METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 55
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 55

COMMENTATIONES

IN HONOREM PROFESSORIS

YRJÖ ILVESSALO

SEPTUAGENARII

AB INSTITUTO FORESTALI FENNIAE
SOCIETATEQUE FORESTALI FENNIAE EDITAE

HELSINKI 1962

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA 55
COMMUNICATIONES INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE 55

COMMENTATIONES

IN HONOREM PROFESSORIS

YRJÖ ILVESSALO

SEPTUAGENARII

AB INSTITUTO FORESTALI FENNIAE
SOCIETATEQUE FORESTALI FENNIAE EDITAE

HELSINKI 1962

Helsinki 1962. Valtioneuvoston kirjapaino



Gryjó Ilves salo

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE
55

Yrjö Ilvessalo 70-vuotias.

Yrjö Ilvessalo Seventy Years of Age.

27. Appelroth, Eric. Några reflexioner om C. W. Gyldéns lärobok »Handledning för skogshushållare i Finland». Summary: Reflections on C. W. Gyldén's Old Handbook.
6. Arman, Valter and Hagberg, Erik. The National Forest Surveys of Finland, Norway and Sweden. A comparison between methods.
10. Aro, Paavo. Einige Beobachtungen über die Kernrisse bei der Birke.
7. Brantseg, Alf. Irrigation and Twig-covering Experiments in Scots Pine Forests.
32. Ennevaara, P. Pohjoismaiden metsäpalotilastoista. Summary: Forest Fire Statistics in the Northern Countries.
21. Heikinheimo, Lauri. A Plan for Statistics on Forestry Labour Input and Wages.
8. Heikurainen, Leo and Kuusela, Kullervo. Revival of the Tree Growth after Drainage and its Dependence on the Tree Size and Age.
16. Heiskanen, Veijo. Mäntysahatukkien laatuluokituksen tarkkuudesta. Summary: Accuracy of the Grading of Pine Sawlogs.
30. Hellén, Esko. Metsätöiden palkkatilastot vv. 1957—1962. Summary: Wage Statistics of Forest Work.
5. Holmsgaard, Erik. Influence of Weather on Growth and Reproduction of Beech.
35. Holopainen, Viljo. Suomen metsäntuotteiden viennin jalostusaste 1950—1960. Referat: Der Fertigungsgrad der aus Finnland in den Jahren 1950—1960 exportierten Forsterzeugnisse.
13. Ilvessalo, Mikko and Mäkinen, Veikko O. Development of Growing Stock on Farm Woodlots of Different Sizes.
33. Kalela, Aarno. Notes on the Forest and Peatland Vegetation in the Canadian Clay Belt Region and Adjacent Areas. I.
19. Kalela, Erkki K. Taimistojen luontaisesta harvenemisesta. Referat: Über die natürliche Ausscheidung der Pflanzenbestände.
15. Kangas, Esko. Über Krummstämmigkeit und Verzweigung der finnischen Kiefer.

24. Keltikangas, Valter. Normaalimetsän kannattavuussadannes ja finanssinen kiertoaika. Summary: The Concept of Profitability in the Normal Forest and the Financial Rotation.
31. Keränen, J. Über Besonderheiten der Gewitter mit Erdblitzen und Waldbrandgefahr im nördlichen Finnland.
1. Kujala, Viljo. Die Dicke der Moosschicht in den Heidewäldern Finnlands.
2. Laitakari, Erkki. Eräs metsiemme arviointi 1820-luvulta. Summary: A Survey of Finnish Forests in the 1820's.
28. Linnamies, Olavi. Metsänhoito- ja hallintokustannukset metsäverotuksessa. Summary: Silvicultural and Administrative Costs in Forest Taxation.
17. Makkonen, Olli. Antiikin kirjallisuuden metsää sivuavien mainintojen tulkintavaikeuksista. Summary: The Difficulty of Interpreting Statements Concerning Forests in Ancient Literature.
18. Mikola, Peitsa and Laiho, Olavi. Mycorrhizal Relations in the Raw Humus Layer of Northern Spruce Forests.
23. Multamäki, S. E. Die Wirkung von Waldentwässerung auf die Ablaufverhältnisse von Torfboden.
25. Nyyssönen, Aarne. The Development of Age-class Composition.
29. Paarlahti, Kimmo and Hanioja, Pauli. Methodological Studies on the Colony Counts of Soil Microbes.
3. Pöntynen, V. Wood Utilization, the Logging Quantities of Forests and the Total Drain in Finland in 1950—1960.
20. Rummukainen, Ukko. Simatsiinikokeita. Summary: Experiments with Simazin.
4. Saari, Eino. Yksityismetsälain ja metsänhoitolain luonnoksen suhde hakkuumäärän tasaisuuden ja kohoamisen vaatimuksiin. Summary: The Effect of the Present Private Forest Act and of the Proposed New Forest Law on Felling Quantities in Finland.
34. Saarnijoki, Sakari. Wisa-Maserbildung auch bei Erle, *Alnus incana* (L.) Willd.
11. Sarvas, Risto. The Development of the Tree Species Composition of the Forests of Southern Finland During the Past Two Thousand Years.
14. Tiihonen, Paavo. Auf die Höhe gestützte Ausbauchungstafeln für Kiefer, Fichte und Birke.
26. Vesterinen, Emil. Evon metsäopiston perustamisvaiheita. Summary: Foundation of Evo Forestry College.
9. Viro, P. J. Forest Site Evaluation in Lapland.
22. Virtanen, Artturi I. On the Fixation of Molecular Nitrogen in Nature.
12. Vuokila, Yrjö. The Effect of Thinnings on the Yield of Pine and Birch Stands.

Artikkelit n:o 1, 3, 5—7, 9—14, 20, 21, 29 ja 34 on toimittanut Metsäntutkimuslaitos, artikkelit n:o 2, 4, 8, 15—19, 22—28, 30—33 ja 35 Suomen Metsätieteellinen Seura.

Articles nos. 1, 3, 5—7, 9—14, 20, 21, 29 and 34 have been redacted by the Forest Research Institute, nos. 2, 4, 8, 15—19, 22—28, 30—33 and 35 by the Society of Forestry in Finland.

YRJÖ ILVESSALO

70-VUOTIAS

Suomen Akatemian jäsen, professori, tri h.c. Yrjö Ilvessalo täyttää 70 vuotta joulukuun 1. päivänä 1962. Harvalle tutkijalle on omalla alallaan suotu niin pitkä-aikaista, keskitettyä ja merkitsevää elämäntyötä, kuin mitä Yrjö Ilvessalo on tiedemiehenä Suomen metsätalouden hyväksi suorittanut.

Yrjö Ilvessalon tutkijantyön keskeisin aihe voidaan ilmaista lyhyellä, mutta paljon sisältävällä otsakkeella: Suomen metsävarat. Niitä valaisevien tutkimuksien alulle paneminen, suunnittelu, toteuttaminen ja julkisuuteen saattaminen muodostaa Yrjö Ilvessalon toiminnan näkyvimmän osan. Ei ole liioittelua lausua, että se, minkä nykypolvi Suomen metsävaroista tietää, olennaisesti nojaa hänen työhönsä.

Ilvessalo on itse kertonut niistä vaikeista olosuhteista, joiden vallitessa hän ensimmäisen maailmansodan vuosina joutui tutkimuksiaan alulle panemaan. Tehtävänä oli luonnonvaraisten, tasaikäisten metsiköiden kasvusuhteiden selvittäminen eri metsätyypeillä ja tätä varten oli koottava laaja aineisto. Ajankohta oli oikein valittu, vaikka käsillä tietyssä mielessä olikin viimeinen hetki. Kaskiviljelyksen jäljiltä oli näet aikanaan syntynyt runsaasti sellaisia metsiköitä, jotka sopivasti varttuneina nyt täyttivät tämän tutkimustyön aineistolle asetettavat tasaikäisyyden ja luonnontilaisuuden vaatimukset. Mutta laajoiksi paisuneiden sota-ajan halonhakkuiden vuoksi olivat monet näistä myös joutuneet vaaravyöhykkeeseen ja vielä suuremmassa määrässä oli 1920-luvulla näin tapahtuva, kun teollisuuden raaka-aineen tarve nopeasti lähti kasvamaan. Mutta tällaisten metsiköiden löytäminen senaikaisten kulkuneuvojen, etupäässä polkupyörän varassa liikuttaessa, ei suinkaan ollut mikään yksinkertainen tehtävä. Työ kuitenkin saatettiin sisukkaasti päätökseen ja jo v. 1920 Ilvessalo julkaisi huomiota herättäneen väitöskirjansa metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä ja sen täydennyksenä kasvu- ja tuottotaulukot.

Tämä tutkimus loi perustuksen myöhemmälle metsätalouden suunnittelulle Suomessa antamalla tietoja eri puulajien kasvusta ja metsiköiden kehityksestä erilaisilla kasvupaikoilla. Ilvessalon kasvu- ja tuottotaulukothan ovat sananmukaisesti kuluneet jokaisen metsämiehen käsissä, alkuperäisinä tai tärkeimmältä osalta monissa käsikirjoissa jäljennettyinä.

Mutta Ilvessalon väitöskirja oli tärkeä myös toisessa suhteessa. Vasta se saattoi A. K. Cajanderin metsätyyppiopin sellaiseen kiinteään numerolliseen yhteyteen, joka johdatti soveltamaan metsätyyppejä entistä paljon laajemmassa mitassa niin hyvin tieteellisessä työssä kuin käytännöllisessä metsätalouden järjestelyssä, verotuksessa yms. Kun Cajander v. 1921 julkaisi tunnetun teoksensa »Über Waldtypen II», se ei enää tapahtunutkaan yksin, vaan yhteisesti Ilvessalon kanssa. Useat Ilvessalon myöhemmät tutkimukset ovat laajentaneet väitöskirjan alulle panemaa tutkimuksen kenttää, eritoten Pohjois-Suomen osalta, ja myöhemmin ovat Ilvessalon oppilaat jatkaneet työtä eri tavoin käsiteltyihin metsiin nähden.

Varhain joutui Ilvessalo tekemisiin suurten alueitten metsävarojen inventoimistyön kanssa, josta sitten oli muodostuva hänen koko elämänsä keskeinen tehtäväpiiri. Ensinnä oli tarpeellista selvittää metodi. Miten oli ylipäänsä mahdollista kohtuullisin kustannuksin ja tarpeeksi lyhyessä ajassa hankkia ne tiedot, jotka kokonaisen valtakunnan metsävarojen inventointi vaati? Millainen todennäköinen virhemahdollisuus tällaiseen, ilmeisestikin näyteaineistoon nojaavaan tutkimukseen tulisi liittymään? Tämäntapaisiin kysymyksiin oli niihin aikoihin vähän tai tuskin ollenkaan vastauksia saatavissa. Näitä ongelmia oli Suomessa kylläkin herätty pohtimaan jo paljon aiemmin ja v. 1912 oli jopa suoritettu ulkotyöt huomattavaa tutkimusta varten, jonka tarkoituksena ensi kädessä oli metodipuolen selvittäminen. Tämä Sahalahden ja Kuhmalahden pitäjiin kohdistuva linja-arviointi oli kuitenkin toisilta jäänyt kesken. Sen päätökseen vieminen jäi nyt Ilvessalolle. Onnellista oli, että matemaattis-tilastollinen puoli sai kaivatun selvityksen J. W. Lindebergin kaltaiselta tämän vaikean alan erikoistutkijalta. Todettakoon tässä yhteydessä, että Ilvessalolle valmistui tilaisuus vielä 1950-luvulla suorittaa mainittujen pitäjien metsävaroista uusi inventointi.

Ilvessalo oli nyt kypsä käymään käsiksi Suomen metsien ensimmäiseen yleiseen inventointiin. Monta vaikeutta voittaen suoritettiin sen ulkotyöt vv. 1921—23. Suomen metsät-nimisen suuren kokoomateoksen Ilvessalo julkaisi nopeasti jo v. 1924. Muutamia vuosia myöhemmin ilmestyivät inventoinnin tulokset laskettuina myös päävesistöalueittain ja viljavuusalueittain.

Näin julkisuuteen saatettuja numerotietoja oli paljon odotettu ja ne joutuivat heti monipuoliseen käyttöön. Teollisuuden raaka-aineen hankinnassa, uusien rautateiden suunnittelussa, verotuksessa, monen alan tieteellisessä tutkimustyössä ja lukuisissa muissa yhteyksissä havaittiin »valtakunnan metsien arvioinnin» numerotiedot korvaamattomiksi milloin mitäkin asiaa koskevan tarkastelun lähtökohdaksi. Erääksi yleisimmin toistuvaksi viittaukseksi sekä taloudellisessa että luonnontieteellisessä kirjoittelussa muodostuivatkin tästä lähtien sanat »Ilvessalon mukaan». Ilman hänen lukujaan ei yksinkertaisesti olisi enää tultu toimeen.

Suomen metsävarojen ensimmäinen inventointi oli kansainvälisestikin erittäin huomattava saavutus. Se merkitsi näet ensimmäistä yhtenäisellä, matemaattis-tilastollisesti kestävällä pohjalla loppuun vietyä kokonaiseen valtakuntaan kohdistuvaa metsävarojen inventointityötä. Vasta myöhemmin on muissa maissa saatettu päätökseen samantapaisia inventointeja. On sanomatta selvää, että tällaisesta uranuurtajan työstä Ilvessalolle on kertynyt laajaa kansainvälistä mainetta.

Metsän näennäisesti hitaasta kasvusta huolimatta saattaa jo 10—15 vuotta tuoda kokonaisen valtakunnankin metsävaroja koskevaan kuvaan olennaista uutta. Niinpä talouselämän kaikinpuolinen kehittyminen synnyttikin pian uuden inventoinnin tarpeen ja Ilvessalon oli jo 1930-luvun puolivälissä ryhdyttävä valmistelemaan toista inventointikertaa. Työsuunnitelma uusittiin nyt perusteellisesti ja samalla laajennettiin ohjelmaa. Kokemus oli näet osoittanut, että kun kerran suuri tutkimuskoneisto pantiin liikkeelle, oli mahdollista vähäisin lisäkustannuksin hankkia linjoilla ja koealoilla selvitystä moniin muihinkin kysymyksiin, eikä ainoastaan niihin, jotka pelkästään metsävarojen tuntemuksen kannalta olivat välttämättömiä. Toiseen inventointikertaan liitettiinkin useita tällaisia lisätutkimuksia, joista erikoismiehet sitten lähemmin joutuivat vastaamaan.

Ulkotyöt suoritettiin vv. 1936—38 olosuhteissa, jotka paljon poikkesivat 1920-luvun oloista. Oli käytettävissä autoja, parempia varusteita, uusia karttoja yms. ja koko ohjelma voitiin perustaa reikäkorttikoneilla tapahtuvaan käsittelyyn. Sanomalehdistön ja radion välityksellä tuli työ yleiseen tietoisuuteen, minkä johdosta ryhmiä ei enää maakunnassa otettu vastaan epäilyttävinä maankulkijoina, niinkuin ensimmäisellä kerralla saattoi tapahtua.

Välillä syttynyt toinen maailmansota ei pystynyt Ilvessalon työtä sen enemmän häiritsemään, kuin että toisen inventointikerran suuri kokoomateos jo v. 1942 tuli julkisuuteen. Seuraavana vuonna oli tulokset julkaistu myöskin metsänhoitolautakuntien toimintapiirejä noudattamalla, mikä aluejako sitten käytännössä onkin osoittautunut yhä tärkeämmäksi. Ensimmäisen ja toisen inventointikerran tulosten keskinäinen vertailu antoi metsätaloutemme suunnittelulle arvokkaita viitteitä ja se loi ennen kaikkea luottamusta siihen, että metsien hyväksi kannattaa tehdä työtä. Olihan metsävarojen kehitys 1920- ja 1930-luvuilla suuresti lisääntyneestä hakkuutoiminnasta huolimatta ollut myönteinen.

Jälleen kävi niin, että olosuhteiden muutokset toivat uuden inventointikerran pian päiväjärjestykseen. Maiden ja metsien menettäminen rauhanteossa, pika-asutustoiminta, sodanaikaiset ja sen jälkeiset vahvat hakkuut sekä edessä oleva teollisuuden laajentuminen vaativat lähtökohdaksi mahdollisimman ajankohtaisia numerotietoja. Tehtävään käsiksi käyminen oli nyt helpompaa, sillä kahden inventointikerran kaikki kokemukset olivat ulottuvilla. Uutuutena, josta kannattaa erikseen mainita, oli ilmakuvien käytäntöön otto. Ennen kaikkea oli kuitenkin tärkeätä, että Ilvessalo itse oli käytettävissä.

Niinpä suoritettiin hänen johdollaan kolmannen inventointikerran ulkotyöt vv. 1951—53 ja tulokset Ilvessalo julkaisi v. 1956. Ehkä mielenkiintoisimman osan muodosti tällä kertaa metsävarojen kehityksen seuraaminen 30 vuoden aikana ensimmäisestä inventointikerrasta kolmanteen. Monet olivat pelänneet, että nyt saataisiin esille varoittavia lukuja, sillä otaksuttiin metsävarojen kärsineen takana olleina vuosina. Mutta kuva muodostuikin odotettua valoisammaksi. Voitiin selvästi nähdä, että yleistyvä huolenpito metsistä, metsänparannustyöt ja oikeat hakkuutavat olivat johtaneet siihen, että metsävarat olivat sekä lisääntyneet että rakenteeltaan parantuneet. Jos kenelle, niin tämä havainto on mahtanut tuottaa tyydytystä Ilvessalolle itselleen.

Kaiken tämän jälkeen on melkein uskomatonta, että Ilvessalo vielä on ehtinyt käydä käsiksi neljänteen valtakunnan metsien arviointiin, jonka töitä »väliarvioinnin» otsakkeella vv. 1960—61 kentällä on suoritettu. Tämän inventoinnin ensimmäisiä tuloksia, joista tehostetun metsänhoidon välttämättömyys erityisen varoittavana tosiasiana tulee esille, on Ilvessalo jo saattanut julkisuuteen niihin aikoihin kuin tämä juhlakirja ilmestyy.

Suurten inventointitöitten välikausina on Ilvessalo kohdistanut tutkijavoimansa lukuisiin erikoiskysymyksiin. Näitä varten hän on monelta osalta saanut aineistoa inventointien yhteydessä, toisissa tapauksissa sitä on hankittu erityisesti keräämällä ja mittaamalla varsinkin Metsäntutkimuslaitoksen lukuisilta pysyviltä koealoilta. Perä-Pohjolan metsille Ilvessalo v. 1937 julkaisi samantapaiset kasvutaulukot kuin väitöskirjansa yhteydessä eteläpuoliskon metsille. Kymmentä vuotta myöhemmin ilmestyivät kipeästi kaivatut pystypuiden kuutioimistaulukot, muita tässä luettelematta. Korvaamattoman työn on Ilvessalo suorittanut kuvaamalla Suomen luonnonsuhteita linja-aineistoihin perustuvien kartakkeiden avulla, joista ehkä laajimmin tunnettuja ovat »Suomen Kartaston» painoksissa julkaistut. Ilman tätä Ilvessalon panosta olisi isänmaamme tuntemus olennaisesti köyhempi.

Kiitosta ansaitsee Ilvessalo nimenomaisesti siitä, että hän ei ole rajoittunut ainoastaan julkaisemaan merkitsevien tutkimustöittensä tuloksia tieteellisissä julkaisusarjoissa, vaan hän on määrätietoisesti tahtonut saattaa hankitut tiedot myös helppotajuisessa muodossa jokaisen ymmärrettäväksi. Suorastaan lukemattomia ovat siten ne käsikirjat, aikakauslehdet, kalenterit ym., joihin hän on näissä merkeissä kirjoituksia laatinut, samoin kuin esitelmät, joita hän metsäviikoilla, radiossa tai muualla on pitänyt. Näissä yhteyksissä hän säännöllisesti on pyrkinyt myös vetämään uusia, ajankohtaisiksi tulleita ongelmia selvitteleviä johtopäätöksiä. Aivan erityisesti on Ilvessalon nimi viime vuosina esiintynyt metsiemme jatkuvia hakkuumahdollisuuksia koskevan keskustelun yhteydessä. Tampereen kaupungin metsät ja Vakuutusyhtiö Metsäpalo mainittakoon kohteina, joiden hyväksi Ilvessalo käytännössä pitkään on työskennellyt.

Tämä sama pyrkimys palvella käytäntöä on johdattanut Ilvessalon runsaaseen komiteatyöhön. Hän on ollut jäsenenä tai monesti puheenjohtajana useissa

komiteoissa, joissa metsätalouttamme koskevia uudistuksia on valmisteltu. Viimeksi on hänen johdollaan laadittu painava suunnitelma Suomen metsätieteellisen tutkimustoiminnan kehittämistä varten. Jos Ilvessalo saisi olla näkemässä tämän suunnitelman toteutuvan, niin tuskin kai mikään asia siinä määrin voisi häntä ilahduttaa.

Kuva Ilvessalosta tiedemiehenä jäisi epätäydelliseksi, jollei mainittaisi siitä laajasta toiminnasta, jolla hän on osallistunut lukuisten tieteen alalla työskentelevien seurojen, järjestöjen ja lautakuntien työhön niiden hallitusten jäsenenä ja monesti puheenjohtajana. Monet ovat myös ne kongressit ja muut kokoukset maan rajojen ulkopuolella, missä hän taidolla on Suomea ja sen metsätiedettä edustanut. Todistuksena tämän toiminnan laadusta ovat ne huomattavat kunnianosoitukset, jotka ovat Ilvessalon osaksi tulleet. Hän on monien järjestöjen kunniajäsen; hänet on promovoitu useita kertoja kunniatohtoriksi eri puolilla maailmaa; hänellä on korkeita kunniamerkkejä; hänen muotokuviaan on maalattu ja hänestä on lyötätetty mitali.

