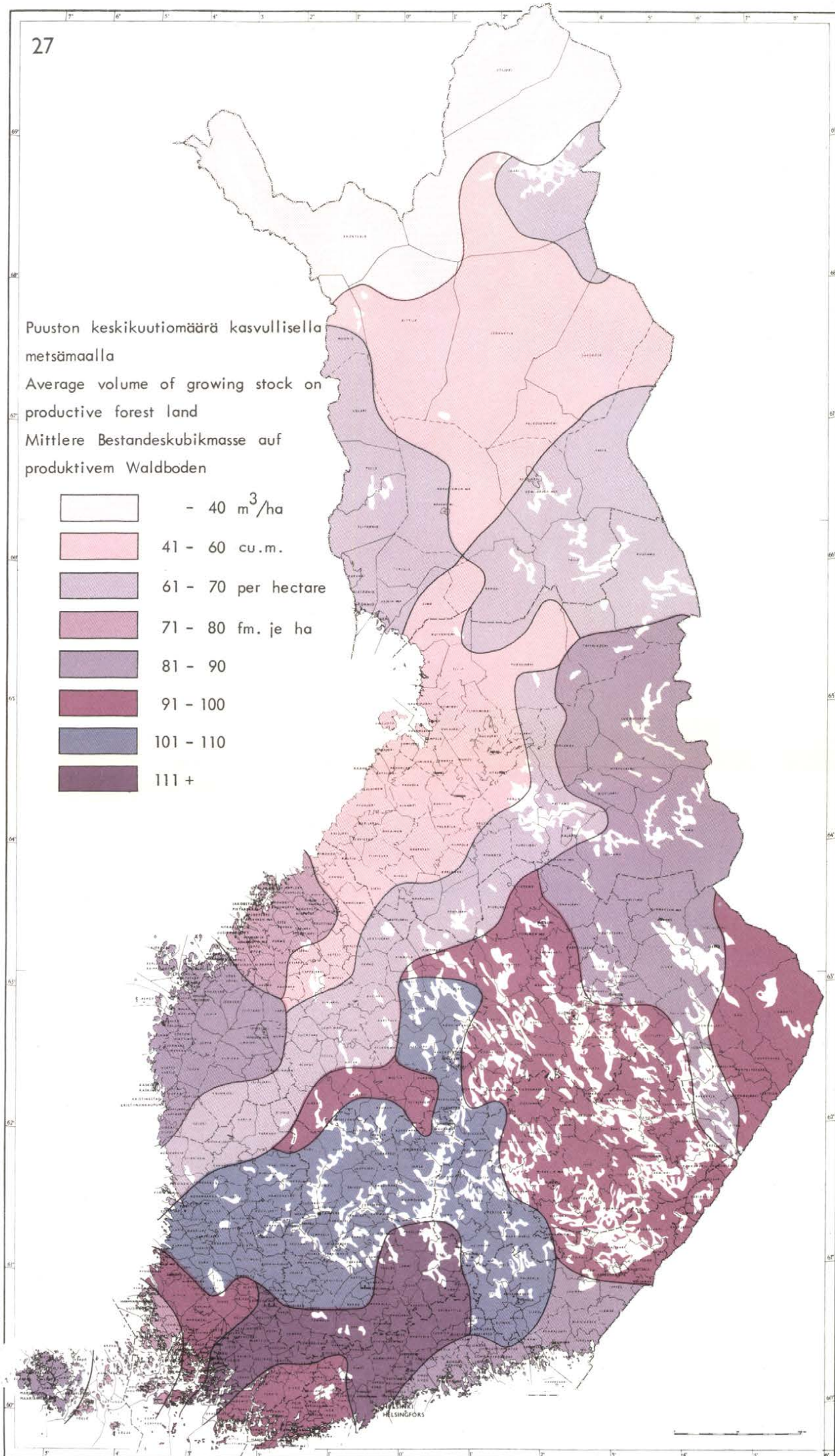
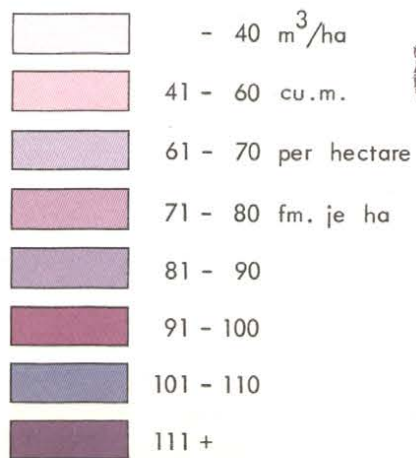
Puuston keskikuutiomäärä koko metsämaalla
 Average volume of growing stock on total forest land
 Mittlere Bestandeskubikmasse auf dem ganzen Waldboden