Erityisen maininnan ansaitsee lopuksi Ilvessalon toiminta Suomen Metsätieteellisen Seuran hyväksi, jonka jäseneksi hän tuli jo v. 1916. Hän on toiminut seuran sihteerinä kuusi vuotta ja puheenjohtajana myöhemmin kahdesti. »Cajanderia lukuun ottamatta ei kukaan liene jättänyt seuran toimintaan yhtä syviä jälkiä», lausui toinen seuran hyväksi paljon uurastanut, professori Erkki Laitakari jo v. 1952. Seura onkin kutsunut Ilvessalon sekä kunniajäseneksi että kunniapuheenjohtajakseen.

Kun Suomen Akatemia v. 1948 perustettiin jouduttiin harkitsemaan, mitkä alat tulisivat akatemiaan edustetuiksi. Suomen kaltaisessa maassa oli sangen luonnollista, että tällaisen aseman sai metsätiede, jolla oli tunnustettu maine myös maan rajojen ulkopuolella. Ratkaisuun lienee kuitenkin vaikuttanut myös se, että sellainen tutkijapersoonallisuus kuin Ilvessalo oli käsillä. Hänen nimityksensä akateemikoksi vastaanotettiinkin yleisellä tyytyväisyydellä.

Tutkimustyön rinnalla Yrjö Ilvessalo on kiinteästi ollut mukana myöskin opetustyössä. Yliopistossa hän ehti olla neljä vuotta metsänarvioimisen opettajana sekä myöhemmin 16 vuotta saman aineen dosenttina. Kokonaista 26 vuotta hän hoiti tulevien maanmittareiden metsäopetusta Teknillisessä Korkeakoulussa. Myös Yhteiskunnallisessa Korkeakoulussa hän on ollut opettajana. Monien kurssien ja jatkokoulutustilaisuuksien onnistumiseen hän on luennoitsijana myötävaikuttanut. Merkittävää opettajan työtä on itse asiassa ollut myös valtakunnan metsäinventointien toteuttaminen, sillä joka kerta on tehtävään ollut koulutettava pääosaltaan uusi henkilökunta. Niinpä ovat nykyiset »taksaattorit» Suomessa melkein järjestään Ilvessalon kasvatteja.

Yrjö Ilvessalosta puhuttaessa ei ole sivuutettava myöskään häntä yksityishenkilönä, työtoverina ja ihmisenä. Erinomaisen tehokkaasti työskentelevänä, ystävällisenä, avuliaana ja vaatimattomana on hän varmaankin monen mielestä suomalaisen tiedemiehen perikuva. Itse aiheesta kai johtuu, että hänen julkai-

sunsa ja esitelmänsä saattavat joskus vaikuttaa perin asiapitoisilta. Joka on tutustunut vain tähän, ei ehkä hevin ota uskoakseen, että Yrjö Ilvessalo on synnynnäinen humoristi, joka piankin saattaa ilahduttaa läheistä piiriä hersyvällä leikinlaskulla ja sujuvilla tilapäisrunoilla.

Ulkonaisesti Yrjö Ilvessalon elämäntyö on erottamattomasti liittynyt Metsäntutkimuslaitokseen. Kun tämä v. 1918 perustettu laitos v. 1922 sai ensimmäiset professorinsa, oli Ilvessalo 29 vuotiaana niistä Olli Heikinheimon rinnalla toinen. Yli 40 vuoden ajan on hän nyt uurastanut tutkimuslaitoksen hyväksi monella eri tavalla. Myös sen jälkeen kun Ilvessalo oli tullut nimitetyksi Suomen Akatemian jäseneksi on Metsäntutkimuslaitos ja ennen kaikkea sen metsänarvioimistieteen osasto ollut se työn ja toiminnan koti, jonka hän on tuntenut omakseen, ja jolle hänen persoonallisuutensa myös on leimansa lyönyt.

Yrjö Ilvessalon merkkipäivänä tahtovat hänen tutkijatoverinsa ja oppilaansa osoittaa hänelle harrasta kunnioitustaan ja kiitollisuuttaan tämän juhlajulkaisun välityksellä.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

YRJÖ ILVESSALO

SEVENTY YEARS OF AGE

Yrjö Ilvessalo, Member of the Academy of Finland, Professor, Doctor of Philosophy and Doctor Honoris Causae, will celebrate his seventieth birthday on December 1, 1962. Few scientists have been granted such a lengthy, concentrated and important lifework in their chosen fields as that accorded to Yrjö Ilvessalo for the benefit of Finnish forestry.

The principal aim of the scientific work conducted by Yrjö Ilvessalo can be summed up in the brief but comprehensive heading — the forest resources of Finland. The most evident work of his life has been that of assuming the initiative in investigations designed to determine the extent and qualities of these resources, and to plan, realise and make the results of the investigations known to the public. It is no exaggeration to say that the knowledge possessed by the present generation of the forest resources of Finland is mainly based upon his work.

Ilvessalo himself has told of the difficult circumstances during the First World War under which he began to carry out his investigations. His task was that of analysing the growth and yield of even-aged virgin forests, and a very great deal of material had to be collected to this end. The moment was well chosen, although in a certain sense the work was engaged in at the last moment. In places where woodland once had been cleared and burned for cropping purposes, a profusion of stands had grown up which now fulfilled the requirements imposed by the research project, that is to say they were of an even age and completely virgin. But the extent of felling activities during the war meant that many of these stands were now threatened. This situation was to become even more acute during the 'twenties, with the growth of the demands of industry for raw material. No easy task was imposed by the necessity to find stands of this type with the means of transportation then available, mostly in the form of bicycles. Nevertheless, the task was persisted in and brought to an end, and as early as in 1920 Ilvessalo published his remarkable dissertation on the importance of forest types from the point of view of forest mensuration supplemented by yield tables.

This work constituted the foundation for all planning of forestry in Finland by showing the yield of various species of tree, and the development

of stands on different sites. Ilvessalo's yield tables have been a constant source of reference to all interested in forestry, whether in the original form, or the principal sections found in many textbooks.

But Ilvessalo's dissertation has proved of importance in other respects as well. Not until its publication was the forest-type theory of A. K. Cajander brought into such close numerical relationship that the classification of forests into types began to be utilized more commonly, both with respect to scientific work and the practical organisation and management of forestry, in taxation, and so on. When in 1921 Cajander published his well-known work »Über Waldtypen II», he was no longer working alone, but in cooperation with Ilvessalo. Many of Ilvessalo's later investigations have expanded the range of the work which was initiated by his dissertation, particularly as regards northern Finland, and subsequently his students have carried on his work, especially concerning forests which had been treated in different ways.

At an early stage, Ilvessalo was confronted with taking inventories of large forest areas, a task which was to prove his life's work. First of all, it was necessary to decide upon the method to be adopted. How would it be possible, at reasonable cost, and in a short time, to compile all the information required for an inventory of the forest resources of a whole country? As the investigation would obviously be based on taking samples, how great was the possibility of error in the findings? At that time, very few or no answers were available to the questions presented. Of course, these problems had long before been the subject of deliberation in Finland, and as early as in 1912 field studies had been made for an important investigation designed to permit decision as to method. However, this pilot investigation which embraced a line survey of two typical parishes, had not been brought to a conclusion. It was left to Ilvessalo to carry on the work to an end. It was fortunate that the problems of mathematical probability could be solved by a man such as J. W. Lindeberg, a specialist in this difficult field. It should be mentioned that as recently as in 1950's Ilvessalo was given the opportunity of making a fresh inventory of the forest resources in these parishes.

Ilvessalo had now gained sufficient experience to embark upon the first general inventory of the forest resources of Finland. Many difficulties had to be overcome before the field work was conducted in 1921—23. Shortly afterwards, in 1924, Ilvessalo published the large work of compilation, The Forests of Finland. Some years subsequently, there appeared the results of inventory with respect to the watershed areas and to areas based on the land fertility.

The results of the inventory had been long awaited, and they found employment immediately in a large number of ways. When it was a matter of planning logging operations for industrial purposes, projecting new railways, deciding upon taxation, conducting research work in various sciences, and many

other connections, the figures to be found in the inventory were discovered to be indispensable as a basis for study. »According to Ilvessalo» became a common reference indication in the literature of both economics and the natural sciences. It would have quite simply been an impossibility to manage without his figures.

The inventory of the forest resources of Finland ranked as a remarkable achievement from the international standpoint also, as it meant the first complete inventory of the forest resources of a whole country, based on a tenable theoretical foundation. Not until later were similar inventories made in other countries. Needless to say, Ilvessalo was accorded international fame by reason of this pioneer work.

Despite the seemingly slow growth of wood, a period of 10—15 years can introduce essentially new traits into the overall picture of the forest resources of a country. Thus the general development of economic life soon called for a new inventory, and in the mid-1930's Ilvessalo had to begin a second study. The scheme of work was now thoroughly revised, and simultaneously the programme was expanded. Experience had demonstrated that when such a large-scale operation was set in motion, it was possible at little extra cost to arrive at answers to many questions concerned with the survey lines and the sample plots, and not only from the point of view of acquiring information on the forest resources. The second inventory was accordingly supplemented by many extra forms of investigation.

The field work was carried out during the years 1936—38 under conditions which differed appreciably from those obtaining in the 'twenties. Cars, better equipment, new maps, and so on, were available, and the whole programme could be based upon the use of the punch card method. Through the agency of the press and the radio, the work became generally known, and the groups of investigators were no longer treated in the country as somewhat suspicious-looking tramps, as had sometimes been the case in the first inventory. The outbreak of the Second World War interfered but little with Ilvessalo's work, and the large compilation of statistics, the findings of the second inventory, was published in 1942. The comparisons drawn between the results of the first and the second inventories gave valuable advice with respect to forestry planning, and above all proved that it is worth while to strive to improve the forests. In spite of the increase in felling during the 'twenties and the 'thirties, the development of the forest resources was positive during this time.

Once again, the change in conditions made a new inventory topical. The cession of territories consequent upon the peace treaty, the emergency settlements, extensive felling and the post-war expansion of industry demanded figures which were as up-to-date as possible. The task was now an easier one, as the findings of the two previous inventories were at hand. One innovation was the introduction of aerial photographs. But the most important factor was that Ilvessalo himself was available. Under his direction, the field work concerned with the

third inventory was conducted during the years 1951—53, and the results were published by Ilvessalo in 1956. Perhaps the most interesting point on this occasion was the part which illustrated the development in forest resources during the course of the thirty years from the first inventory to the third. There were those who feared that on this occasion the inventory would show warning figures, as it was assumed that the forest resources had suffered in the preceding years. But the picture was brighter than had been expected. It was evident that the better management of the forests, the improvement works, and adoption of the right methods of cutting had led to an augmentation of forest resources and to improvement in their quality. If anyone deserved to be, Ilvessalo himself must have been satisfied with the results achieved.

After all that has been said, it is almost inconceivable that Ilvessalo found time to undertake a fourth inventory of the country's forest resources. The first part of the field works was carried out during 1960—61 and the early results of the inventory, which give a note of warning of the necessity of still better management, will already have been published by Ilvessalo when this book of comemoration appears.

In the intervals between the large works of making inventories, Ilvessalo has devoted himself to other problems of research. The material for these investigations has been obtained in part from the inventories, partly by special collecting and surveying, especially from the numerous experimental areas of the Forest Research Institute. In 1937, he published tables concerned with the yield of the forests of the extreme north, which were of the same type as those handled in his dissertation. Ten years later, there appeared the badly-needed volume tables for standing trees. The work engaged in by Ilvessalo in describing, with the aid of cartograms based on material from the survey lines, the physical and biological features of the country, is indispensable. Perhaps the best-known cartograms are those included in »The Atlas of Finland». Without this contribution made by Ilvessalo, our knowledge of our native country would be considerably poorer.

Ilvessalo must be specially praised for not having published the results of his prominent research in scientific publications alone. His desire has been that of providing the results achieved in popular form for general comprehension. He has contributed to innumerable text-books, periodicals, diaries and other publications, and then there have been his talks, broadcast and otherwise, during »forest weeks» and so on. In conjunction with this, he has regularly endeavoured to draw conclusions which will serve to explain new problems of current interest. In recent years, the name of Ilvessalo has been connected with discussions relating to the sustained cutting possibilities of Finnish forests. Mention can also be made of the forest estate of the town of Tampere and the »Metsäpalo» Fire Insurance Company as examples of the work carried out by Ilvessalo in the practical field.

The same desire to serve practical ends has prompted him to belong to many committees preparing forestry reforms. Recently, there has been formulated a new and important plan, under his direction, for the development of forest research work in Finland. To see this plan become a reality would probably delight him more than anything else could do.

The portrait of Ilvessalo as a scientist would be incomplete were mention not made of the extensive work he has done for various scientific societies, organisations and boards as a member or as chairman. Very many indeed are the conferences and other meetings far from his native country at which he has with skill represented Finland and its forestry. The great honours bestowed upon Ilvessalo are evidence of the quality of the work he has done. He is an honorary member of many organisations; he has in various parts of the world been created a Doctor Honoris Causae; he possesses many orders of high rank, portraits have been painted of him, and medals coined.

When the Academy of Finland was founded in 1948, it was necessary to decide which sciences should be represented. In a country such as Finland, it was quite natural that forestry should be one of them, especially as Finnish forestry is well-known beyond the frontiers. But the fact that Finland had such a scientist as Ilvessalo certainly also exerted its influence on the decision. His election as a member of the Academy was received with general satisfaction.

In addition to research activity, Ilvessalo has also been engaged in tutorial work. He was for four years the holder of an appointment as teacher of forest mensuration in the University of Helsinki, and later he held the position of special lecturer on the same subject for sixteen years. He has also been a teacher of prospective land surveyors; for twenty six years he was engaged in this work at the Institute of Technology. Further to this, he has taught at the Institute of Social Sciences. As a lecturer, he has contributed to the success of many courses. The task of making general inventories has also, in fact, involved a great deal of instructional work, as it has been necessary to train in almost new staff for each undertaking.

But Ilvessalo as a private person and man must not be overlooked. As an efficient worker, friendly, helpful and modest, he is in the opinion of many the embodiment of a Finnish scientist. The nature of the subject-matter of his publications and his talks may seem matter-of-fact. Anyone acquainted only with this side of Yrjö Ilvessalo will find it hard to believe that he is a natural humourist with a tonic effect upon any intimate circle in which he finds himself.

The lifework of Yrjö Ilvessalo is inseparably linked with the Forest Research Institute. When the first professors were appointed to this institute in 1922 — the Institute was founded in 1918 — Ilvessalo was one of them, at an age of 29, and Olli Heikinheimo the other. For more than forty years now, he has worked to benefit the Institute, in many ways. Even subsequent to his elec-

tion as a Member of the Academy of Finland, the Forest Research Institute, and especially the Section of Forest Mensuration, has been the place where he has been most »at home», and on which he has stamped the impression of his personality.

In conclusion, the work done by Ilvessalo for the benefit of the Society of Forestry, which he joined as a member as early as in 1916, deserved special note. He has acted as secretary to the Society for six years, and has twice been its chairman. »Apart from Cajander, no-one will have made a deeper impression on the Society's work than he», was the comment of a man who had worked hard and long for the Society's good, Professor Erkki Laitakari, in 1952. The Society has elected him an honorary member and honorary president.

On the occasion of Yrjö Ilvessalo's birthday, his colleagues and pupils wish to extend to him their esteem and their gratitude through the intermediary of this book.

FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.1
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.1
Helsinki 1962

DIE DICKE DER MOOSSCHICHT IN DEN HEIDEWÄLDERN FINNLANDS

VILJO KUJALA

Die Chlorophyll führenden Hauptkomponenten in der Heidewaldvegetation der nördlichen Nadelwaldregion sind der Baumbestand, der Zwergstrauchbestand und der Astmoos- oder der (Rentier-)Flechtenbestand. Das vorzügliche Zusammengedeihen dieser Teilbestände beruht auf mehrere Umstände, die offenbar das Ergebnis einer sehr langen strukturellen und funktionellen Entwicklung und Anpassung darstellen. Dieser intime Zusammenhang wird auch dadurch erwiesen, dass die Waldzwergsträucher und -moose nur sclhecht ausserhalb des Nadelwaldes fortzukommen vermögen. Beispielsweise auf den Hiebsflächen gehen die Zwergsträucher und die Astmoose zum grössten Teil ein. Eine verheerende Einwirkung auf die Heidewaldmoose und die Renntierflechten haben auch die Laubbäume, deren breite, weiche Blätter im Herbst den Boden in einem Laubwald so effektiv bedecken, dass keine geschlossene Moosdecke sich entwickeln kann. Eine ähnliche Wirkung hat die weiche Nadelstreu der Lärche, und darum fehlt auch in einer Lärchenwaldung die Moosdecke fast ganz. Trotzdem die Menge der jährlichen Nadelstreu in den Kiefern- und Fichtenwäldern ihrer Grössenordnung nach der eines Lärchenwaldes wohl ungefähr gleichkommen mag, besteht in ihnen nicht dieselbe Gefahr, denn die steifen und spitzen Nadeln dieser Bäume versinken in die lockere Moosdecke hinein, die sich infolgedessen in diesen Wäldern unbehindert entwickeln und eine erhebliche Mächtigkeit erreichen kann.

Der Moosdecke und ihrer Dicke kommt eine nicht geringe waldbiologische Bedeutung zu. Sie dient u.a. zum Feuchte- und Wärmeausgleich, wirkt aber zugleich auch als effektiver Isolator. Sie verhindert oder jedenfalls erschwert den Zutritt u.a. von Samen und Wurzeln der Keimlinge zum unterliegenden Boden und unterbindet so ihre Entwicklung. Eine auffallende Erscheinung in alten Nadelwäldern ist darum ihre Armut an Samen-

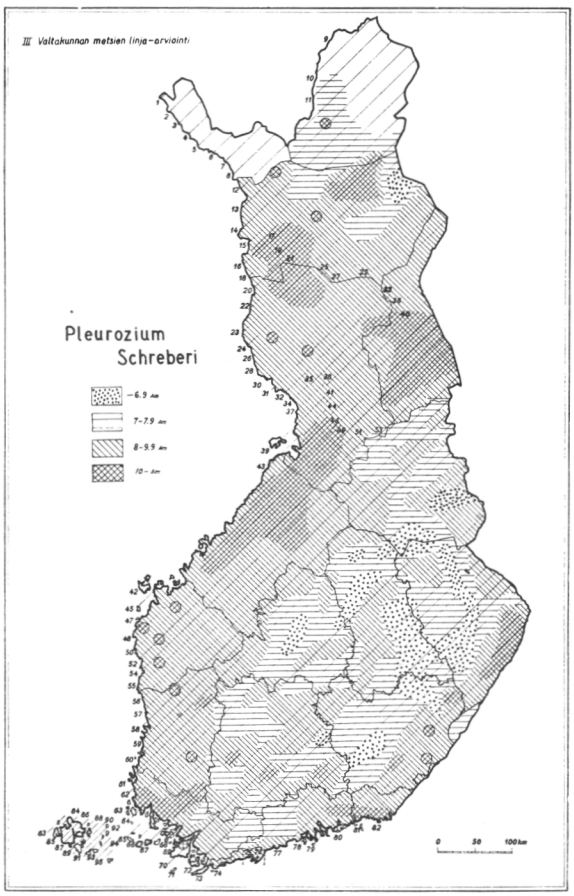
3246—62

keimlinge, sowie der Umstand, dass sich die Erneuerung der meisten Pflanzen in ihnen auf vegetativem Wege vollzieht. Auch für die Samenverjüngung der Bäume ist eine dicke Moosschicht hinderlich — hat man doch bei der Erneuerung der nordischen Fichtenbestände vom sog. Dickmoostyp schon allgemein zu der Vernichtung der Moosdecke durch Abbrennen greifen müssen.

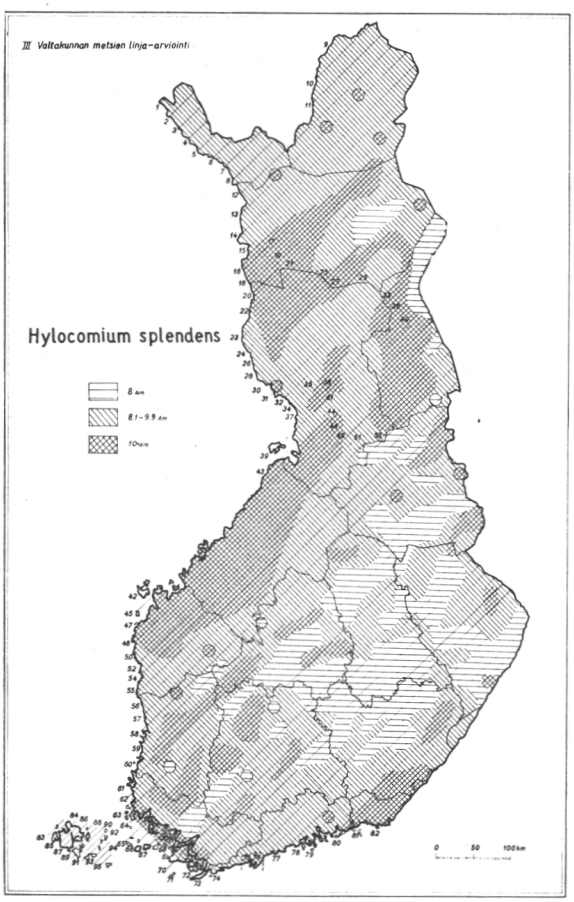
Zur Ermittlung der Dicke der Moosschicht in den Wälden Finnlands sowie des Vorhandenseins eventueller diesbezüglicher regionaler Züge wurden bei der III. Abschätzung der finnischen Wälder 1951—53 auch Dickenmessungen der Moosdecke vorgenommen. Diese sollten auf den Taxierungsprobeflächen in unvermoorten Heidewäldern an solchen Stellen der normalen Bodenoberfläche erfolgen, wo sich die Moosdecke ungestört entwickelt hatte, und zwar durch Messung senkrecht von der Oberfläche der Moosschicht bis hinab zur Oberfläche der Humusschicht, d.h. bis so weit wie das stumpfe Ende des 1.5 cm breiten, 2 mm dicken zur Messung verwendeten Zollstocks noch ungezwungen vordrang.

Wir betrachten hier die Ergebnisse für die zwei Hauptmoose unserer Heidewälder: das echte Wandmoos *(Pleurozium (Entodon) Schreberi* (Willd.) Mitt., syn. *Hypnum parietinum* L.) und das Schichtmoos *(Hylocomium splendens* (Hedw.) Bryol.eur., syn. *H. proliferum* (L.) Lindb.). Die auf sie bezüglichen Karten 1 und 2 wurden so geleistet, dass zuerst die gefundenen Höhenwerte an ihren richtigen Stellen auf die Taxierungslinienkarte verzeichnet, darauf die »Mooshöhenkurven» in üblicher Weise gezogen und die sich so ergebenden Höhenbereiche durch verschiedene Schraffur bezeichnet wurden. Vereinzelte offenbar anomale Werte mussten unberücksichtigt gelassen werden, und in einigen Fällen war man genötigt, die systematisch unterschiedlichen Werte des betreffenden Messers denen der benachbarten Linien anzugleichen.

Bei einem Blick auf die so gewonnene Karte von *Pleurozium Schreberi* findet man in über 70jährigen Heidewaldbeständen die Höhe dieses Mooses von etwas unter 7 cm bis etwas über 10 cm — die Schwankung beträgt also im ganzen Lande nur 3—4 cm. Nichtsdestoweniger ergibt sich eine deutliche regionale Variation. Am dünnsten ist die *Pleurozium Schreberi* -Decke in Mittelfinnland (d.h. auf der binnen-finnischen Seenplatte), besonders in deren östlichem Teil, in Nord-Savo und Nordkarelien; doch erstreckt sich das Gebiet der niedrigen Moosdecke auch auf Nord-Häme und den grössten Teil von Süd-Savo. Dick ist die Moosdecke dagegen in den Küstenbereichen, mit Schwerpunkt in Pohjanmaa, ganz besonders in Mittel-Pohjanmaa, ebenso in Nordfinnland, besonders in Kuusamo, desgl. in den westlichen Teilen von Nord-Pohjanmaa und Peräpohjola. In Lappland ist die Moosdecke wiederum deutlich niedriger — Keile niedrigen Mooses erstrecken sich von dort auch auf die Südseite des Saariselkä-Massivs, u.a. im Südosten zum



Karte 1.



Karte 2.

Flussgebiet des Luiro. Das Gebiet der mittelhohen Moosdecke umfasst den grössten Teil von Kainuu, desgl. im Süden Süd-Häme nebst Uusimaa.

Die Höhenentwicklung von *Hylocomium splendens* bleibt wegen der sympodialen Wachstumsweise des Mooses sowohl absolut als im Vergleich mit *Pleurozium Schreberi* bedeutend geringer, als es der Betrag des wirklichen Wachstums an sich vorzusetzt. Karte 2 zeigt die Dicke der von dieser Art gebildeten Moosdecke in den fraglichen, über 70jährigen unvermoorten frischen Heidewäldern. Wie man sieht, die unterste Höhenklasse, unter 6.9 cm, ist jedoch abgefallen, und die Durchschnittshöhe von *Hylocomium splendens* ist etwas — ca. 0.5 cm — grösser als die von *Pleurozium Schreberi*.

Wie bei der vorigen, können auch bei dieser Art regionale Unterschiede in bezug auf die Höhe festgestellt werden. Den kleinsten Werten begegnet man auch jetzt in Binnenfinnland, zumal in Nord-Savo, im Westen und

Süden von Nordkarelien, im Südosten von Nord-Häme, im Norden und Nordwesten von Süd-Savo sowie im Süd-Kainuu. Am höchsten wächst das Schichtmoos in Süd- und Mittel-Pohjanmaa und im grössten Teil von Nordfinnland, besonders in Kuusamo und im Westen von Nord-Pohjanmaa sowie Peräpohjola. Auch in diesem Falle wird man auf das Gebiet niedriger Werte im oberen Abschnitt des Luiro-Gewässers im Grenzgebiet von Peräpohjola und Südost-Lappland aufmerksam. Mittlere Höhen wertesind für Satakunta, Süd-Häme und Uusimaa zu verzeichnen.

Aus den Karten sind auch kleinere (lokale) Schwankungen erkennbar. Diese mögen klimatisch oder sonstwie fest begründet sein, manchmal kann es sich aber auch um zufällige Einflüsse (Abholzungen, Waldbrände, Weidegang u.dgl.m.) handeln. In welchem Ausmass die lokalen Abweichungen beständig oder vergänglich sind, ist unmöglich auf Grund des vorliegenden Materials zu sagen.

Welches sind nun die Ursachen der regionalen Höhenschwankungen der Moosdecke?

Die fraglichen Moose sind Pflanzen mit mono- oder sympodialem Höhenzuwachs, während ihre unteren Teile allmählich absterben und verwesen. Halten sich Zuwachs und Zersetzung im Gleichgewicht, so bleibt die Moosdecke von Jahr zu Jahr ungefähr gleich dick, und auch die Unterschiede in einander entsprechenden Waldbeständen ein und derselben Gegend bleiben gering. Ungefähr so verhält es sich offenbar in alten Heidewäldern.

Am nächsten bei der Hand liegt wohl der Gedanke, dass die in der Höhe der Moosdecke beobachteten Unterschiede von einer regionalen Unterschiedlichkeit der Wachstumsvoraussetzungen und des Jahreszuwachses herrühren (siehe vor allem C. O. T a m m's Untersuchung vom J. 1953). Eine wichtige Rolle würden hierbei zumal die Feuchtigkeit und die Temperatur spielen. Man hat es hier ja mit durchaus oberflächlichen Pflanzen zu tun, denen jede tiefer eindringenden Wasseraufnahmeorgane fehlen und deren Blätter sehr dünn sind und leicht der Austrocknung unterliegen. Wenn Trockenheit herrscht, stehen Assimilation und Zuwachs still — das lebhafteste Wachstum erfolgt im Vorfrühjahr und besonders während der regnerischen Zeit im Herbst. Möglich ist dabei, dass neben der Regenmenge auch die Länge der feuchten Periode für das Wachstum förderlich sein könnte. Zweifelsohne kommt diesen Umständen eine Bedeutung zu, sie lässt sich aber nur in sehr beschränktem Masse aus unseren Karten erlesen; wahrscheinlich befinden sich andere, kräftiger wirkende Faktoren im Übergewicht. Bei der Prüfung der klimatischen Ursachen dürfen die Vergleiche offenbar nicht auf ein allzu weites Gebiet ausgedehnt werden. Sind doch z.B. Pohjanmaa und Nordfinnland, wo die Moosdecke allgemein am dicksten ist, bedeutend niederschlagsärmer als die südlichen Teile des Landes. Anderseits gehören die regenreichen Küstengebiete Südfinnlands wohl in den Bereich der hohen Moosdecke.

Bei der Gegensätzlichkeit zwischen Binnen- nebst Ostfinnland mit niedriger Moosdecke und den küstennahen Gebieten mit hoher Moosdecke anderseits schiene eher die Länge des feuchten Frühjahrs und besonders des Herbstes wesentlich beizutragen. Zu dessen Nachweis kann man sich z.B. der Schneetiefekarten bedienen (s. Suomen Kartasto, 1960, Karte 5 : 18). Diese spiegelt die Dickenverhältnisse der Moosdecke insofern wider, als in Gebieten mit dünner Schneedecke die Moosschicht hoch, in Gebieten mit viel Schnee wiederum niedriger ist. Hohe Schneewerte deuten in hiesigen Verhältnissen meistens auf frühe Wintereinbrüche und damit auf eine verkürzte Wuchszeit für die Moose im Herbst.

Noch schwächer als die Feuchtigkeit, äussert sich der Einfluss der Temperatur in der Dicke der Moosschicht. Sind doch die Temperaturverhältnisse in Pohjanmaa und Nordfinnland ungünstiger als die von Binnen- und Südfinnland. Es muss also noch weitere Faktoren mit so mächtigem Einfluss geben, dass sie die durch die Wachstumsgeschwindigkeit des Mooses bedingten Unterschiede überdecken.

Unsere im Felde ermittelten Messungswerte geben nur die Bruttohöhe der Moosdecke an. Sie stellen somit die Resultante der verschiedensten positiv und negativ einwirkenden Faktoren. Ausser von den oben besprochenen Wachstumsfaktoren, hängt die Dicke der Moosdecke offenbar noch besonders von zwei Umständen ab, und zwar erstens von der Lebensdauer der Jahrestriebe und zweitens von der Zersetzungsgeschwindigkeit der abgestorbenen basalen Stammteile.

Bei vielen Pflanzenarten des Nordens bemerkt man die Tendenz, ihre Jahrestriebe und Organe länger, d.h. eine grössere Anzahl von Jahren als unter den günstigeren Verhältnissen des Südens am Leben zu behalten. So verhält es sich z.B. mit den Nadeln Kiefer, Fichte und Wacholder, so auch mit den Blättern der Krähenbeere und wohl der meisten wintergrünen Pflanzen. Gleiches betrifft offenbar auch die Moose. So weist z.B. *Hylocomium splendens* in Nordfinnland zahlreichere lebende Jahrestriebe aufeinander als in Südfinnland auf; es handelt sich im Grunde genommen nicht exakt um Jahrestriebe (s. O. H a g e r u p, 1935), sie können aber hier ohne Fehlschläge als solche behandelt werden. Dies wirkt natürlich nicht wenig zugunsten Nordfinnlands auf die Länge der Moosindividuen und die Dicke der von ihnen gebildeten Moosdecke ein.

Was die Zersetzungsgeschwindigkeit der toten Basalabschnitte der Moospflanze betrifft, so ist diese in dem kalten Klima bedeutend geringer als unter süd- und mittelfinnischen Verhältnissen.

Ermittelt man also die Anzahl der aufeinander folgenden toten und lebenden Sympodien an einer Moospflanze, so findet man, dass sie in Südfinnland gewöhnlich 4—5, in Nordfinnland dagegen oft das Doppelte und sogar mehr beträgt. Gerade dies ist offenbar die wichtigste Ursache dazu,

dass die Bruttohöhe der Heidewald-Moosdecke im Norden trotz allen entgegengesetzt wirkenden Faktoren sogar grösser als in Mittel- und Südfinnland ist. Die verlangsamte Zersetzung der Basalteile führt zur gesteigerten Bildung von Trocken- oder Heidetorf in der Unterlage der Moosdecke. Von den Bruttowerten der besprochenen Messungen entfällt auf den toten Basalteil, den Torf, in Südfinnland nur ein recht geringer Teil, in Nordfinnland eine dickere Schicht von mehreren Jahrgängen.

Dass die Dicke der Moosschicht im eigentlichen Lappland wieder abnimmt, mag nicht mehr davon herrühren, dass die Trockentorfbildung dort erschwärt wäre, sondern wohl eher vom dermassen langsamen Wachstum des Mooses, dass die Moosdecke trotz der trägen Zersetzung bedeutend niedriger als in den südlicheren Teilen Nordfinnlands bleibt.

Die Höhe der Moosdecke in den Heidewäldern ist also von recht verschiedenartigen Faktoren abhängig. Die obigen Ausführungen gründen sich in vielem lediglich auf summarische Vermessungen und Annahmen, die Frage an sich ist aber sowohl vom waldbiologischen als waldbaulichen Standpunkt aus sehr wichtig und verdient eingehender untersucht zu werden. Ich hoffe, dass das Obendargestellte dazu anzuregen vermag.

Literatur

Hagerup, O. 1935. Zur Periodizität im Laubwechsel der Moose. — Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Medd. XI. N:o 9.

Tamm, C. O. 1953. Growth, yield and nutrition in carpets of a forest moss *(Hylocomium splendens)*. — Medd. från Statens Skogsforskningsinst. B. 43, N:o 1.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.2
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.2
Helsinki 1962

ERÄS METSIEMME ARVIOINTI 1820-LUVULTA

ERKKI LAITAKARI

A survey of Finnish forests in the 1820's

Summary

Johdanto

Jo varhain on ilmennyt tarvetta hankkia ja julkaista metsiämme koskevia tietoja. Sellaisia sisältyy Rudenschöldin tiedonantoihin vv:lta 1738, 1741 (julk. 1899), metsälakikomitean mietintöön v:lta 1842, Gyldénin käsikirjaan v:lta 1853 ja von Bergin tunnettuun matkakertomukseen v:lta 1859. Jo v. 1850 oli Gyldén laatinut metsien suhteellista runsautta esittävän kartan, joka kuitenkin julkaistiin vasta v. 1960. Blomqvistin runsassisältöiset matkakertomukset vv:lta 1867—69 julkaistiin nekin vasta äskettäin (1959). Käyttäen saatavillaan olleita painettuja lähteitä jä käsikirjoituksia pyrki Osara v. 1950 muodostamaan käsityksen siitä, millaisia olivat metsävaramme sata vuotta aikaisemmin. — Itsenäisen Suomen aikana Yrjö Ilvessalon johdolla suoritetut koko maan metsien inventoinnit ovat tehneet mahdolliseksi entistä paljon tarkemmin seurata metsiemme kehitystä.

Bremerin teos ja henkilötietoja

Haluttaessa tietoja metsäoloistamme viime vuosisadan alkupuolelta on käytettävissämme vv. 1824—25 painettu kaksiosainen teos, jota ei nähdäkseni metsämiestaholla ole lainkaan pantu merkille. Kirjoittaja on Carl Otto Bremer, ja kirjan nimiö on »Anvisning på malm och bergarter uti storfurstendömet Finland». Ei olekaan helppoa arvata, että tämännimisessä kirjassa puhuttaisiin jotakin metsistä. Kiitän veljeäni professori Aarne Laitakaria, joka geologina oli kirjaan tutustuessaan huomannut siinä metsiä koskevia mainintoja ja kertoi huomioistaan minulle.

Kuka oli tämä Carl Otto Bremer? Tietomme perustuvat pääasiassa Eevert Laineen julkaisuun v:lta 1907 »Piirteitä Suomen vuori-

3841—62

toimen historiasta 19. vuosisadan ensipuoliskolla». Saamme tietää, että kyseinen B r e m e r oli syntynyt Turussa v. 1776. Hän tuli hyvin nuorena ylioppilaaksi ja suoritti jo v. 1794 tutkinnon lakitieteessä ja vuoritaloustieteessä sekä julkaisi väitöskirjan viimeksi mainitulta alalta. Hän täydensi vielä vuoriteknillisiä opintojaan Ruotsissa. Kun hänen isänsä J o s e f B r e m e r oli Kirjakkalan ja Teijon rautaruukkien omistaja, oli pojalla kotoa käsinkin alan tuntemusta. Hän hoiti nuorena väliaikaisesti huomattavia vuorialan virkoja kotimaassaan ja Ruotsissa, mutta ei saavuttanut vakinaista asemaa virkauralla. Sen sijaan hänen kirjallinen toimintansa vv. 1794—1825 oli merkittävä. Hän kuoli omistamallaan tilalla Uskelassa v. 1828.

Mistä johtuu, että yli 400-sivuisessa geologisessa tietokirjassa puhutaan aika paljon metsistäkin? Pääasiallinen syy on varmaankin se, että rautatehtaat, jotka esityksessä ja silloisessa talouselämässäkin näyttelivät suurta osaa, tarvitsivat hyvin paljon puuhiiltä. Tehtaan kannattavuus oli osaltaan sen varassa, miten sillä oli hiiltometsää käytettävissä. Mutta tehtaat tarvitsivat myös laitteisiinsa ja henkilökunnan asuntoihin runsaasti lankkua ja lautaa. Usein oli ruukeilla oma sahalaitoksensa. Kun vesivoima oli teollisuuden varsinainen käyttövoima, on luonnollista, että koskiin kiinnitettiin paljon huomiota rautateollisuuden laajentamistakin silmällä pitäen. Tällöin pantiin merkille myös koskien tuntumaan syntyneet sahalaitokset. Kilpailua sahalaitosten ja rautatehtaiden hiilensaannin välillä ei näytä vielä mainittavasti esiintyvän. Päinvastoin tuntuu siltä, että kirjoittaja teollisuuden innokkaana suosijana on mielellään esitellyt sahalaitoksetkin.

Enimmät metsiä koskevat merkinnät kohdistuvat niiden tilaan. Usein mainitaan metsät hyvin kulutetuiksi, joten rautatehtaiden hiilensaanti on vaikeutunut. Mutta monessa tapauksessa annetaan positiivinenkin arviointi. Erikoisesti mainitaan, milloin järeitä puita on saatavissa. — Myös pohditaan syitä metsien huonoon tilaan. Useimmin mainitaan kaskeaminen ja tervanpoltto, joskus rakennuspuiden, lehterien ja laivapuiden liiallinen hakkuu. Huomautetaan myös, ettei osata arvioida metsiä eikä siten osata asettaa hakkuita metsän kestokyvyn mukaisiksi.

Millä tavoin tekijä itse käsittää metsäasioiden käsittelyn tarpeellisuuden kirjassaan, selviää alkulauseesta, jossa sanotaan suomennettuna mm. seuraavaa: »Mineraalihistorian tulee sisältää tietoja maan maantieteellisestä sijainnista, vuoriselänteistä, vesistöistä, tehdasten käyttöön sopivista koskista tai putouksista, kussakin läänissä ja pitäjässä esiintyvistä mineraaleista ja kivennäisvesistä, kaivostekniikasta, kivien ja malmien tuntemisesta, kunkin seudun metsävaroista ja tavasta, jolla voidaan arvioida, paljonko niistä on saatavissa polttopuuta tai hiiltä, edelleen asianomaisen tehdaslaitoksen tarvitsemasta puu- tai hiilimäärästä sekä siitä, mitä seikkoja on huomioon otettava tehdaslaitoksia perustettaessa — — — —». Tekijä

mainitsee, ettei hän teoksessaan voi kaikkea tätä vielä perin pohjin käsitellä, jonka vuoksi hän on antanut teokselleen vaatimattomamman nimiön. Hän ei kuitenkaan pidä kirjaansa mitenkään vähäpätöisenä, jota osoittaa sen omistaminen keisari A l e k s a n t e r i I:lle. Ranskankielinen omistus käsittää pari sivua.

Tietoja metsistä lääneittäin

Asiat käsitellään kirjassa lääneittäin ja pitäjittäin. Päähuomio omistetaan tietenkin kaivosteollisuudelle ja malmiesiintymille tai muille hyödyllisille kaivannaisille. Kuvaavaa ajalle on myös varsin monilla seuduilla tavattujen terveyslähteiden perinpohjainen esittely. Pitkiä teoreettisia selvityksiä on sivumääriä käsittävissä alaviitoissa, joista eräissä pohditaan metsäasioitakin. Kirja osoittaa suurta lukeneisuutta ja ulkomaisen kirjallisuuden tuntemusta. Kotimaan oloja kirjoittaja on tuntenut varsin tarkoin tai ainakin hankkinut niistä tietoja. Vuoriteollisuuden ja sahateollisuuden aikaisemman historian esittely on varsin kiintoisaa. Mainittakoon vain, että Lohjan Ojamon rautakaivos pantiin alulle jo v. 1600 ja edelleen, että Teijon ruukin ensimmäisiä isäntiä oli kirjoittajan isoisä J a c o b B r e m e r, joka kuoli v. 1785. Tämä suvun ensimmäinen Suomessa toiminut jäsen olikin aikoinaan maamme huomattavimpia teollisuusmiehiä ja myös sahateollisuuden harjoittaja.

Läänejä oli meillä kyseisenä aikana kymmenen, nim. Turun, Porin, Uudenmaan, Kymenkartanon, Viipurin, Hämeen, Vaasan, Kuopion, Kajaanin ja Oulun läänit sekä lisäksi Ahvenanmaa. Ne eivät tietenkään vastaa muuta kuin suunnilleen nykyisiä, mutta suurin piirtein käy nimistä selville, mitä seutuja tarkoitetaan. Samaa on sanottava pitäjistä.

Enimmän tietoja luonnollisestikin on eteläisistä lääneistä, joissa vuoriteollisuuskin oli runsainta ja jotka siten joutuivat tarkimmin esitellyiksi.

Seuraavasta asetelmasta nähdään, miten lukuisasti metsistä annettuja erilaisia mainintoja on pitäjittäin eri lääneissä.