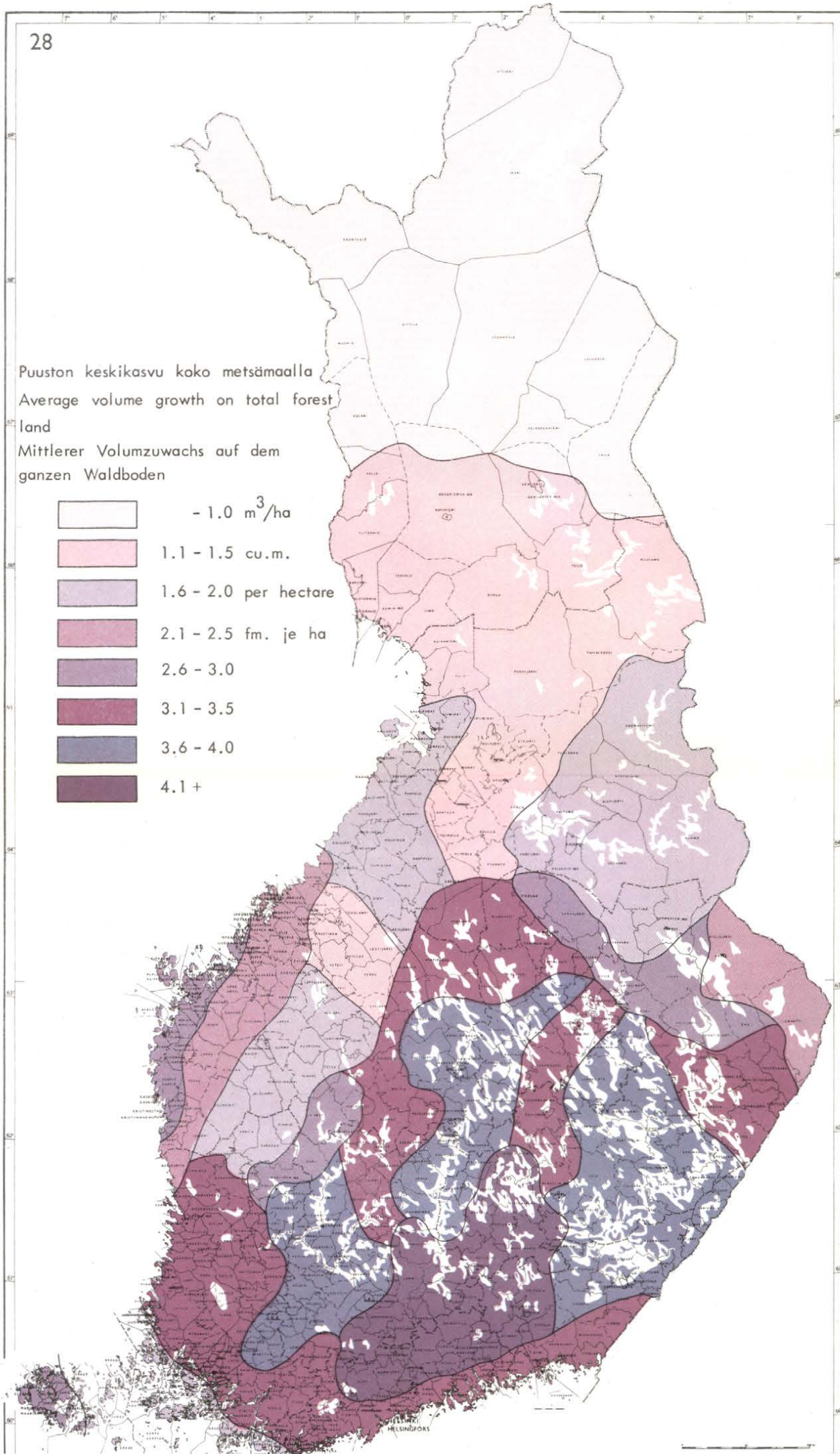
Puuston keskikuutiomäärä kasvullisella
metsämaalla