L ä ä n i	Pitäjiä, joissa metsät ovat			Käsiteltyjä pitäjiä
	kulutettuja	keskinkertaisia	hyviä	
Turun	3	2	2	28
Porin	3	7	6	22
Uudenmaan	4	1	3	16
Kymenkartanon	1	1	3	12
Hämeen	6	7	5	23
Viipurin	2	3	2	9
Vaasan	3	1	2	20
Yhteensä	22	22	23	130

Nähdään siis, että huonometsäisiä pitäjiä oli kyseisissä lääneissä koko joukko. Melkein saman verran on ollut hyvämetsäisiä. Asetelma osoittaa, että keskimäärin vain 50 % käsitellyistä pitäjistä on saanut arvostelman metsistään. Voinemme olettaa, että ne pitäjät, joiden metsistä ei ole mitään sanottu, kuuluvat keskinkertaisten ryhmään, joka siis todellisuudessa varmaankin on ollut suurin ryhmä. Sitä edustava luku asetelmassa ei siis paljoakaan sano. Molempien muiden ryhmien merkitystä korostaa se seikka, että äärimmäisyydet aina huomataan helpoimmin. Otettakoon myös huomioon, että kyseessä olevat pitäjät ovat pinta-alaltaan suuria ja käsittävät yleensä useita nykyajan pitäjiä (vrt. liitettä). Jossain määrin harkinnan varaista on eräissä tapauksissa ollut pitäjän sijoittelu taulukon ryhmiin.

Eräiden läänien metsistä esitetään yleisarviointi. Niinpä Hämeen läänin metsistä sanotaan, että kaskeaminen ja tervanpoltto sekä rakennus- ja laivapuiden hakkuu ovat huomattavasti heikentäneet metsiä etenkin läänin eteläiseltä osalta. Vaasan läänistä taas sanotaan, että tervanpoltto on siellä suuresti rasittanut metsiä ja lisätään vertauksen vuoksi, että Savossa taas kaskeaminen hävittää metsiä.

Kaskeamisen metsiä tuhoava vaikutus mainitaan myös monen Viipurin läänin pitäjän kohdalla. Sen sijaan Turun ja Uudenmaan lääneistä ei kasken- ja tervanpoltosta mainita, joten metsiä nähtävästi ovat kuluttaneet rautatehtaiden hiilen hankinnat sekä rakennus- ja laivapuiden hakkuut ynnä tuhlaava kotitarvekäyttö. Porin läänissä todetaan kahdessa tapauksessa kaskeamisen rasittavan metsiä; tervanpoltosta puhutaan vain yhden pitäjän kohdalla.

Ennen kuin palataan muutamiin kiintoisiin yksityistapauksiin edellä käsiteltyjen läänien osalta, mainittakoon jotakin niistä maan osista, jotka eivät sisälly asetelmaan.

Ensinnäkin Ahvenanmaan metsistä ei ole sanottu mitään, ja yleensäkin maakunnan käsittely on varsin niukkaa. Kuopion läänin kohdallakin ovat metsiä koskevat maininnat hyvin vähäisiä. Vain Juankosken tehtaan metsistä kerrotaan, että ne ovat hyvin kaskenpolton heikentämiä, mutta riittävät kuitenkin, kun käsittävät kokonaista 28 000 tynnyrinalaa. Kiinnitetään huomiota myös tehtaan liialliseen hiilen kulutukseen, jonka sanotaan johtuvan eräistä teknillisistä virheistä. Tohmajärven seuduilla ilmoitetaan kasvavan rehevää lehtimetsää.

Kajaanin läänistä sanotaan vain, että siellä ovat Suomen metsäisimmät seudut. Oulun läänin kohdalla on seuraavanlainen yleisluonteinen mietelmä: Suomen metsiä ei laajoilla alueilla voida käyttää edullisemmin kuin vuoriteollisuuden hyväksi. Metsät tulevat myös parhaiten hoidetuiksi vasta, kun niiden oikea käsittely osoittautuu välttämättömäksi. Vasta silloin huomaa talonpoika hyvän metsän omistamisen hyödyn. Hän saa metsistään jatkuvasti rahaa, mikä vallankin katovuosina näillä pohjoisilla seuduilla on merkityksellistä.

Esimerkkejä pitäjittäisistä tiedoista

Seuraavassa esitetään muutamia kiintoisia erikoistapauksia maan eri osista.

Turun läänin Halikon pitäjässä sanotaan metsien olevan siinä määrin kulutettuja, että kotitarvepuutkin on noudettava pitkien matkojen päästä. Hyvin vähissä sanotaan myös Kemiön metsävarojen olevan. Pitäjän kaksi rautaruukkia saavat vaivoin hiilen tarpeensa tyydytetyksi. Syyksi mainitaan rannikkoseutujen runsaat polttopuun hakkuut. Pöytyän pitäjän Yläneen kappelista taas mainitaan, että siellä olevan kosken varrella toimiva saha tuottaa erinomaisia lautoja ja että seudun mainioista metsistä saadaan runsaasti tukkeja.

Porin läänin Eurajoen rannikkopitäjän metsiä sanotaan lehterien hakkuun pahasti rasittavan. Pienikin puutavara siis jo tällöin teki kauppansa. Punkalaitumen sisämaapitäjässä taas kaskeaminen kulutti metsiä. Eurassa ja Köyliössä oli hiilenpoltto käynnissä. Hiilet myytiin läheiselle Kauttuan rautatehtaalle. Köyliössä poltettiin myös tervaa. Metsäisinä pitäjinä mainitaan mm. Mouhijärvi, jonka metsistä sanotaan, että ne ovat reheviä. Samaan suuntaan viittaa maininta lehmuksen esiintymisestä Kokemäen metsissä. Siellä myös kansan kerrotaan valmistavan niiniköysiä.

Uudenmaan läänissä esiintyy puun puutetta mm. Helsinginpitäjässä, jonka metsien kirjoittaja arvelee piankin loppuvan, sekä Pohjanpitäjän tehdasseudulla. Toisaalta on vielä hyviä metsiä Nurmijärvellä, Karjaalla ja Karjalohjalla huolimatta rautatehtaiden ja sahojen toiminnasta.

Kymenkartanon lääniin kuului mm. Porvoon pitäjä ja sen kappelit Askola ja Pukkila. Viimeksi mainitusta sanotaan, että siellä on aikaisemmin toiminut huomattava Naarkosken 4-raaminen sahalaitos, jonka kuitenkin tukkien puutteen takia on pitänyt paljon supistaa toimintaansa. Kyseinen saha muuten toimii tänäkin päivänä. Lääni ulottui Savoon saakka, ja Puumalan pitäjän metsistä todetaan, että ne ovat hyvin vähissä. Tähän on selvästikin kaskeaminen ollut pääsyynä, vaikka seudulla toimiva sahakin lienee jotain merkinnyt. Hyvinä metsäpitäjinä esiintyvät Sysmä ja Hartola. Eikä Ruotsinpyhtään rannikkopitäjässäkään ollut puun puutetta huolimatta tällöin jo yli sata vuotta toimineen Strömforsin rautaruukin vaikutuksesta.

Hämeen läänin vähämetsäisiä pitäjiä ovat Kangasala, Janakkala ja Urjala, joista viimeksi mainitusta nimenomaan sanotaan, että metsiä on kaskeamalla hävitetty. Myös Tammelan laajan pitäjän metsät alkavat järvien rantamilta huveta ehkä neljän sahankin ansiosta. Jokioisten rautaruukki ja sen omistama kutomo saavat tarvitsemansa puun omista metsistään. Hyvämetsäisiä pitäjiä ovat mm. Längelmäki, Jämsä, Sääksmäki, Padasjoki ja Orivesi. — Lempäälästä mainitaan vain, että sieltä saadaan runsaasti niintä.

Viipurin läänin kolmesta Laatokan rantapitäjästä sanotaan nimenomaan, että metsät ovat kaskeamisen johdosta vähenemässä. Salmin ja Kitelän metsät kuitenkin antavat jatkuvasti työtä kolmelle sahalaitokselle, jotka vuosittain sahaavat 60 000 tukkia. Suojärven metsät ovat säästyneitä.

Vaasan läänin pitäjien metsistä puhuttaessa on yleisenä valitus tervanpolton tuhoisasta vaikutuksesta. Jonkinlainen merkitys nimenomaan Pohjanmaalla näyttää olleen myös potaskan, salpietarin ja nokimustan (kimröökin) valmistuksella, nämä menetelmät kun kysyivät melko paljon puuta. Myös muutamat rautatehtaat ja sahat kuluttavat huomattavasti metsiä. Vain Laukaan pitäjän metsiä mainitaan hyviksi.

Koko maan metsiin kohdistuvia arviointeja

Tämän jälkeen siirrymme pariin B r e m e r i n esitykseen, jotka kohdistuvat koko maan metsiin.

Toisen osan sivulta 15 alkaa alaviitta, joka koskee metsien arviointia. Sanotaan ensiksi, että huono metsätalous johtuu pääasiallisesti siitä, ettei osata arvioida metsää eikä siis tiedetä, minkä verran puuta se voi tuottaa. Esitys jatkuu seuraavaan tapaan: Kun on saatu selville alueen pinta-ala, vähennetään siitä joutomaat, vedet, viljelykset ym. Nyt ryhdytään selvittämään, montako kuutioyksikköä puuta metsässä on tynnyrinalaa kohden huomioon ottaen metsän laatu, puiden koko ja kasvuisuus. Kuutioyksikönä on »stafrum», kappale, jonka pituus, leveys ja korkeus on 13 korttelia. Keskimäärin on puuston kuutiomäärää 4—6 tällaista mittayksikköä. Yhdestä mittayksiköstä puuta saadaan 18 tynnyriä hiiltä. Kiertoaika on maan kasvuisuuden mukaan 30—100 vuotta. Jos keskimääränä pidetään 40 v. ja sillä jaetaan metsän kuutiomäärä, saadaan tietää, paljonko jatkuvasti voidaan hakata. Vielä selitetään miten stafrum-luvusta päästään hiililästeihin (1 lästi = 12 tynnyriä). Tämä luku onkin rautateollisuuden kannalta tärkein. Edelleen mainitaan, että metsä suurin piirtein vaatii kasvaakseen käyttökelpoiseksi miehen iän. Mutta tällöin metsä on suojattava laiduntamiselta.

Varsin mielenkiintoinen on B r e m e r i n mainitsema metsien keskimääräinen kuutioluku tynnyrinalaa kohden. Jos se (4—6 stafrum) näet muutetaan metrisiksi mitoiksi, saadaan 28.8 m³—43.2 m³ tynnyrinalaa kohden ja 58.3 m³—87.5 m³ hehtaaria kohden. Jos tähän rinnalle asetetaan I l v e s s a l o n luvut valtakunnan metsien ensimmäisestä inventoinnista, saadaan koko maan metsille 64.3 m³/ha ja maan eteläpuoliskon metsille 78.4 m³/ha. Jos otetaan huomioon vain kasvulliset maat, ovat luvut vastaavasti 75.6 m³/ha ja 86.7 m³/ha. Nähdään, että B r e m e r i n luvut liikkuvat aivan samoissa rajoissa kuin vv. 1921—24 inventoinnin. Tuntuu siltä, että ne

ovat varsin todellisuuteen perustuvia. Nähtävästi B r e m e r i n luvut tarkoittavat hiiltopuuksi kelvollista runkopuuta, joten ne koko runkopuuta kohden laskettuina olisivat jonkin verran suurempia.

Toinen B r e m e r i n koko maata koskeva alaviittaesitys on II osan siv. 179—180. Se koskee varsinaisesti koko silloisen teollisuuden puuhiilen käyttöä ja siitä johtuen puun käyttöä. Mutta vertailun vuoksi esitetään myös arvioluku kaskeamisen vuosittain kuluttamasta puumäärästä. Rautateollisuuden vuotuinen hiilen kulutus on esityksen mukaan 45 000 lästiä. Tähän on lisättävä kupariteollisuuden osuus 8 000 lästiä sekä seppien kaupungeissa ja maalla käyttämä erä 5 000 lästiä. Koko kulutus on siis 58 000 lästiä, minkä summan sanotaan kuitenkin eräinä vuosina voivan nousta 65 000 lästiin.

Kun B r e m e r laskee metsien keskimäärin antavan tynnyrinalaa kohden 10 lästiä hiiltä, tietää edellä mainittu vuoriteollisuuden kokonaiskulutus 6 500 tynnyrinalan hakkuuta vuosittain. Jos 10 lästiä vastaava puuston kuutio tynnyrinalaa kohden muutetaan metrisiksi mitoiksi, saadaan tulokseksi 48.2 m^3 ja hehtaaria kohden 97.7 m^3, siis jonkin verran suurempia lukuja kuin edellisen alaviitan kohdalla. B r e m e r mainitsee vielä, että on metsiä, joista saadaan kaksin-, jopa kolminkertainen määrä hiiliä. Näiden metsien hehtaarikuutio siis olisi n. 200—300 m^3, mikä hyvinkin on ollut mahdollista.

Erittäin kiintoisa on B r e m e r i n tässä yhteydessä esittämä arvio, jonka mukaan kaskeaminen vuosittain kuluttaa metsää 20 000 tynnyrinalaa. Tämä ala tuntuu suurelta verrattuna teollisuuden vaatimaan 6 500 tynnyrinalaan. Mutta itse asiassa se on sangen varovainen arvio. Huomattakoon, että vv. 1873—1874 metsälakikomitean, ammattimiesten laskelmiin perustuva tieto näihin aikoihin vuosittain kaadettujen kaskien pinta-alasta on 100 000 tynnyrinalaa. Tätä lukua ei H e i k i n h e i m o (1915), kaskiviljelyn asiantuntija, pidä liiallisena, vaan laskee sen perusteella, että vuosittain kaskissa kaadettu puumäärä oli n. 1.5 milj. m^3. Varmaankin kaskeaminen oli B r e m e r i n aikana ainakin yhtä yleistä kuin 1870-luvulla. Mutta väkiluku oli tuolloin vain n. puolet 1870-luvun asukasmäärästä, n. 2 miljoonasta hengestä. Vuosittain kaadettujen kaskien ala saattoi siis todella olla huomattavasti pienempi kuin komitean mainitsema 100 000 tynnyrinala, mutta oli ehkä kyllä suurempi kuin B r e m e r i n arvioima 20 000 tynnyrinalaa.

Kuten edellä on esitetty, oli vuoriteollisuuden vuotuinen puun käyttö B r e m e r i n mukaan n. 325 000 m^3. Jos tähän lisätään saatavissa olevien tietojen (H a n h o 1915, H e l a n d e r 1949) mukaan sahateollisuuden ja tervanpolton käyttömäärät, päästään n. 1 milj. m^3:iin. Kaskeamisen kuluttama puumäärä olisi edellä esitetyn mukaan 300 000 m^3. Kaikki tämä on kuitenkin vähäistä verrattuna kotitarvekulutukseen. Otettakoon huomioon, että silloisen, n. 1-miljoonaisen väestön puun käyttö on ollut ainakin 6 milj.

m^3:n vaiheilla. — Kaikesta tästä näkyy, kuinka vähäistä vielä v. 1825 oli teollisuuden puun käyttö ja kuinka hakkuumäärä kokonaisuudessaankin oli aivan toista suuruusluokkaa kuin sata vuotta myöhemmin, jolloin (1927) vain Suomen eteläpuoliskossa hakattiin 36 milj. m^3 (S a a r i 1934). On kuitenkin muistettava, että kaikki hakkuu oli järjestämätöntä, metsän uudistumisesta piittaamatonta, joten jäljet varmaankin silti olivat pelottavia.

Vertailuja muihin samanaikaisiin tietoihin

Edellisestä on jo selvinnut, että B r e m e r i n metsiin kohdistuvat arvioinnit liikkuivat todellisuuspohjalla. Tarkasteltakoon vielä toista tietä kyseessä olevien tietojen luotettavuutta. Ensiksikin voidaan huomauttaa, että käsitteet hyvä metsä tai kulutettu metsä olivat B r e m e r i n aikana toiset kuin nykyään. On kuitenkin muistettava, että kyseinen ajankohta oli kaskeamisen valtakautta, jolloin vielä puuttomat tai aivan nuorta metsää kasvavat alueet olivat hyvin yleisiä näkymiä, samoin tervanpolton rappioittamat metsät ja kulon polttamat maat. Monin paikoin metsät tuskin riittivät tyydyttämään kotitarvetta, ja järeän puun puute oli vallan yleistä. Tämä kaikki vaikuttaa siihen suuntaan, ettei ehkä sittenkään eroavaisuus silloisten ja nykyisten käsitteiden välillä ole mainittava. Tähän viittaa myös edellä esitetty B r e m e r i n arvio keskimääräisen metsän kuutiomäärästä pinta-alayksikköä kohden.

B r e m e r i n metsiä koskevia esityksiä tarkistaaksemme voimme verrata niitä eräisiin aikaisempiin ja eräisiin myöhäisempiin tietoihin.

Tarkastakaamme ensin E. E. K a i l a n (1931) julkaisuun sisältyviä karttoja, jotka esittävät kaskenpolton ja tervanpolton yleisyyttä 1750-luvulla. Kaskeamisen levinneisyys vastaa jotakuinkin B r e m e r i n antamaa kuvaa. Hieman pienenemistä maan lounaisosan kohdalla on ehkä 70 vuodessa tapahtunut. Niin ikään tervanpolttoaluetta osoittava kartta on B r e m e r i n tietojen mukainen. Pääosan alueesta muodostaa Pohjanmaa (rannikkoseutuja lukuun ottamatta) ja Kainuu, mutta Etelä-Hämeessä ja Satakunnassakin on erillisiä tervaseutuja. Kiintoisaa on havaita, että pieni erillinen Köyliön alue on ollut todettavissa vielä v. 1825. Kainuun seudut on B r e m e r jättänyt miltei käsittelemättä, joten vertailuja niiden suhteen ei voida tehdä.

Eräitä metsiä koskevia havaintoja ennen B r e m e r i n aikaa tapaamme H. G. P o r t h a n i n kirjeissä vuodelta 1801 (julkaistu 1912). Hän oli osaltaan joutunut huolehtimaan Turun uuden akatemiatalon rakentamisesta ja hankkimaan sitä varten mm. järeää puutavaraa paalutukseen ym. Hän kertoo kirjeessään v:lta 1801 yliopiston kanslerille, piispa J. T e n g s t r ö m i l l e, että Pöytyältä on tiedossa 500 tukkia ja Halikosta 200—300. Hinnerjoelta

on myös luvassa jokin määrä. Kiikalasta, Marttilasta ja Kiskosta sekä saaristopitäjistä ei vielä ole saatu vastausta. Erittäinkin järeiden mäntytukkien saanti näyttää kohdanneen vaikeuksia, ja Porthan arvelee ehkä käyvän tarpeelliseksi lähettää sopiva mies tutkimaan metsiä ja puiden kuljetusmahdollisuuksia. Nähdään siis, että Turun lähiseuduilta ei kyseessä olevaa järeää tavaraa ollut saatavissa. Samoin oli asianlaita Bremerin huomioiden mukaan. Mainituista pitäjistä olivat Pöytyä ja Kiikala Bremerin mukaan hyvämetsäisiä. Halikko ja Kisko sen sijaan ovat hänen kirjassaan merkityt vähämetsäisiksi. Ne ovat kuitenkin voineet vilkkaina paikkakuntina neljännesvuosisadassa menettää huomattavan osan metsiään. On myös mahdollista, että Porthanille hankintatarjouksen tehnyt henkilö on saanut puunsa lähipitäjien harvaan asutuilta seuduilta.

Bremerin julkaisujen jälkeiseltä ajalta mainittakoon ensin v:n 1842 metsälakikomitean mietintö. Siitä ilmenee, että kaskenpoltto Savossa ja Karjalassa on metsien kannalta käynyt arveluttavaksi, jonka takia ehdotetaan tutkimuksen suorittamista mahdollisia rajoituksia silmällä pitäen. Erikoisen heikkometsäisinä mainitaan mm. Jaakkima, Sortavala ja Laatokan puoleinen Impilahti. Hämeen lääniä ei mainita, joten voinemme päätellä kaskeamisen Bremerin ajoista vähentyneen. Myöskään tervanpolttoa ei mainita.

V:lta 1850 on olemassa maanmittaushallituksen silloisen päällikön C. W. Gyldénin laatima kartta, joka kuvaa metsien suhteellista runsautta maan eri osissa. Verrattaessa karttaa havaitaan Bremerin 25 v. aikaisempiin tietoihin yhtäpitävyyttä. Esim. eräiden Laatokan Karjalan, eräiden Savon ja Pohjanmaan sekä Länsi-Suomen seutujen vähämetsäisyys on yhteisenä piirteenä.

Heikinheimon (1915) laajaan teokseen sisältyy kartta, joka esittää kaskeamisen yleisyyttä Suomen eri kunnissa v:n 1860 vaiheilla. Yhtäpitävyyttä verrattaessa Bremerin tietoihin huomataan sikäli, että molempien lähteiden mukaan kaskeaminen on yleisintä Savossa ja Karjalassa sekä Hämeessä, mutta ei ulotu Pohjanmaalle eikä Varsinais-Suomeen ja vain vähässä määrin Satakuntaan. Sen sijaan Bremer ei mainitse kaskeamista Uudeltamaaltakaan, mutta Heikinheimon mukaan sitä on v:n 1860 vaiheilla jonkin verran harjoitettu. Kainuu on Heikinheimon kartassa selvää kaskialuetta. Bremerin esitys on tältä kohdalta niin suppea, ettei siitä voida mitään päätellä.

Vielä v:n 1874 metsälakikomitean maan metsiä koskevan selostuksen ja Bremerin tietojen välillä on yhtäläisyyttä. Mainitun mietinnön mukaan on metsien tila huonoin Viipurin ja Mikkelin lääneissä sekä Vaasan läänin rannikkoseuduilla. Uudenmaan, Turun ja Porin, Hämeen ja Kuopion lääneissä ovat metsät suurin piirtein välttäviä tai tyydyttäviä, samoin Vaasan läänin sisämaassa. Parhaiten säilyneitä ovat Oulun läänin metsät, joskin

sielläkin on heikkoja kohtia. B r e m e r i n antama yleiskuva on melko lailla samantapainen. Eteläisten läänien tila on kuitenkin selvästi parantunut.

Vertailujen perusteella näyttää siltä, että B r e m e r i n metsiä koskevat tiedot yleensä ovat luotettavia. Myös niinen käyttöä sekä salpietarin, potaskan ja nokimustan valmistusta koskevat tiedot osoittautuvat muihin lähteisiin verrattuina paikkansa pitäviksi.

Tulevaisuuden näköaloja

Tulevaisuuden näköaloja avaa B r e m e r eräässä alaviitassaan, jossa hän m.m. sanoo (suomennettuna) seuraavaa: »Suomella on lukuisia putouksia, vesistöjä ja koskia ikäänkuin luonnon luomia sijoituspaikoiksi monille laitoksille, tehtaille ja koneistoille, jotka välttämättä tarvitsevat vesivoimaa. Näitä onkin viime vuosina siellä täällä perustettu, mutta tarvitsemme useampia voidaksemme jalostaa maan omia tuotteita — — —». Tässä B r e m e r tietenkin ajattelee mineraalisia tuotteita [1]), mutta hän on myös osoittanut, että metsilläkin tässä tuotteiden jalostuksessa oli mitä tärkein osuus.

Tulevaisuuteen tähtää myös muuan alaviitta, joka osoittaa B r e m e r i n hyvin seuraavan aikaansa. Siinä kerrotaan höyrykoneesta, jollaisen J a m e s W a t t on keksinyt. Kerrotaan edelleen, että jo käytetään höyryvaunuja kivihiilen ja malmin kuljetukseen; ne voivat kehittää jopa 30 hevosvoimaa. Vielä mainitaan Englannissa yleisestä kaasun käytöstä valaistukseen. Ehdotetaan, että lähetettäisiin englanninkielen taitoinen henkilö ottamaan selvää näistä uusista keksinnöistä. B r e m e r ymmärsi höyrykoneen merkityksen olevan siinä, että sitä voidaan käyttää voiman lähteenä siellä, missä vesivoimaa ei ole. Juuri tällä huomautuksella hän aloittaa puheena olevan esityksensä uusista keksinnöistä. Tuskin hän sentään aavisti, mikä mullistava vaikutus höyryvoimalla tuli olemaan omankin maan teollisuuden ja liikenteen palveluksessa jo muutaman vuosikymmenen kuluttua.

---

[1]) Verrattakoon edellä Oulun läänin kohdalla esitettyä B r e m e r i n mietelmää.

Käytettyä kirjallisuutta

von Berg, Edmund. 1859. Kertomus Suomenmaan metsistä. Helsinki.

Betänkande. 1874. Komitén för bedömmande af frågan om befarad öfverafverkning i Finlands skogar.

A. G. Blomqvists reseberättelser från åren 1867—1869 — A. G. Blomqvistin matkakertomukset vuosilta 1867—1869. Silva Fennica 100.

Bremer, Carl Otto. 1824, 1925. Anvisning på malm och bergarter uti storfurstendömet Finland. Första delen. Åbo, Andra delen. Åbo.

Brev från Henrik Gabriel Porthan till samtida. Del 2. 1912. Skrifter utgivna av Svenska litteratursällskapet i Finland. CII.

Förslag till ny skogs-ordning. 1852. Den Comité, som blifvit nedsatt, för att öfverse och omarbeta de angående skogshushållningen härförinnan utkomne författningar.

Gyldén, C. W. 1853. Handledning för skogshushållare i Finland. Helsingfors.

Hanho, J. T. 1915. Tutkimuksia Suomen metsätalouden historiasta. I. Sahateollisuudesta ja sahantuotteiden viennistä 1840- ja 1850-luvuilla. Suomen Metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 3.

Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Acta Forestalia Fennica 4.2.

Helander, A. Benj. 1949. Suomen metsätalouden historia. Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—24 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. Summary: The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during years 1921—1924. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja 11.

Kaila, E. E. 1931. Tervanpolton leviäminen Suomessa 1700-luvun puolimaissa. Summary: Tar-burning in Finland in the middle of the 18th century. Silva Fennica 21.

Laine, Eevert. 1907. Piirteitä Suomen vuoritoimen historiasta 19. vuosisadan ensipuoliskolla. I. Rautateollisuus 1808—1831. Suomen teollisuushallituksen tiedonantoja. Vihko 43.

Laitakari, Erkki. 1960. Metsähallinnon vuosisataistaival. Silva Fennica 107.

—»— 1961. A century of Finnish State forestry. Silva Fennica 112.

Osara, N. A. 1950. Millaiset olivat metsävaramme v. 1850? Metsätaloudellinen Aikakauslehti.

Ruuth, J. W. 1899. Ulrik Rudenschöldin kertomus taloudellisista ym. oloista Suomessa vv. 1738, 1741. Todistuskapp. Suomen historiasta VI. Helsinki.

Saari, Eino. 1934. Puun käyttö Suomessa. Summary: Wood utilization in Suomi (Finland). Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 14.

Soldan, Aug. F. 1862. Suomen tervanpoltosta ja kuinka se olisi parannettava. Helsinki.

Luettelo niistä pitäjistä joiden metsistä Bremerin kirjassa on maininta

Metsät kulutettuja	Metsät keskinkertaisia	Metsät hyviä
	Turun lääni	
1 Halikko	4 Uskela	6 Kiikala
2 Kisko	5 Perniö	7 Pöytyä
3 Kemiö		
	Porin lääni	
8 Eurajoki	11 Ulvila	18 Ruovesi
9 Messukylä	12 Eura	19 Vesilahti
10 Punkalaidun	13 Köyliö	20 Hämeenkyrö
	14 Tyrvää	21 Huittinen
	15 Pirkkala	22 Karkku
	16 Ikaalinen	23 Mouhijärvi
	17 Loimaa	
	Uudenmaan lääni	
24 Helsinginpitäjä	28 Tuusula	29 Nurmijärvi
25 Mäntsälä		30 Karjaa
26 Pohjanpitäjä		31 Karjalohja
27 Inkoo		
	Kymenkartanon lääni	
32 Puumala	33 Porvoonpitäjä	34 Ruotsinpyhtää
		35 Sysmä
		36 Hartola
	Hämeen lääni	
37 Vanaja	43 Hauho	50 Padasjoki
38 Janakkala	44 Lammi	51 Orivesi
39 Kangasala	45 Somero	52 Längelmäki
40 Sahalahti	46 Tammela	53 Jämsä
41 Urjala	47 Akaa	54 Sääksmäki
42 Kalvola	48 Hattula	
	49 Pälkäne	

Viipurin lääni

55 Sortavala
56 Jaakkima
57 Ruskeala
58 Impilahti
59 Kivennapa
60 Suojärvi
61 Salmi

Vaasan lääni

62 Isokyrö
63 Vöyri
64 Keuruu
65 Uusikaarlepyy
66 Ilmajoki
67 Laukaa

Jotta saataisiin edes summittainen käsitys Bremerin aikaisten pitäjien laajuudesta, luetellaan seuraavassa aakkosjärjestyksessä edellä mainittujen pitäjien kappelit, jolloin kappelin nimen jäljessä oleva numero viittaa vastaavaan emäpitäjän numeroon pitäjäluettelossa (nimet merkitty nykyisen suomenkielisen nimistön mukaisina).

Ahlainen 11
Alastaro 17
Alavus 66
Angelniemi 1
Askola 33
Dragsfjärd 3
Eräjärvi 51
Harju 15
Hausjärvi 38
Hiittinen 3
Honkilahti 12
Humppila 46
Irjanne 8
Jalasjärvi 66
Jokioinen 46
Jyväskylä 67
Kankaanpää 16
Kauhajoki 66
Kauvatsa 21
Kiikka 14
Kitelä 61
Kiukainen 12
Korpilahti 53
Koski 44
Kuhmalahti 39
Kuhmoinen 50
Kullaa 11
Kuorevesi 52
Kurikka 66
Kuru 18
Kylmäkoski 47
Leivonmäki 36
Luhanka 35
Luopioinen 43
Luvia 8
Maksamaa 63
Munsala 65
Muurla 4
Nakkila 11
Noormarkku 11
Oravainen 63
Oripää 7
Pertteli 4
Pihlajavesi 64
Pukkila 33
Renko 37
Salo 4
Sammatti 31
Snappertuna 30
Somerniemi 45
Suodenniemi 23
Särkisalo 5
Teisko 9
Tottijärvi 19
Tuulos 43
Tyrväntö 48
Vampula 21
Vestanfjärd 3
Viljakkala 20
Virrat 18
Ylikylä 5
Ylistaro 62
Yläne 7
Ylöjärvi 15
Ypäjä 46
Ätsäri 18

A Survey of Finnish Forests in the 1820's

Summary

The need for information on Finnish forests has long been felt. Two men, the statistician, Rudenschöld, and the German silviculturist, von Berg, were commissioned by the Finnish Government to gather such data, the former in 1738 and 1741, and the latter in 1859. The Forest Act Committee of 1842 also collected general information on the condition of the forests.

Later on more detailed facts were needed. Since the 1920's, all forests in Finland have been inventoried periodically under the supervision of prof. Yrjö Ilvessalo.

Old treatises on the state of the forests contain interesting historical information and help understand the present state of the forests. One such work, which was published in 1824—25, has been overlooked by foresters; this is not surprising, since it mainly concerned ores and mining. This large, 2-volume work was brought to my attention by my brother, Aarne Laitakari, a professor of Geology, to whom I am very grateful. The book made interesting reading, for few other sources of information cover that period. Its author, Carl Otto Bremer, a mining expert and lawyer, was a member of a famous mining family. He lived in 1776—1828, and wrote mostly between 1794 and 1825.

Why did this reference book deal with forests at such length? The most important reason was probably that the profitability of mining was dependent on forests. Iron works, economically the most important at that time, required large amounts of charcoal, which had to be obtained from sources as near as possible. Hence forests were needed for mining, and in planning new plants supplies of charcoal played an important part.

The data presented in the book was distributed per province and parish. The main point of interest, of course, was mining and ore deposits. Since industry was situated almost entirely in the southern half of the country — the northern regions had not been prospected for ore — information was confined to the southern provinces.

Most of his statements on forests concerned their condition. He made frequent allusions to their depletion, which deprived the iron works of charcoal. In many cases, however, positive views were presented. Where large timber trees were available, special mention was made of this fact. The sawmill industry — at that time all sawmills were water-driven — called for large trees. Boards and deals were also used by iron works.

In dealing with the condition of forests Bremer went on to examine the causes of their deterioration. Shifting cultivation and the distillation of tar were quoted most frequently. Excessive cutting of timber for building and construction, shipbuilding, and fuel were also mentioned. The sawmill industry was never singled out directly.

Bremer also referred to the measurement of forests. He even stated that the most important reason for poor forestry was the inability to survey forests, which led to complete ignorance of their sustained yield. He himself gave an estimated cubic volume per unit of area for an average forest, and used this as a basis for calculating

the annual consumption of wood by the mining industry. The estimated depletion of forests by shifting cultivation was given for comparison's sake.

Here are some figures extracted from B r e m e r's study.

Of all the parishes of south Finland, B r e m e r covered 130, and referred to the forests in 67. He found good forests in 22 parishes, poor forests in 23, and average ones in 22. We can assume that the forests in the remaining 63 parishes, which were not mentioned, were average from his point of view. Extremes always attract the most attention, while the average tends to remain unnoticed. — The result is not poor if we consider that shifting cultivation and tar making were practised widely at that time. According to B r e m e r, the cubic volume per »tunnland» (an old surface measurement equal to 1.22 acres) of average forest was 28.8—43.2 cu.m. (we have converted his cubic measurements into metric units) i.e. 58.3—87.5 cu.m. per ha. These figures come very close to those of the National Forest Inventory of 1921—24, which gave productive forest land in South Finland a volume of 86.7 cu.m. per ha.

B r e m e r considered that the whole mining industry was using 65 000 lasts (1 last = 12 barrels) of charcoal per year. With one »tunnland» yielding an estimated average of 10 lasts of charcoal, annual consumption amounted in his view to the clear-cutting of 6 500 »tunnlands». As if to justify this clear-cutting, he pointed out that shifting cultivation accounted for 20 000 »tunnlands» of clear-cut forest.

The wood cut for the mining industry and shifting cultivation, plus the amounts consumed by tar distillers and sawmills, totalled 1 300 000 cu.m. a year. If the domestic consumption of wood by the population at the time, about 1 million inhabitants, is estimated at 6 million cu.m., we still arrive at a relatively small figure compared with the corresponding figure for 1927 (based on accurate computations), of 36 million cu.m. for South Finland. — It must be borne in mind, however, that all cutting in B r e m e r's time were unplanned, and forests may have been left in a very poor condition.

From B r e m e r's findings the following general picture emerges:

Shifting cultivation and tar making were no longer general in the south and south-west parts of the country. On the other hand, forests were badly depleted in many localities by cuttings for the iron works and for shipbuilding. — The coastal regions of Ostrobothnia, the hinterland far to the north, were regarded as the »promised land» for the tar distillers, though a strip about 20 km wide extended along the shore where tar distillation was no longer practised owing to the risen value of wood. — The whole lake region as far as the eastern border of Finland was under shifting cultivation, but good forests was still to be found in the western part of the area. — North Finland (north of the 65th parallel) was covered rather summarily in B r e m e r's work. Forests here were generally intact, as were those of Kainuu, a region extending to the eastern border around the vast Lake Oulujärvi.

A comparison of B r e m e r's data with others of the early nineteenth century gives the impression that they were reliable.

B r e m e r himself believed his work to be of great value, and he dedicated it to Alexander I, Czar of Russia and Grand Duke of Finland.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.3
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.3
Helsinki 1962

WOOD UTILIZATION, THE LOGGING QUANTITIES OF FORESTS AND THE TOTAL DRAIN IN FINLAND IN 1950—1960

V. PÖNTYNEN

Introduction

Conditions in Finland after World War II in the field of forestry and wood utilisation were in many respects different from pre-war. The data for many of the basic factors of the country's forestry in pre-war years ceased to be valid after the war. New information was needed in these changed conditions — not only on the forest resources but also on the cut — for planning the country's forestry and forest economy and laying down the lines of a national forest policy. When Parliament granted an appropriation to the Forest Research Institute for the last-mentioned purpose in the 1954 Budget it was possible to begin in the same year wood utilisation investigations, continuing the series of similar studies made in the 1920s and 1930s. This time 1955 was chosen as the base year, but the annual series were continued until 1960 on the conditions stated later in this paper.

Investigation methods

In the utilisation investigations of 1955 the timber quantities were classified in the following way: 1. Export of unmanufactured wood, 2. Forest industry's raw materials, 3. Fuelwood for industry, 4. Communication, 5. Timber for the home use of the farming population, 6. Non-farming rural population (and various establishments in rural districts), 7. Cities and market towns, 8. Others.

The 1955 utilisation investigations were not confined, however, any more than the previous studies (S a a r i, 1934, O s a r a, P ö n t y n e n, E r k k i l ä 1948) had been, to establishing figures for the base year. In every individual case figures were worked out for as late a time as possible. The

3249—62

groups referred to above are fairly different as regards their continuing utilisation of wood. None of them remain the same in size every year or for a given period, and they show a great difference in the extent to which they fluctuate. The quantities for some groups change fairly little because they are not affected to any appreciable extent by the market. Such groups are called f i x e d.

These groups excepted, there are groups that generally do not remain the same in size and can even vary readily from year to year. The changes can be the result of development, but the general reason for the yearly and short-term fluctuations is usually market conditions. Such groups are called v a r i a b l e.

The most important fixed groups do not lend themselves well to utilisation studies in that no statistical data are collected on them. The quantities of wood that they use must therefore be established by special investigations. This is fairly laborious work, and therefore expensive. Hence it has not been possible to conduct such studies every year and they are done periodically for a certain point of time, i.e. the base year of the utilisation investigations. The potential changes after this point of time are ascertained only when it is considered necessary on the grounds of development.

The most important and perhaps the most typical of the fixed groups is farming population using timber on its farms. In both the 1955 investigation and the earlier ones the wood utilisation by the farming population was established by a sampling method. According to a predetermined plan, bookkeeping for exactly a year on the consumption of timber for home use was organised at farms chosen by lot. It was not left to the farmer but was managed by persons who had attended a ranger school (forest rangers) and were hired and especially trained for the express purpose of controlling the bookkeeping. Data on 2 295 farm holdings constituted the basis of the wood utilisation calculations of the group now in question.

The development of the wood utilisation by the farming population can be followed on the basis of three fixed points of time, i.e. the investigation results for 1927, 1938 and 1955. According to these data, the use of wood in this group has shown a slightly declining trend both per head and in its entirety. As recent development in the fuel economy of Finland has been marked by the general introduction of foreign fuels, it seems that this might also have affected the fuel economy of the rural population since 1955. The use of coal and coke has hardly shown any appreciable spread to farms, but that of fuels such as liquid gas, fuel oil and naturally also electric energy for e.g. electric stoves and plates, may have reduced the use of fuelwood. The investigations indicate, it is true, that the farm utilisation of fuelwood has decreased since 1955, but so little that it cannot be regarded as definitely significant.

The wood utilisation of the non-farming rural population can be regarded as a fixed utilisation item of practically the same type as the farming population's. It is true that both increasing and diminishing factors affect development in this group, but it is not possible to calculate their effect on changes in the wood quantities after 1955 until new information becomes available on the changes in the structure of the population and other matters influencing the situation. It was therefore necessary to enter the quantities in the tables at the same valuation as for the base year 1955. The same applies to the timber used in cities and market towns.

Altogether different from the fixed items as regards wood utilisation are the variable items: exports of raw wood, raw materials for the forest industry, fuelwood for industry and timber for communication. As these depend to a great extent on the market, they may and often do fluctuate from one year to another. The quantities of timber used must be established for every year separately. Fortunately, there are yearly statistics in Finland for the most important variable items and they can be used as the basic source for wood utilisation investigations.

It will be noted, then, that it is not possible in analysing the wood utilisation of the country as a whole to work out an investigation method that is directly applicable to all cases. For the 1955 investigation, the methods can be divided into two groups: those based on total materials, and those based on sampling. The proportion of the country's total wood utilisation based on total materials has varied somewhat from one year to another. In 1955, for example, it was c. 70 per cent, in 1960 about 72 per cent. The proportion based on a sample was, correspondingly, c. 28—30 per cent.

Volume unit

When materials are collected for utilisation investigations the data are thus provided in many different commercial units and therefore cannot be combined without conversion to a common denominator. In the present work the actual solid cu.m. excluding bark green wood was used as the common measure. All types of cordwood differing in their degree of barking were converted to solid measure quantities by deducting the proportion of bark, provided that bark was included in the commercial volume. As the volume of many important types of timber measured by units, the most important of which is the raw material of the sawmill industry, i.e. sawlogs, is calculated in Finland on the basis of the top diameter, this so-called technical volume was converted into true volume by allowing for the thickening of the log towards the butt. In addition, the overrun in the log length, the so-called allowance for trimming, and the correction which the systematic

Table 1. Wood utilisation in Finland, 1950—1960.

Year	Forest industry raw material					Other wood			Fuel-wood	Total utilisation
	Saw-logs	Veneer logs	Pulp-wood	Other	Total	Exports	Other	Total		
	Million actual solid cu.m. excl. bark, green wood									
1950	9.17	1.00	7.21	0.11	17.49	3.51	4.03	7.54	13.79	38.82
1951	10.41	1.14	8.09	0.14	19.78	5.47	3.99	9.46	13.94	43.18
1952	7.42	0.82	6.92	0.08	15.24	5.01	4.01	9.02	13.36	37.62
1953	8.22	0.85	6.70	0.08	15.85	2.42	4.01	6.43	12.78	35.06
1954	9.58	1.17	8.69	0.10	19.54	3.66	4.02	7.68	12.94	40.16
1955	10.83	1.25	9.84	0.35	22.27	4.98	2.48	7.46	13.58	43.31
1956	8.41	0.91	10.13	0.35	19.80	4.32	2.43	6.75	13.45	40.00
1957	8.64	0.87	10.89	0.37	20.77	4.01	2.44	6.45	13.20	40.42
1958	9.99	0.77	10.69	0.27	21.72	3.87	2.46	6.33	13.29	41.34
1959	10.73	0.91	10.87	0.33	22.84	3.78	2.43	6.21	13.26	42.31
1960 [1]) ..	13.60	1.02	12.39	0.46	27.47	4.72	2.25	6.97	13.40	47.84

[1]) Data for 1960 are based on uncorrected preliminary data.

rounding downwards of the readings causes in the measurement of thickness, have also been taken into consideration. All timber, e.g. small square timber, railway sleepers, etc., the volume of which has been calculated as hewn, was converted into roundwood.

Wood utilisation

Series since 1927 on the utilisation of wood in Finland have been calculated (Osara, Pöntynen, Erkkilä, 1948). In the present connection, only the period 1950—1960 will be discussed. The quantities are given in Table 1.