Average volume of growing stock on
productive forest land

Mittlere Bestandeskubikmasse auf
produktivem Waldboden



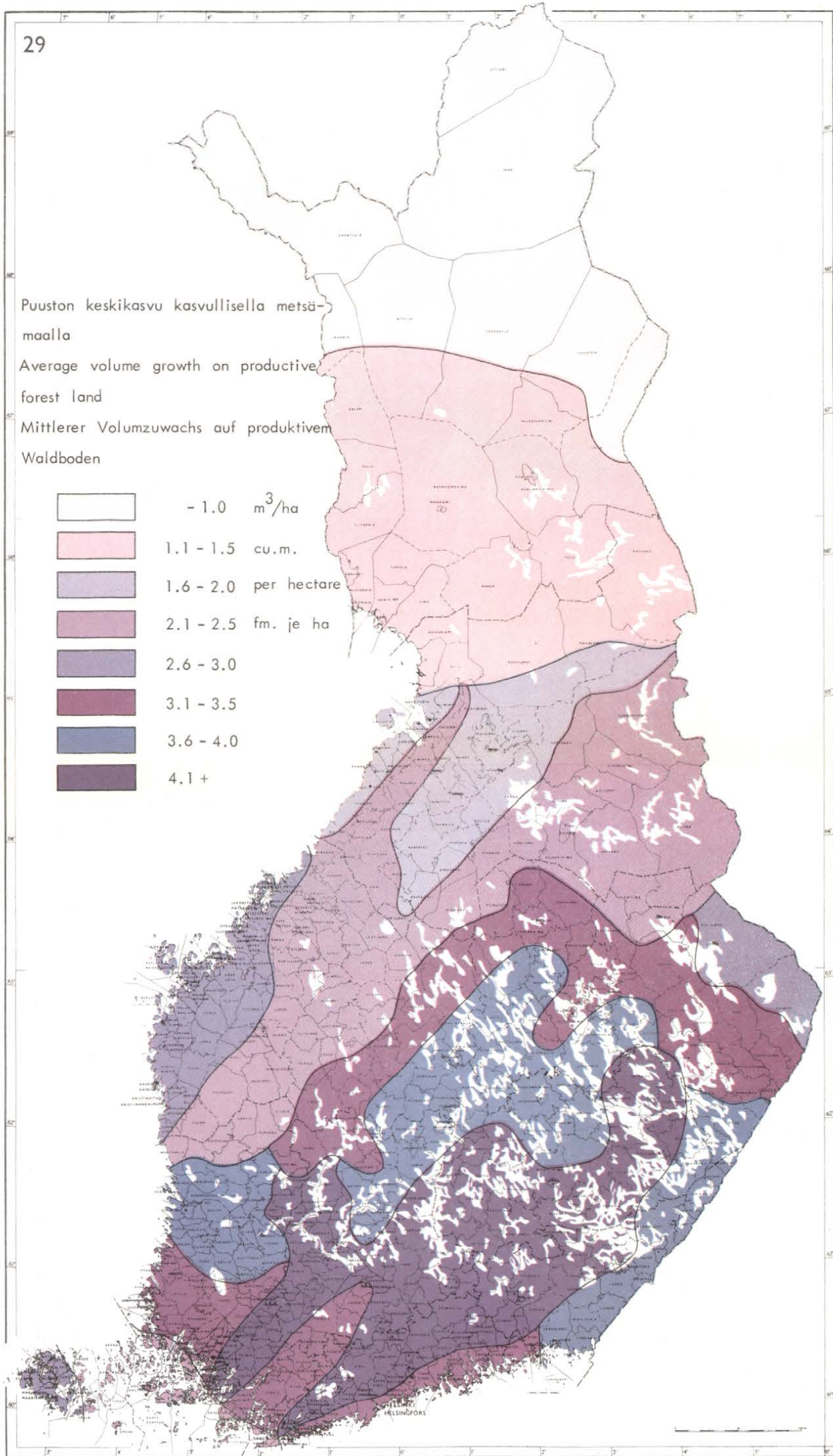
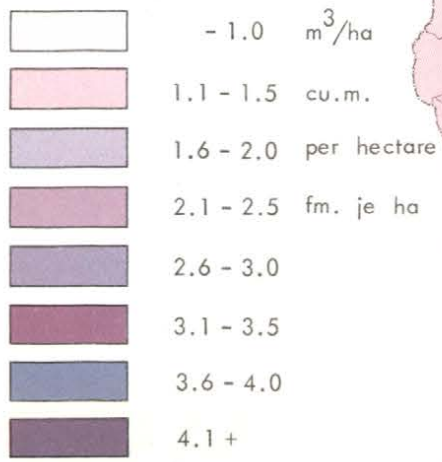
Puuston keskikasvu koko metsämaalla
 Average volume growth on total forest
 land
 Mittlerer Volumzuwachs auf dem
 ganzen Waldboden



Puuston keskikasvu kasvullisella metsämaalla

Average volume growth on productive forest land

Mittlerer Volumzuwachs auf produktivem Waldboden



Tuottokyy kasvillisilla metsämailla
 Producing capacity on productive
 forest lands
 Produktionsfähigkeit auf produktiven
 Waldböden