The development of wood utilisation in the period under review shows considerable variations. They are due to the fluctuations in the variable amounts, primarily in the utilisation of forest industry raw material and in exports of unmanufactured wood. Thus, the peak in 1951 was a typical business cycle phenomenon attributable to the Korean War. The increase in wood utilisation at that time was not due so much to the expansion of industry as to the fullest possible utilisation of existing production capacity.

Another peak in wood utilisation occurred in 1955. In addition to the relatively good market, it was the result of expansion in the forest industry. These reasons were even stronger in 1960. In that year Finland's wood utilisation amounted to nearly 48 million solid cu.m., a total greater than ever before. Approx. 57 per cent of this was forest industry raw material, c. 10 per cent timber exported unprocessed, chiefly pulpwood and pitprops,

c. 5 per cent other timber, e.g. building wood used at home, etc., and c. 28 per cent fuelwood.

The forest industry attracted attention not only on account of its significant role in total wood utilisation but also because of the structural changes occurring in it. As late as at the end of 1920s, forest industry raw materials were nearly 80 per cent raw material for the sawmill industry, sawlogs, while the proportion of pulpwood was c. 20 per cent. Since, there has been a steady decrease in the relative proportion of sawlogs and a corresponding increase in pulpwood. Finland's forest industry experienced in 1956 for the first time a memorable situation in which the utilisation of pulpwood exceeded that of sawlogs. In 1960 the ratio was again reversed, but this must be regarded as a temporary phenomenon because the current expansion of the forest industry is concentrated in the pulp branch, which of course utilises pulpwood.

Such development is quite important. Besides increased wood utilisation there is an absolute and relative shift of raw material to the branches of industry manufacturing products of a degree of processing higher than sawlogs. Since the value of the products increases with the degree of processing in the forest industry as it does in other branches of manufacture, the structural change in the forest industry means a more economic utilisation of wood raw material than before. From the viewpoint of forest management, the following results of this change should be noted.

Not only has the relative share of pulpwood in the formation of timber prices in Finland's raw timber market grown, the increase in the utilisation of small-sized timber as industrial raw material has improved silvicultural prospects. Much though there is still to be done to improve the demand for small timber, it should be remembered that the situation has at least not deteriorated. As regards the forest industry, it has obviously improved now that pulpwood is so much more important as a raw material. In addition, many buyers are already accepting pulpwood of smaller dimensions, and it is hoped to reduce the minimum thickness of the timber further. Hence, the prospects for forest management are improving distinctly.

The changes in the structure of the forest industry have also influenced the trade customs and usages in forestry. The share of sales on the stump has generally been greater in sawlog deals than in cordwood deals, especially among private forest owners. On the other hand, deals against delivery contracts have been relatively more common in the sale of cordwood than in sawlog sales. The increase in sales against delivery contracts has been encouraged by forest owners themselves, but it is also due to the fact that the pulp industry is obliged to take its raw material from an increasingly greater number of logging sites and in ever-diminishing lots. The consequence is that sellers of timber must show even greater skill than before in the solution of problems associated with sales against delivery contracts.

Cut and total drain

Both in the 1955 utilisation studies and in the earlier investigations the research programme included calculation of the cut as well as establishment of the wood utilisation quantities. The cut in this respect is the c u t t i n g q u a n t i t y d e r i v e d f r o m w o o d u t i l i s a t i o n. The method is based on the practice of adding to the quantities of wood utilised in a given year the cutting waste, the wood cut to clear the working sites, the timber sunk in floatways, etc., as established by special studies.

Clearly, the cutting quantity derived in this way does not always concern the cutting and utilisation of the same timber. At least a part of the timber utilised in any one year has been cut already in the previous year, a part perhaps even earlier. The cutting quantity must thus be interpreted in this case so that a utilisation quantity of a certain size presupposes cutting on a certain scale irrespective of wheather the wood was cut in the utilisation year or earlier.

Wood is removed from the forest also by other means than by human hand. Trees die for natural reasons. A part of this timber is recovered as useful wood, but a part is left in the forest to decay (unused rotting). Adding the last-mentioned timber to the cut calculated as described gives us the t o t a l d r a i n.

The utilisation quantities differ according to the district of origin. There is no point in distinguishing between the area of origin and the utilisation area for the most important fixed items, for instance for the wood utilisation of the farming population and the rural non-farming population, since the timber may be considered to derive from the areas in which it is utilised. The proportion of such lots is about a fourth of the total wood utilisation in Finland.

The situation is different for the most important variable items, especially exports of raw wood, forest industry raw material, and fuelwood for industry and transport. These lots contain two kinds of wood: timber whose origin and utilisation areas are the same, and timber for which they are not the same. In the latter case the wood is transported from the areas of origin to the utilisation sites, often over long distances.

To ascertain the areas of origin and areas of utilisation of the most important variable items, the only expedient open for the 1955 investigation was to ask timber buyers for the information. An extensive enquiry was instituted for this purpose. The first enquiry concerned the cut in the 1954—1955 logging season. Without going into details, it can be stated that the enquiry elicited fairly complete information about the areas of origin and utilisation. From the material thus accumulated were calculated the ratios by which the 1955 wood utilisations was divided by areas of origin. It is

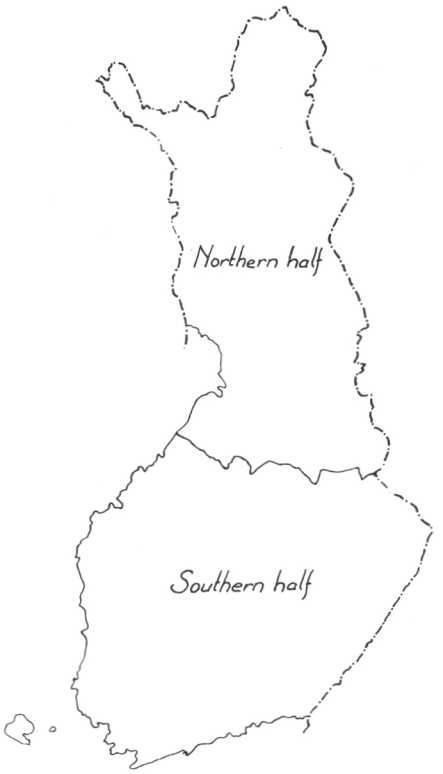


Fig. 1. Map showing the two halves of Finland.

due to the method of calculation that the sum of the cut by areas of origin in 1955 was equal to the wood utilisation. New data were acquired for the cutting seasons 1957—1958 and 1959—1960.

The areas of origin have been defined as water systems and district forestry boards. Here, however, the matter is not considered in such detail. It is confined to consideration of the cutting quantity and total removal in the southern and northern half and in the country as a whole. Fig. 1.

Fig. 2, which presents the total drain from the forests of the country as a whole in 1955—1960, shows how much these quantities have varied annually. Attention is attracted especially by the results for 1960 when the total drain amounted to nearly 53 million solid cu.m.

Whether a quantity of this magnitude is great or small depends on what it is compared with. It is fairly common, however, especially for the general public, to regard the forest growth balance as the standard against which to measure over-cutting. The following argument is presented: if total drain is greater than total growth there is over-cutting, in the contrary case there

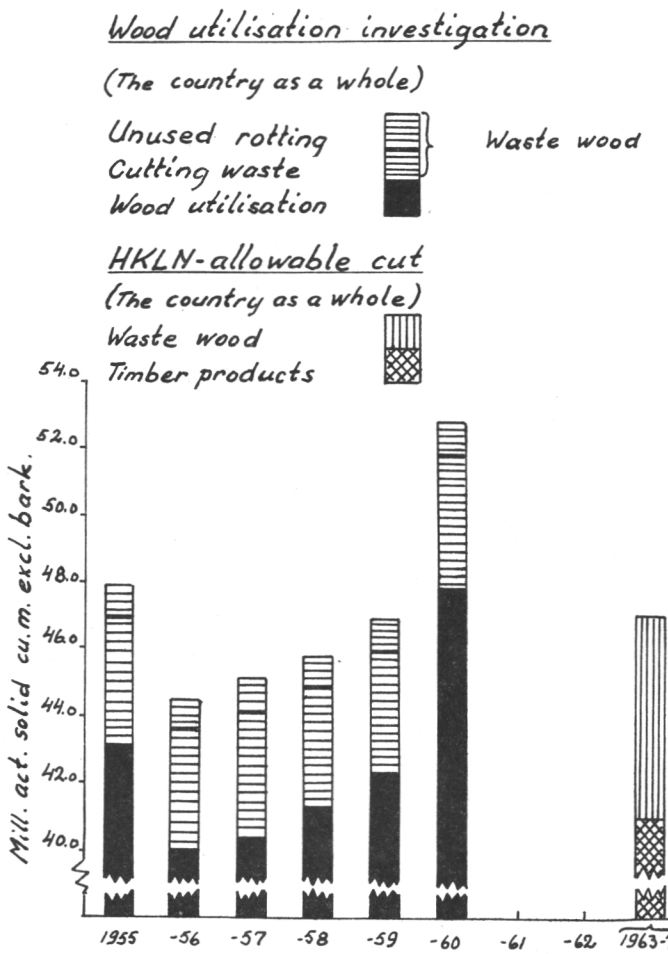


Fig. 2. Wood utilisation, total drain 1955—60 and allowable cut in the years 1963—72. The country as a whole.

is an uncut yield accumulating as forest capital. In recent times rather different bases have been adopted in Finland in considering over-cutting problems. Although growth cannot be disregarded, this alone cannot be taken as the standard against which to measure the cutting quantity and total removal. Points of decisive importance are the age-class distribution of the growing stock, the silvicultural condition and even other characteristics. Hence, not growth but the conditions prevailing in the forests and other factors affecting the issue have to be considered in deciding on the allowable cut. These cutting budgets must be drawn up to ensure not only the continuance of forestry but also an increase in the forest yield and improvement in the quality of the growing stock.

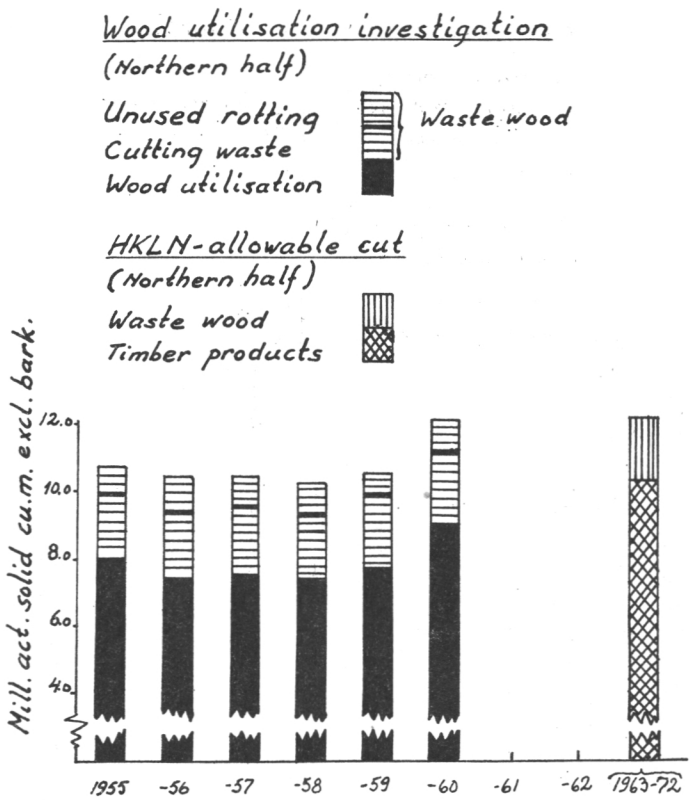


Fig. 3. Wood utilisation, total drain 1955—60 and allowable cut in the years 1963—72. Northern half.

Allowable cut plans of this kind have been drawn up for Finnish forests e.g. by Ilvessalo (1956, 1959). In addition, Heikurainen, Kuusela, Linnamies and Nyyssönen together prepared a new allowable cut plan at the instigation of the Forestry Planning Committee (HKLN-allowable cut). According to this plan, the total drain of Finland's forests in the years 1963—1972 should be an average of c. 46.9 solid cu.m. per annum. The structure of the permissible cut is c. 40.8 million solid cu.m. of large-sized timber, industrial cordwood and fuelwood, plus 6.1 million solid cu.m. of waste wood, i.e. cutting waste, clearing timber at cutting sites, etc. For the sake of comparison, the HKLN-allowable cut is also entered in Fig. 2. It shows that total drain in 1960 was greater than the allowable cut in every respect except waste wood. Wood utilisation in 1960 was 5.8 million solid cu.m. greater than the calculated allowable cut as a whole.

Comparison of the results of the utilisation investigations for 1960 in the northern half of Finland with the HKLN-allowable cut reveals certain points

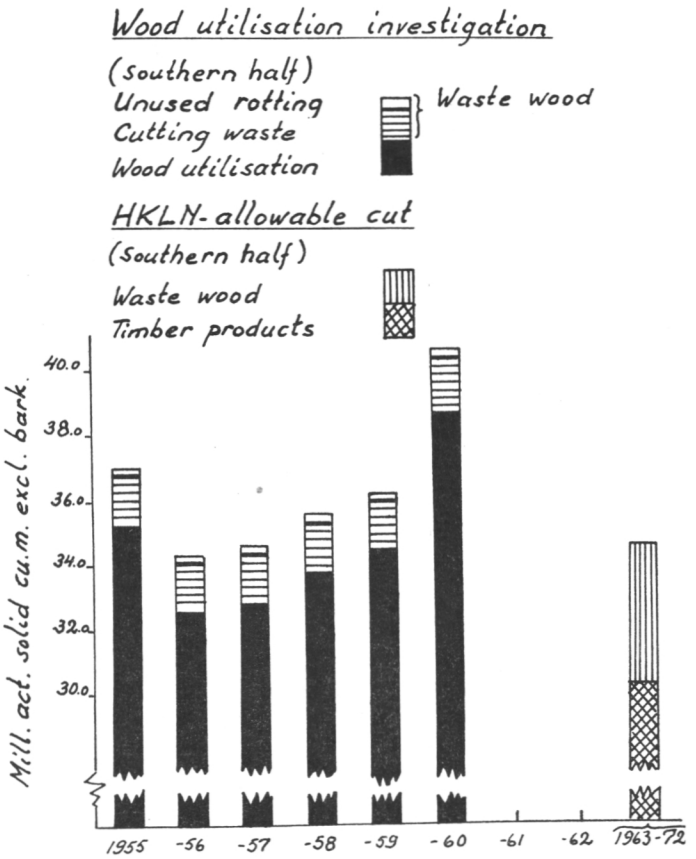


Fig. 4. Wood utilisation, total drain 1955—60 and allowable cut in the years 1963—72. Southern half.

of interest (Fig. 3). They show an equally great total drain; but there are differences between waste wood and useful wood in that the allowable cut is bigger than wood utilisation in 1960. The waste wood quantities show the contrary.

In the southern half of Finland (Fig. 4), the quantities of wood utilised since 1955 are greater than the HKLN-allowable cut. A great difference can be seen in Fig. 2 between the 1960 results of the utilisation studies and the allowable cut for the country as a whole, and the difference is concentrated exclusively in the southern half of the country.

Considerable attention has been paid here to wood utilisation and total drain in 1960, and to the ratio between these quantities and the allowable cut. Since wood utilisation varies from one year to another, it is naturally

not possible to draw very far-reaching conclusions on the basis of the results for a single year. The problem assumes another aspect, however, if the allowable cut is exceeded for a prolonged period. Although predictions are always a thankless task, it might be advisable to present some views concerning the probable development of wood utilisation in Finland during the next few years.

Final data on the forest industry's wood utilisation for 1961 are not yet available, but judging by the fact that the output of this industry has risen since 1960, it seems likely that its wood utilisation will also increase. Exports of raw wood were also lively in 1961. The utilisation of sawlogs may have decreased somewhat in 1961 from the preceding year, but the increased use of pulpwood probably offsets this. Hence, it is hardly likely that the wood utilisation in Finland as a whole during 1961 was less than in 1960, and it was probably above the 1960 level.

A forecast of the utilisation of wood in 1962 and 1963 must take into consideration that the first phase of the forest industry's expansion plan is scheduled for completion in 1963. Since there is no reason to doubt that this programme will be realised, it can be considered certain that the forest industry's capacity will be greater in 1963 than it was in 1960. This suggests an increase in wood utilisation as far as the forest industry is concerned.

Apart from industrial capacity, however, marketing prospects must be borne in mind. The general opinion seems to be that the international demand for forest industry products, and especially for pulp and paper, will increase in the long-term view. Occasional disturbances may occur in this general trend. For instance, the Nordic countries decided at the end of 1961 to cut back somewhat the production of mechanical and chemical pulp for export. The sawn goods market also showed signs of weakening at around the same time.

Seen against this background, the wood utilisation of 1962 and 1963 may perhaps, in spite of the growth of industrial capacity, not exceed much the amounts of 1960 and 1961. But wood utilisation and total removal have in any case risen to the critical limit. Unless it proves possible to raise the yield of the forests from the present level, real over-cutting can be spoken of.

It must be remembered, however, as I l v e s s a l o has shown in many connections, that the yield of Finland's forests today does not approximate the greatest possible yield. Vast areas of the best forest land still grow forests in poor condition or tree species of small economic value. Many swamps suitable for the forest growth still await draining and afforestation, and many other tasks to improve forest yield have not yet been performed. With the expansion of industry and growing need for wood, measures to raise the yield of the forests have become one of the most important national duties of Finland.

References

Heikurainen, Leo; Kuusela, Kullervo; Linnamies, Olavi; Nyyssönen, Aarne. 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland. A long term analysis. Silva fennica 110. Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The Forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. A Survey based in three national Forest Inventories. Publications of the Forest Research Institute in Finland. 47.1. Helsinki.

—»— 1959. Suomen metsien hakkuumahdollisuudet metsävarojen kehittämiseen tähtäävän hakkuusuunnitteen valossa. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland in the light of allowable cut, aiming of the development of forest resources. Publications of the Forest Research Institute in Finland. 51.9.

Osara, N. A.; Pöntynen, V.; Erkkilä, E. E. 1948. Suomen puun käyttö ja metsätase. Summary: Wood Utilization and Forest Balance in Finland. Publications of the Forest Research Institute in Finland. 36.4.

Saari, Eino. 1934. Puun käyttö Suomessa. Summary: Wood Utilization in Suomi (Finland). Publications of the Forest Research Institute in Finland. 14.1.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.4
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.4
Helsinki 1962

YKSITYISMETSÄLAIN JA METSÄNHOITOLAIN LUONNOKSEN SUHDE HAKKUUMÄÄRÄN TASAISUUDEN JA KOHOAMISEN VAATIMUKSIIN

EINO SAARI

The Effect of the Present Private Forest Act and of the Proposed New Forest Law on Felling Quantities in Finland

Summary

1. Johdanto

Tämän juhlajulkaisun tarkoituksena on kunnioittaa Suomen Akatemian jäsentä Yrjö Ilvessaloa, sitä miestä, joka on enemmän kuin kukaan muu hankkinut perustavaa laatua olevaa tietoa Suomen metsävaroista ja samalla antanut korvaamattoman arvokkaan pohjan Suomen metsätaseiden selvittelylle. Tähän yhteyteen sopinee sen takia lyhyt katsaus metsiemme käsittelyä ohjaavien lakien mahdollisuuteen auttaa pyrkimystä pitää hakkuukertymä suunnilleen realististen hakkuusuunnitteiden tasoissa. On näet ilmeistä, että hakkuukertymä on 1960-luvulla joutumassa niin korkealle keskitasolle, että se tuntuvasti ylittää hakkuusuunnitteet. Näyttää siltä, että tarvitaan kaikki keinot, metsänhoidolliset, teknilliset, liiketaloudelliset ja talouspoliittiset, jotta voitaisiin ohjata kehitystä sillä tavalla, ettei muutamana seuraavana vuosikymmenenä jouduta puun saannissa alenevaan vaiheeseen.

2. V:n 1928 yksityismetsälaki

Yksityismetsälaista ei tämän kirjoituksen tarkoituksiin ole tarpeen käsitellä muuta kuin sen 1 ja 2 §, joista edellinen kuuluu:

»Metsää älköön hävitettäkö; älköönkä metsää siis siten hakattako eikä maata hakkauksen jälkeen sellaiseen tilaan jätettäkö tahi sillä tavoin käytettäkö, että metsän luonnollinen uudistuminen sen kautta joutuu vaaraan.

5282—62

Metsän hävittämiseksi on myös katsottava, jos nuorta kasvuisaa metsää niin hakataan, että hakkaus on ristiriidassa metsän järkiperäisen harventamisen kanssa, taikka jos sellaista metsää kasvavalla alueella niin kasketaan, että kaskeamisen ei voida katsoa soveltuvan alueen järkiperäisiin käyttöön.»

Tämän pykälän 1. alio säätelee päätehakkuita. Laki asettaa niiden laadulle tiettyjä rajoituksia, mutta ei niiden määrälle. Tosin luonnollisen nuorennuksen turvaaminen edellyttää joko siemenpuita tai niin pieniä hakkuualueita, että reunametsä riittää siemennykseen, mutta se on varsin lievä rajoitus, kun hakkuualueiden yhteisestä laajuudesta ei ole säännöksiä. Sitä paitsi paljaaksihakkuu on sallittua niinkin laajoilla aloilla, ettei reunametsän vaikutus yllä niihin, kunhan noudatetaan lain 2 §:n ohjeita ja hankitaan metsänhoitolautakunnan hyväksyminen uudistamissuunnitelmalle. Metsälön päätehakkuiden laajuuden rajoittamiseen lakia valvovilla viranomaisilla ei ole valtuuksia.

Yksityismetsälaki ei siis pysy pitämään päätehakkuita sellaisissa rajoissa, että hakkuukertymän jatkuva tasaisuus tai suureneminen olisi turvattu.

Sen sijaan nyt puheena oleva lain kohta kyllä pystyy estämään metsän pinta-alan supistumisen hävittävien hakkuiden johdosta. Metsän raivaus maan käyttämiseksi muihin tarkoituksiin, mikä yksityismetsälain 2 §:n 2. alion mukaan on vapaata, lukuun ottamatta laitumen raivaukseen liittyviä rajoituksia, saattaa kyllä pienentää metsä-alaa, mutta nähtävästi siinä ei ole lähi aikoina kysymys suurista ha-määristä.

Yksityismetsälain 1 §:n 2. alio rajoittaa nuorten kasvuisien metsien hakkuita sanamuodon mukaan vain laadullisesti, mutta tämä rajoitus tuntuu tehokkaasti hakkuun puumäärässä. Lain tämä kohta siten turvaa nuorten kasvuisien metsien säilymisen vastaisia päätehakkuita varten. Siten laki jonkin verran vaikuttaa hakkuumäärän jatkuvuuteen, minkä takia onkin ollut tapana sanoa kestävyysperiaatteen sisältyvän yksityismetsälakiin (esim. Komsi, Pelttari ja Toijala 1947, s. 21).

Saman sanainen lain kohta kuin nyt puheena oleva, kuitenkin rajoitettuna vain havumetsiin, sisältyi jo metsän hävittämisen ehkäisemiseksi v. 1917 annettuun lakiin, joka puolestaan oli eduskunnassa hyväksytty jo v. 1912. Voidaan täten sanoa eräänlaisen kestävyysperiaatteen tulleen metsälainsäännöstöömme hyväksytyksi jo vähän ennen ensimmäistä maailman sotaa. Peurakoski ja Rautapää sanovat v:n 1917 lain selitysteoksessaan (1918, s. 21), että nuoreen kasvuisaan havumetsään »on asetuksessa lievästi sovellettu kestäväisyysperiaatetta, suojaamalla metsä tuhoavilta hakkauksilta».

Komsin, Pelttarin ja Toijalan selitysteoksessa tätä sanaa »lievästi» ei esiinny. He sanovat (1947, s. 21):

»Jos kuitenkin yksistään metsänuudistumisperiaate olisi määräävänä, olisi sellainen mahdollisuus olemassa, että jonakin aikakautena kulutettai-

siin maan yksityiset metsäpääomat niin tarkkaan, että metsissä vasta vuosikymmenien perästä olisi jälleen jotakin otettavaa. Tämän vuoksi on laissa myös kestäväisyysperiaatteen mukainen säännös, joka kieltää nuorta kasvuisaa metsää niin hakkaamasta» .....

Komsi, Pelttari ja Toijala ovat siis lausuneet sen käsityksen, että lain 1 §:n 1. alio ei turvaa kestävyyttä, mutta heidän sanontansa antaa lukijalle sen käsityksen, että tämän pykälän 2. alio tekee sen.

Kestävyyden käsite on epämääräinen, ja siitä on erilaisia määritelmiä. Toisinaan on vaikea tietää, mitä kukin tekijä tällä sanalla tarkoittaa. On sen takia aiheetonta käydä tarkastelemaan yksityismetsälain tämän kohdan vaikutusta kestävyyteen. Asia käy selvemmäksi, jos kysytään, voiko puheena oleva lain kohta turvata hakkuumäärän tasaisuuden esim. 10-vuotiskausien keskimäärinä. Suhdannevaihtelut tietenkin saavat aikaan vuotuisia vaihteluita, joita ei ole syytä pyrkiä tasaamaan, eikä tässä kirjoituksessa sanalla tasaisuus olekaan sellaista merkitystä. Kysymys on pääsuunnasta eli trendistä. On ilmeistä, ettei pelkästään kasvatushakkuiden säännöstelyllä, jos päätehakkuiden määrä jää vapaaksi, voida saada sellaista vaikutusta aikaan. Jos kestävyydellä on tarkoitettu hakkuumäärän jatkuvaa tasaisuutta, niin Komsin, Pelttarin ja Toijalan sanonta on siinä mielessä ymmärrettynä aivan liian optimistinen ja antaa lain vaikutuksesta harhauttavan käsityksen.

Tietenkin tämä nuorten kasvuisien metsien käsittelyä säätelevä lain kohta jonkin verran voi vaikuttaa hakkuumäärien mahdollisia 10-vuotiskausien heilahteluja tasoittavasti, mutta talouselämämme puun saannin tasaisuuden tarpeeseen se ei ilmeisestikään riitä. Hakkuumäärien suurenemista se ei liioin pysty turvaamaan.

3. Eräitä metsäpolitiikan kehityspiirteitä Pohjoismaissa ensimmäisen maailman sodan jälkeen

Yksityismetsälaki kuuluu siihen metsäpolitiikan aikakauteen, jonka nimeksi voitaisiin antaa: taistelu metsän hävitystä vastaan. Yksityismetsälain päästyä täydellä tehollaan vaikuttamaan voidaan katsoa tämä tavoite pääasiallisesti saavutetuksi. Voidaan pitää turvattuna sen metsäalan säilyminen, jota ei raivata maatalouden, rakennustoiminnan, liikenteen yms. tarpeisiin. Yksityismetsälaki ei kuitenkaan pysty estämään metsän puuston huononemista eikä turvaamaan hakkuumäärän tasaisuutta. Vielä vähemmän se pystyy vaikuttamaan sellaiseen puuston parantamiseen, jonka seurauksena olisi hakkuumäärän pysyvä suureneminen. Yksityismetsälaki ei siis tyydytä edes staattisen metsätalouden vaatimuksia, koska sen estämättä taantuminenkin on mahdollista.

Ensimmäisen maailman sodan jälkeen alkaa Euroopan useissa maissa esiintyä pyrkimyksiä sellaiseen d y n a a m i s e e n metsätalouteen, jossa p u u n t u o t o k s e n l i s ä ä m i n e n on tavoitteena. Toisen maailman sodan jälkeen nämä pyrkimykset ovat yhä voimistuneet.

Niinpä maailman metsäkongressissa Helsingissä v. 1949 hyväksyttiin tämän kirjoittajan esittämä seuraava ajatus. Kestävän metsätalouden käsite liittyy siihen staattiseen näkemykseen, jossa tavoitteena on metsävarojen säilyttäminen entisellään. Jotta voitaisiin selvästi painottaa, että tämä tavoite ei enää ole riittävä, vaan että metsävaroja olisi käsiteltävä dynaamisen, parempaan pyrkivän ajattelun pohjalta, olisi tälle uudelle ajatteluja suhtautumistavalle annettava uusi nimitys. Kongressi hyväksyikin siihen tarkoitukseen termin progressiivinen metsätalous. (Actes du III congrès forestier mondial, No 3 ss. 277—279, No 4 s. 70.) Suomen kielessä on tullut tavaksi käyttää nimitystä edistyvä metsätalous.

Erityisesti metsitystoiminnan vilkastuminen ja nopeakasvuisten puulajien harrastus toisen maailman sodan jälkeen ovat osoituksena tämän ajattelutavan voimistumisesta.

Ruotsissa jo v:n 1923 metsänhoitolakiin otettiin säännös, joka jossakin määrin pyrki estämään hakkuumäärää taantumasta. Lain 5 §:ssä on näet määräys, että kotitarvehakkuita lukuun ottamatta ei ilman metsänhoitolautakunnan lupaa saa suorittaa niin suuria hakkuita, että tila joutuisi kotitarvepuun puutteeseen. Säännös on maan metsätaseen kannalta katsoen erittäin lievä, mutta se on kuitenkin jonkinlainen oire siitä, että hakkuumäärän vaikutus tulevaisuuden puun saantiin oli alkanut askarruttaa metsämiehiä. — Samanlainen säännös on Norjassa voimassa edelleenkin (Lov om skogvern, 11 §).

Ruotsin v:n 1948 metsänhoitolaki menee tässä asiassa jo tuntuvasti pitemmälle. Lain 7 §:n 1. alio kuuluu:

»Avverkning av icke utvecklingsbar skog må ej å någon fastighet utan skogsvårdsstyrelsens tillstånd så företagas, att större rubbningar i avkastningens jämnhet uppkomma.»

Laki siis kieltää suorittamasta ilman metsänhoitolautakunnan lupaa niin voimakkaita päätehakkuita, että ne aiheuttavat suurehkoja järkytyksiä tuotoksen tasaisuudessa. Lain tämä kohta ei kylläkään vaadi progressiivista metsätaloutta noudatettavaksi äsken esitetyssä mielessä. Sekin tyytyy vielä tuotoksen tasaisuuteen, jonka ei tarvitse olla suureneva. Se oli kuitenkin tärkeä periaatteellinen edistys sekä Ruotsin aiempaan lakiin että Suomen yksityismetsälakiin verrattuna.

Tämä tuotoksen tasaisuuden vaatimus on esitetty myös lain 1 §:ssä, jossa sen lisäksi on toinenkin periaatteellisesti tärkeä vaatimus. Mainittu pykälä kuuluu seuraavasti:

»Skogsmark med därå växande skog bör genom utnyttjande på lämpligt sätt av markens virkesalstrande förmåga skötas så, att tillfredsställande ekonomiskt utbyte vinnes och, såvitt möjligt, i huvudsak jämn avkastning erhålles.»

Laki siis vaatii sellaista metsän käsittelyä, että saavutetaan tyydyttävä t a l o u d e l l i n e n tulos. Ruotsin metsänhoitolaki lienee ensimmäinen laki, jossa tällainen ajatus on esitetty. Tässä kirjoituksessa ei kuitenkaan käydä tarkastelemaan tätä itsestään kiintoisaa vaatimusta. Sen sijaan on syytä viitata lain 14, 15 ja 16 §:ään. Jos puuston tiheys ja laatu hakkuun tai luonnon tuhon jälkeen ei enää ole tyydyttävä (»nöjaktig»), metsän omistaja on velvollinen tietyin rajoituksin hankkimaan tyydyttävän nuorennoksen alalle. Sellainen velvollisuus hänellä on myös, milloin metsän tila muutoin on ilmeisesti epätyydyttävä (»uppenbarligen otillfredsställande»). Tällaisella vajaatuottoisten alueiden parantamisella luodaan edellytykset hakkuumahdollisuuden suurentamiseen. Tätä tietä joudutaan siis ilmeisesti progressiivisen metsätalouden tielle, vaikka vaikutus on hidas.

Milloin metsä muusta syystä kuin hakkuun takia on joutunut vajaatuottoiseksi, on metsänparannusvelvollisuuden rajana kuitenkin yleensä alueella olevien puiden arvo. Milloin se ei riitä tarpeellisiin toimenpiteisiin, voidaan myöntää avustusta valtion varoista.

Metsien parantamisen tarpeeseen Suomen metsäpolitiikassa on alettu kiinnittää erityistä huomiota 1920-luvulta alkaen. V. 1928 ensi kertaa säädetty metsänparannuslaki, joka sen jälkeen on sitä muutellen uudelleen säädetty yleensä 5 vuoden väliajoin, on sen ajattelun tulos. Tämä laki käsittelee kuitenkin pelkästään valtion varojen myöntämistä metsän omistajalle metsänparannustarkoituksiin.

4. Metsänhoitolakikomitean ehdotukset

V. 1943 valtioneuvosto asetti komitean valmistelemaan ehdotuksia eräiksi yksityismetsälain muutoksiksi ja kutsui metsäneuvos V. R. T o i j a l a n sen puheenjohtajaksi. Myöhemmin komitean tehtäviä laajennettiin, ja sen puheenjohtajaksi kutsuttiin professori K y ö s t i H a a t a j a metsäneuvos T o i j a l a n kuoleman jälkeen. Tämä komitea otti nimekseen metsänhoitolakikomitea, ja sen mietintö valmistui v. 1952 (Metsänhoitolakikomitean mietintö, 1953).

Tämän komitean ehdotuksissa ja niiden perusteluissa on edistyvän metsätalouden ajatus erittäin selvästi näkyvissä. Niinpä komitean perusteluissaan (s. 51) sanoo seuraavasti:

»Korkeatasoisen metsätalouden tavoitteena ei voi olla ainoastaan jonkin olotilan säilyttäminen — siis olevien, ehkäpä keskinkertaisten tai suorastaan heikkojen metsien pelkkä varjeleminen — vaan päämäärä on oleva toinen.

On saatava taloudellisesti edullinen, kohoava puun tuotanto turvatuksi, ja luotava mahdollisuudet tätä varten tarpeellisiksi osoittautuvien metsän kunnostamistoimenpiteiden suorittamiseen. ..... Nykyinen laki ei riittävän selvästi lausu sitä periaatetta, että jokainen, jolla on metsän kasvattamiseen sopivaa maata hallinnassaan, on velvollinen huolehtimaan sen mahdollisimman täydestä puuntuotannosta, ja tarvittaessa ryhtymään niihin toimenpiteisiin, jotka tällaisen tuotannon saavuttamiseksi ovat tarpeen.»

Tällaisille periaatteille on rakennettu lakiluonnoksen 1 §, joka kuuluu: »Valtakunnan alueella olevaa metsää on niin hoidettava, suojeltava ja käytettävä, että mahdollisuuden mukaan maan tuottokyky tulee täysin hyväksi käytetyksi sekä taloudellisesti edullinen, kohoava puun tuotanto turvatuksi.

Puun tuotantoon soveliasta maata älköön ilman hyväksyttävää syytä pidettäkö vajaatuottoisena tai tuottamattomana.»

Tämän pykälän sanamuoto sisältää selvästi edistyvän metsätalouden vaatimuksen. Se on tarkoitettu sovellettavaksi kaikkiin metsiin, niin julkisiin kuin yksityisiinkin.

Voidaan kysyä, onko tällainen säännös tarpeen valtion metsien osalta, koska ne ovat metsähallituksen hoidossa ja ovat olleet koulutettujen ammattimiesten ohjauksessa alun toista sataa vuotta. Jo kauan on valtion metsille valmistettu taloussuunnitelmia hakkuusuunnitteineen. Kun metsähallitus itse vahvistaa nämä hakkuusuunnitteet, voi se kuitenkin myös harkintansa mukaan poiketa niistä.

Niin kauan kuin menekkisuhteet suuressa osassa valtion metsiä olivat huonot, hakkuusuunnitteita harvoin olisi voitukaan ylittää. Raakapuun kysynnän kasvaessa ja kuljetusolojen parantuessa olosuhteet tässä kohden muuttuivat. Hakkuusuunnitteiden suuretkin ylitykset kävivät uusissa kehitysvaiheissa mahdollisiksi.

1950-luvun jälkimmäisellä puoliskolla metsähallitus on kohottanut hakkuumäärät paljon yli suunnitteiden, joita oli sekä sekä hoitoalueiden tavanmukaisiin taloussuunnitelmiin sisältyvinä että Lihtosen kehittämällä tuottohakkuumenetelmällä laajemmille alueille laadittuina. V:lta 1957, jolloin valtion metsien hakkuumäärä oli suurimmillaan, saadaan metsähallituksen vuosikertomuksesta (Metsätilasto, Kertomus metsähallinnon toiminnasta v. 1957, s. 22) seuraavat tiedot.

Piirikunta	Hakkuukertymä tähteineen (kuoretta) km³ ha:lla kasv. metsäm.	Hakkuusuunnite (kuoretta)
Perä-Pohjola	1.43	0.87
Pohjanmaa	1.98	1.56
Länsi-Suomi	3.43	3.19
Itä-Suomi	3.94	2.47

Suunnitteita oli siis kaikissa piirikunnissa ylitetty varsin runsaasti.

Linnamiehen myöhemmin laskemat valtion metsien hakkuusuunnitteet (Linnamies 1959 ja 1961) ovat muualla paitsi Länsi-Suomessa tosin suuremmat kuin tässä asetelmassa näkyvät Metsätilastosta otetut tuottohakkuusuunnitteet, mutta Linnamiehen suunnitteita ei ollut vielä olemassa 1950-luvun puolivälissä. Sitä paitsi tässä mainitut hakkuukertymät olivat vielä niitäkin korkeammat.

Kun valtion metsissä hakkuusuunnitteen tuntuvasti ylittäviä hakkuumääriä jatkui useita vuosia, on jouduttu huomattavasti alentamaan hakkuumääriä viime vuosina. Niinpä jo v. 1959 hakkuukertymät olivat tuntuvasti edellisten vuosien määriä pienempiä, ja ne näyttävät nyt pyrkivän Linnamiehen laskemien suunnitteiden tasolle (Linnamies 1961, s. 26). Tämä suurten hakkuukertymien pakottama supistus sattuu sellaiseen ajan kohtaan, jossa se aiheuttaa melkoisia vaikeuksia. Metsäteollisuuden uudet laajennukset ovat alkaneet 1960-luvun alussa tuntua raakapuun kysynnän lisääntymisenä. Maan koko hakkuukertymä on jo vv. 1960 ja 1961 ollut hakkuusuunnitetta tuntuvasti korkeampi (Pöntynen 1962, Linnamies 1962), ja vaikea ongelma on, miten metsätase saadaan hoidetuksi sillä tavalla, ettei ole pakko jonkin ajan kuluttua supistaa hakkuumäärää. Erityisen vaikea tila syntyy maatilametsissä, ellei raakapuun vienti nopeasti ja tuntuvasti supistu. Maatilametsien hakkuumäärää joudutaan siinä tapauksessa lisäämään ensinnäkin teollisuuden laajennusta vastaavalla koko raakapuumäärällä ja sen lisäksi vielä valtion metsien hakkuumäärän supistusta vastaavalla määrällä. Metsäteollisuusyhtiöiden omiin metsiin ilmeisesti ei voida sanottavia hakkuumäärän lisäyksiä sijoittaa. Suurimmat metsät omistava yhtiö joutuu päin vastoin supistamaan omien metsiensä hakkuuta.

Jos laki olisi velvoittanut metsähallituksen noudattamaan tasaisuuden — 10-vuotiskausien keskimäärinä — ja progressiivisuuden periaatteita hakkuissaan, olisi vältytty valtion metsien hakkuumäärän supistamisen nyt aiheuttamilta vaikeuksilta.

Tätä taustaa vastaan katsottuna metsänhoitolakikomitean luonnoksen 1 §:n soveltaminen maan kaikkiin metsiin on hyvinkin perusteltua.

Metsänhoitolain luonnoksen 18 § sisältää yksityiskohtaisemmat säännökset 1 §:ssä lausuttujen periaatteiden soveltamisesta yksityisluontoisiin metsiin. Tämä pykälä kuuluu seuraavasti:

»Metsä älköön hävitettäkö.

Metsän hävittämiseksi katsotaan:

1. kehitettäväksi kelpaavan puuston sellainen hakkuu, joka on ristiriidassa metsän järkiperäisen kasvattamisen kanssa;

2. uudistettavaksi kypsän tai muutoin kehitettäväksi kelpaamattoman puuston hakkuu pitämättä huolta siitä, että hakkuualalle kohtuullisessa

ajassa syntyy kehitettäväksi kelpaava taimisto joko luontaisesti hakkuun johdosta tai metsäviljelyn tuloksena;

3. metsämaan tai puuston muu sillä tavoin käyttäminen tai hakkuun jälkeen sellaiseen tilaan jättäminen, että siitä aiheutuu ilmeisesti metsän vajaatuottoiseksi joutumisen vaara; sekä

4. sellainen myyntihakkuu, joka on ilmeisesti epäsuhteessa tilan metsävaroihin ja jatkuvaan puun tuotantoon eikä ole erityisillä syillä perusteltavissa.»

Pykälän lopussa on vielä myyntihakkuun määritelmä.

Tämän pykälän 2. alion kohdat 1 ja 2 eivät tuo metsätaseen kannalta katsoen uusia periaatteita. Metsän viljelyn rinnastaminen luonnon uudistukseen ei vaikuta siihen asiaan.

Sen sijaan kohdat 3 ja 4 ovat uusia säännöksiä, joita on aihetta tämän kirjoituksen kannalta tarkastella.

Ajan mittaan saattaisi 3. kohdalla olla tuotosta lisäävä vaikutus. Hakkuusuunnitteessa se tulisi kuitenkin näkyviin vasta useiden vuosikymmenien sarjoissa, ja niissäkin hitaasti. Tasaisuutta tämä kohta ei voisi taata, sillä sen estämättä ja joskus ehkä juuri sen vaikutuksesta saattaisi jonkin tai joidenkin vuosikymmenien kohdalle syntyä tuntuva supistus hakkuumäärään.

Tämän mahdollisuuden metsänhoitolakikomitea onkin oivaltanut, sillä edellä mainitun 4. kohdan perusteluissa todetaan, että puheena olevan pykälän 2. alion 1., 2. ja 3. kohta sallisivat niinkin suuret hakkuut, että ne »alentaisivat huomattavasti metsän tuottoa lähivuosikymmeniksi, jos ne lyhyehkönä ajanjaksona kohdistuisivat tilan koko metsäalaan tai sen valtaosaan.» (Metsänhoitolakikomitean mietintö, s. 65.)

Tästä toteamuksestaan komitea on tehnyt seuraavan päätelmän:

»Ottaen huomioon metsän antaman tuen maatilojemme taloudessa on näyttänyt, että myös tällainen puun tuoton tasaisuuden tuntuva järkyttäminen on koetettava uudella lailla estää.»

Siinä tarkoituksessa on puheena olevaan pykälään laadittu 2. alion 4. kohta.

Komiteaa eivät siis ole huolestuttaneet ne vauriot, joita hakkuukertymän tasaisuuden järkkyminen voisi aiheuttaa työllisyydessä, metsäteollisuudessa, viennissä jne. Komitean ainoana perusteluna tässä kohdassa on metsän tuki maatilalle. Tämän kirjoituksen kannalta perustelu on kuitenkin sivuseikka ja lakiluonnoksen säännös pääasia.

Komitean pyrkimyksenä on siis ollut hakkuukertymän tasaisuuden turvaaminen. Tätä tavoitetta silmällä pitäen lakitekstin sanamuoto ei kuitenkaan tunnu onnistuneelta. Ensinnäkin maininta hakkuusta, »joka on ilmeisessä epäsuhteessa tilan metsävaroihin», on siksi epämääräinen, ettei se anna paljoakaan tukea lain noudattamista valvoville viranomaisille. Asetuksessa

on tietenkin mahdollista selventää ja täsmentää sitä, mutta metsänhoitolakikomitea ei ole katsonut aiheelliseksi laatia siitä minkäänlaista ehdotusta. Luonnos metsänhoitoasetukseksi, joka luonnos sisältyy komitean mietintöön, ei käsittele tällaista asiaa ollenkaan. Itse lakitekstin pitäisi mielestäni antaa selvemmät ohjeet lain tarkoituksesta. Perustelukaan ei tässä tapauksessa auta sanottavasti.

Puheena olevassa kohdassa kielletyn hakkuun tunnukseksi on edellä mainitun lisäksi pantu toinenkin tunnus. Hakkuun tulee, ollakseen lain tämän kohdan perusteella kielletty, olla myös ilmeisessä epäsuhteessä »jatkuvaan puun tuotantoon.» Tämä sanamuoto ei anna paljoakaan lisävalaistusta. Se ei puhu edes tasaisesti jatkuvasta tuotoksesta. Kun perustelut kuitenkin mainitsevat tasaisuuden, antavat edes ne ohjeita tulkinnalle.

Nyt puheena oleva 18 §:n 2. alion 4. kohta muuttuu vielä ongelmallisemmaksi, jos kysytään, onko sen tulkinnassa noudatettava myös lakiluonnoksen 1 §:n yleisiä periaatteita. Jos »epäsuhde tilan metsävaroihin» on arvosteltava sillä perusteella, että 1 §:ssä mainittu »kohoava puun tuotanto» tulee turvatuksi, niin tulkinta saattaa olla olennaisesti toinen kuin siinä tapauksessa, että jatkuvasti entisellään pysyvän tuotoksen katsotaan tyydyttävän 18 §:n 2. alion 4. kohdan vaatimukset. Viimeksi mainitun kohdan sanamuotoon sellaisenaan ei näet väljälläkään tulkinnalla voida saada mahtumaan kohoavan tuotoksen vaatimusta.

Jos uutta lakia lähdetään laatimaan metsänhoitolakikomitean ehdotuksen pohjalta, olisi ainakin tämä kohta uudelleen harkittava ja selvennettävä.

On ehkä syytä vielä kiinnittää huomiota eräisiin komitean ehdottaman lain valvonnassa esiin tuleviin käytännöllisiin seikkoihin.

Jos laki todella asettaa vaatimukseksi hakkuukertymän tasaisuuden ja kohoamisen, niin sen valvonta on erittäin vaikeata, ellei jokaiselle metsälölle laadita näitä periaatteita noudattavaa, useita vuosikymmeniä käsittävää hakkuusuunnitetta. Muutoinhan kysymys, onko hakkuumäärä lain sallimissa rajoissa, jää vaikeasti ratkaistavaksi. Mahdollisesti syntyvät oikeusjutut eivät hakkuusuunnitteen puuttuessa suinkaan ole yksinkertaisia. Ei kuitenkaan voitane olettaa, että edellä mainitut vaatimukset täyttävät hakkuusuunnitteet saataisiin maassamme nopeasti kaikkialle laadituiksi.

Toisekseen tasaisesti kohoavan puun tuotoksen vaatimus pienmetsälöihin sovellettuna tuskin on niiden itsensäkään kannalta edes tarkoituksenmukaista.

Sanoin edellä, että metsänhoitolakikomitea ei ole esittänyt minkäänlaisia ehdotuksia nyt esillä olleiden lakiluonnoksen kohtien tulkinnasta ja täytäntöön panosta. Tällainen työ olisi kuitenkin tehtävä valmiiksi, kun uutta metsälakia, toivottavasti ennen pitkää, aletaan pohtia. Silloin säästytään ainakin siltä harmilta, että lakitekstille tulisi annetuksi sellainen sanamuoto, joka käytännössä jäisi vaikeaksi tai ehkä mahdottomaksi valvoa tai joka ei antaisi riittävää tukea selvälle, täsmälliselle tulkinnalle.

Paitsi itse käsitteiden selventämiseen ja täsmentämiseen sekä niiden tarkoituksenmukaisuuden tarkistamiseen olisi lopullista lakiluonnosta ja sen täytäntöön panon asetusta laadittaessa kiinnitettävä huomiota maatilametsälöiden, ja erityisesti pienmetsälöiden, suureen lukumäärään ja siitä johtuvaan lain valvonnan hankaluuteen. Laki ei saisi muodostua liian työläästi valvottavaksi.

Jos hakkuukertymän tasaisuuden ja kohoavan puun tuotoksen vaatimus sisällytetään lakiin, voitaisiin näiden vaatimusten valvontaa helpottaa seuraavan tapaisilla ajatuksilla.

Pienmetsälöt johonkin tiettyyn ylärajaan, esim. 10 ha:iin saakka, voitaisiin käsittääkseni huoletta jättää nyt puheena olevan vaatimuksen ulkopuolelle. Edellä jo esitin epäilyksen sen asiallisesta tarkoituksenmukaisuudesta. Toisekseen pienmetsälöiden kokonaispinta-ala on siksi vähäinen, etteivät ne olennaisesti vaikuta maan koko hakkuukertymän kehitykseen. Jos katsottaisiin voitavan jättää ne tästä syystä eräiden muidenkin metsälain säännösten ulkopuolelle, vähenisi valvottavien metsälöiden lukumäärä olennaisesti, ja valvontaa hoitavien viranomaisten toiminta voitaisiin paremmin kohdistaa maan metsätalouteen voimakkaasti vaikuttaville tahoille.

Koska ei voitane pitkiin aikoihin kuvitella, että keskikokoisillekaan viljelmille yleisesti saataisiin laadituiksi pätevät hakkuusuunnitteet, voitaisiin paremman puutteessa tasaisuuden ja kohoavan puun tuotoksen jonkinlaisen ohjeena käyttää kasvua. Eihän senkään arvioiminen käy käden käänteessä, mutta esim. verotusperusteita ja keskimääräistaulukoita käyttäen saataisiin ehkä suhteellisen helposti likimääräinen mittapuu, johon suunniteltua hakkuumäärää voitaisiin verrata. Erimielisyyksien sattuessa kasvu olisi kohtuullisen helposti ja täsmällisesti todettavissa.

Suurmetsälöille voitaisiin asettaa vaatimukseksi pitkän ajan hakkuusuunnite, joka noudattaa lain säätämiä periaatteita.

Tällaisia teitä kulkien ehkä voitaisiin metsänhoitolakikomitean esittämistä ajatuksista muodostaa järjestelmä, joka tukisi metsätalouden muuta kehittämistoimintaa pyrittäessä kohoavaan puun tuotokseen ja talouselämän kululle riittävän tasaiseen pääsuuntaan metsätaloudessa.

Viitatun kirjallisuuden luettelo

Actes du III congrès forestier mondial, No 3, Rapports speciaux. Helsinki 1950.

Actes du III congrès forestier mondial, No 4, Rapport final. Helsinki 1950.

Komsi, Toivo J. — Pelttari, P. J. — Toijala, V. R. 1947. Yksityismetsälaki ja sen nojalla annetut säännökset. Helsinki.

Linnamies, Olavi. 1959. Valtion metsät sekä niiden hoidon ja käytön yleissuunnitelma. Vuosien 1951—1955 inventoinnin tuloksia. Helsinki.

—»— 1961. Valtion metsien hakkuusuunnite ja sen toteuttamisen edellytykset. Acta forestalia fennica 74. Helsinki.

—»— 1962. Puunkäytön vuosittainen lisäys noin 8 milj. kiintokuutiometriä. Tehostetut metsänhoitotoimenpiteet tarpeen. Uusi Suomi n:o 38, 1962.

Lov om skogvern 12. 2. 1932. Muutettu useita kertoja sen jälkeen. Nygaard, Julius, 1961. Skogalmanakk, Tillegg.

Metsänhoitolakikomitean mietintö. Komiteanmietintö n:o 8, 1953.

Metsätilasto. Kertomus metsähallinnon toiminnasta v. 1957. Suomen virallinen tilasto XVII. Helsinki 1959.

Peurakoski, J. O. — Rautapää, Hugo. 1918. Asetus metsän hävittämisen ehkäisemiseksi 2 päivältä marraskuuta 1917 sekä siihen kuuluvat hallinnolliset määräykset. Helsinki.

Pöntynen, V. 1962. Maamme puun käyttö v. 1960 n. 7 milj. m^3 suurempi kuin hakkuusuunnitteen käyttöpuun määrä. Metsälehti n:o 1, 1962.

Skogsvårdslag 15. 6. 1923. Stockholm. Svensk författningssamling.

Skogsvårdslag 21. 5. 1948. Stockholm. Svensk författningssamling.

The Effect of the Present Private Forest Act and of the Proposed New Forest Law on Felling Quantities in Finland

Summary

In recent years annual felling amounts in Finnish forests have increased to such an extent that they exceed the various allowable cut estimates. The subject of this paper is, whether the present Private Forest Act or the proposed new Forest Law can guarantee a static or a progressive felling quantity. The word static here means continually constant, and the word progressive means continually increasing. Since the term »sustained yield» has many different meanings it is not used in this paper.

Static does not mean a constant annual felling quantity without any fluctuations, and progressive does not mean a smooth increasing line. Fluctuations due to business cycles are inevitable and therefore only the trend is considered here.

In the present Private Forest Act there are two main principles controlling the fellings:

A. It is prohibited to carry out a final cutting in such a way or to leave the ground in such a condition or to use it in such a way as to jeopardize natural regeneration. Artificial regeneration, however, is permitted provided the regeneration plan is accepted by the provincial forest committee.

B. It is prohibited to cut a young growing stand in any way incompatible with rational thinning.

Since Point A does nothing to regulate the quantity of final fellings, it cannot guarantee any constant or increasing trend in the nation's wood production. It allows almost any amount of excess cutting that may lead to a future decrease in wood production.

Point B is somewhat different. As it regulates the quality of cuttings in young forests — permitting only thinnings, not final cuttings — it also has some effect on the quantities felled now and in the future. Even so, the effect is slight; Point B can guarantee no steady increase in fellings.

The paper deals with certain points in the Norwegian and the Swedish Forest Acts. The Swedish Act of 1948 forbids fellings clearly detrimental to stability of felling quantity. It also contains certain clauses obliging forest owners to improve their stands if their growing stock is unsatisfactory. Thus it may lead to better stands and increasing fellings in the future.

In 1943, a State committee was set up in Finland to prepare the bill for a new Forest Act. The committee published its finding in 1953. Its proposal lays down certain guiding principles applicable to all forests in Finland, whether State-owned or not. The text reads as follows:

A forest must be managed in such a way as to utilize fully the productive capacity of the soil and safeguard an economically profitable increase in wood production.

All State forests are managed in accordance with working plans drawn up by the Forest Service. It therefore seems unnecessary to apply such a law to these forests.

During the 1950's however, fellings in State forests were far above the quantities provided for in the working plans. It has therefore been necessary to reduce them recently. This is an unfortunate time to enforce such a measure, since the demand for wood has increased so greatly that it is difficult to maintain an equilibrium between national felling quantities and the calculated total allowable cut. In view of this, the principle stated may be equally applicable to State forests.

As far as private forests are concerned both of the principles contained in the paragraph mentioned are new in the Finnish legislation on forestry. Seeing that so many of these forests are understocked, even the first requirement — full utilization of the productive capacity of the soil — would slowly lead to an increase in wood production.

The wording of this paragraph, however, is so vague, that it would be extremely difficult to implement it. It would be impractical to demand that the authorities enforce such an Act. The committee has therefore drawn up another paragraph containing more detailed stipulations for the control of fellings in the private forests. This paragraph includes four prohibitions:

1. cutting a stand capable for further development in a manner contradictory to good silvicultural practices in stands not yet mature for final cutting;

2. final cutting of a mature stand or of a stand incapable of development without making sure that within a reasonable time there will be a regenerated stand capable of development, either naturally or artificially;

3. treating the ground or the growing stock in such a way, or leaving them in such a condition after cutting that there is a danger of a deficient yield;

4. any commercial felling which is obviously disproportionate to the forest resources of the farm and incompatible with the continual production of wood, and cannot be justified for special reasons.

Points 1 and 2 add little to the present Private Forest Act described above.

Point 3 is new. It could bring about a slow increase in the allowable cut in the future, but it could not prevent a temporary declining trend in it.

Point 4 is also a departure from the present Act. If it were enforced it would guarantee reasonable static stability of the trend of fellings but not an increase. In any case it would be very difficult to enforce, because the words »disproportionate to the forest resources and incompatible with the continual production of wood» give little guidance to the authorities charged with its implementation — specially seeing that there are over 300 000 forest owners in Finland each of whom requires separate consideration. In my opinion, Point 4 is impractical as it stands in the present proposal.

It might be practical if forest holdings were divided into three groups. Small units could be omitted from the scope of this regulation. Their total area is so small that they have no essential influence on the development of national felling quantities. With medium-sized holdings, their increment could be taken as a yardstick of the proportion or disproportion of the fellings — but in such a way that no strict annual balance would be required, since that is impossible under the circumstances prevalent in Finland. If there were a working plan, its allowable cut would replace the increment. For large forest holdings working plans could be demanded. On this basis it might be possible to develop a clause that would not be too impractical and could ensure a constant or perhaps even increasing trend in felling quantities, depending on the instructions given.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.5
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.5
Helsinki 1962

INFLUENCE OF WEATHER ON GROWTH AND REPRODUCTION OF BEECH

ERIK HOLMSGAARD
The Danish Forest Experiment Station, Springforbi

Beech (*Fagus sylvatica* L.) is generally regarded as the national tree of Denmark. This recognition is due in part to the beauty of the beech forest but perhaps of much greater importance is the manner in which the species has dominated the old woodlands of the country for hundreds of years providing the Danes with a most useful raw material. Thus beech seems »at home» in Denmark and, generally speaking, is well adapted to the climate. Nevertheless, weather, as it varies from year to year, has a significant influence on both growth and reproduction of the species. This is especially true with spring frost and summer precipitation.

Late spring frost (—4°C.) is more damaging to beech reproduction than to that of any other native hardwood species. Severe frost may kill the developing new shoots thus reducing growth and causing misshapen trees. In serious cases frost damage can set a stamp on the stemform that will last for decades (H a u c h 1916). In hollows in the terrain, spring frost can keep beech regenerations down during many years. The risk of spring frost is met in Danish forestry by the use of standards or by nurse-trees planted before or at the same time as the beeches.

Spring frost can also destroy the seed production of beech as the female flowers and the newly set fruits are killed by —1.4 to —3°C. The male flowers are damaged seriously by —1°C. just before flowering (O p p e r m a n n and B o r n e b u s c h 1926).

The weather conditions of the summer will determine the flowering of beech the next year, because the flowerbuds are developed the year before flowering. Low precipitation in June and to some extent in July — as well as high average temperatures in the same months — favor a good seed crop the following year. (H o l m s g a a r d and O l s e n 1960). This is illu-

3250—62

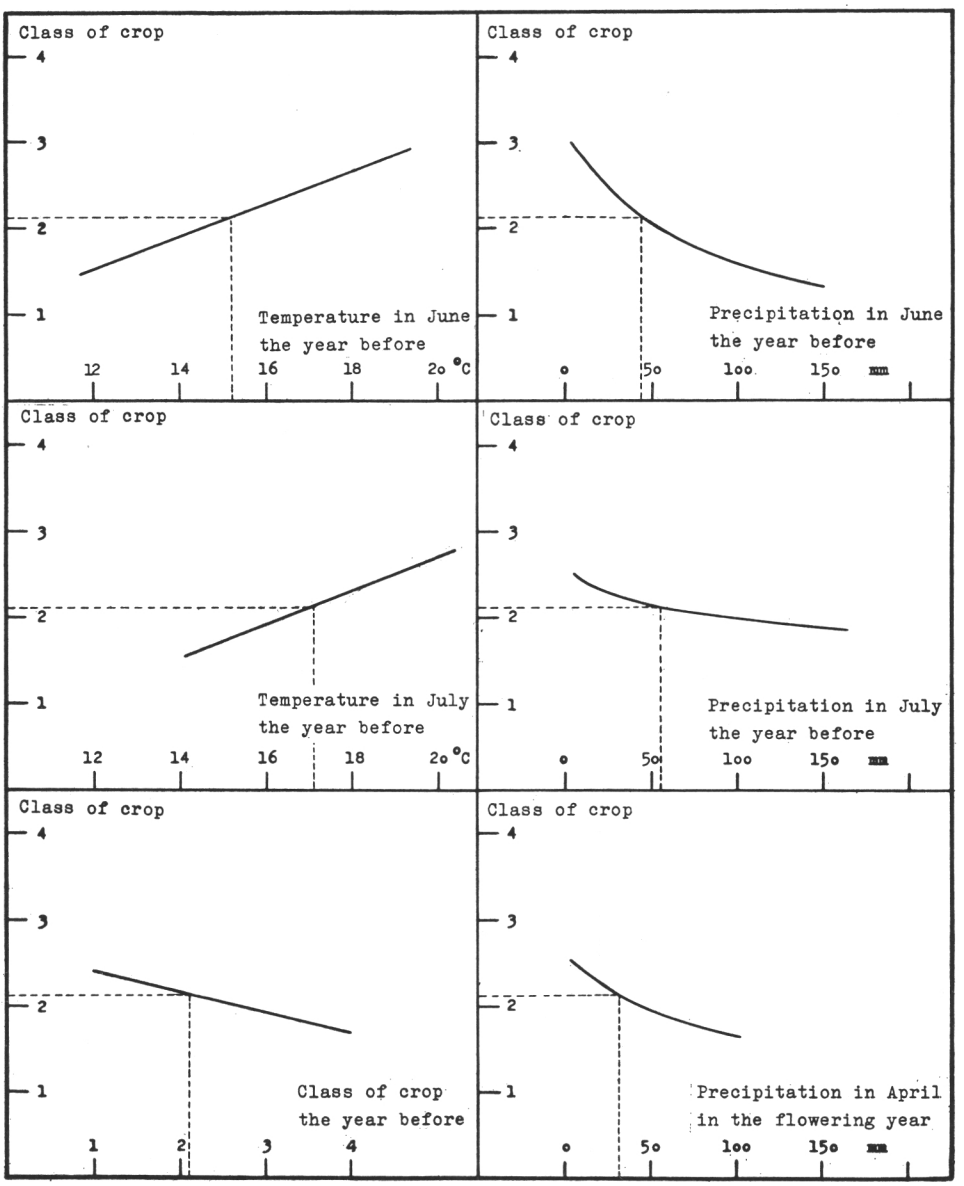


Fig. 1. In each of the 6 figures the effect of one of the factors determining the beech mast is shown under the supposition that other factors maintain their mean values which are indicated by the dotted lines. The terminal points of the curves indicate the ranges of data covering a 110 year period. Failure of crop is classified as 1 and a very good crop as 4.

strated in Fig. 1 that shows the average relationship between these weather conditions and mast production. (Two other features that also have a bearing on seed production: class of crop the year before and precipitation in April the flowering year are also shown in Fig. 1.)

Precipitation during the summer months has a very direct influence on the diameter growth. For middle-aged beech stands at Vallø forest district the influence of precipitation on annual-ring width can be illustrated by the following equation (H o l m s g a a r d 1955):

$$x_1 = 39.61 + 0.0919\ x_2 + 0.1781\ x_3 + 0.0741\ x_4 + 0.2912\ x_5$$

where x_1 = tree-ring index
x_2 = precipitation in May (mm.)
x_3 = precipitation in June and July (mm.)
x_4 = precipitation in August (mm.)
x_5 = tree-ring index the year before.

Conversely, the average temperatures during the summer months seem to be without significant influence on the width of the tree-ring.

Tree-ring indices based on actual measurements are compared with figures computed by the equation given above in Fig. 2.

The climatic fluctuations also cause long-periodic variations as shown in Fig. 3. Here the average tree-ring index is given for 10-year periods for four different localities in Denmark. As would be expected from the findings above the longterm periodic variations are also dependent on the average summer precipitation for the corresponding periods. The long periodic variations caused by climate make it difficult to compare increment data from different periods. This is not specific for beech (I l v e s s a l o 1943).

Besides the direct effect of weather on ring width there is an indirect effect caused by seed bearing which as mentioned above also is regulated by the weather. In good seed years the ring width in old beech stands is reduced to about half of that in years without seed bearing. Also there is an effect of the seed bearing in the two years following a big seed year (H o l m s g a a r d 1955).

The variations in ring width are rather similar throughout the stem (H o l m s g a a r d, 1. c.). Thus the variations in the ring width as measured at breast height give a valid picture of the variations in volume increment. The y e a r l y variations in height growth on the other hand has no great effect on volume increment.

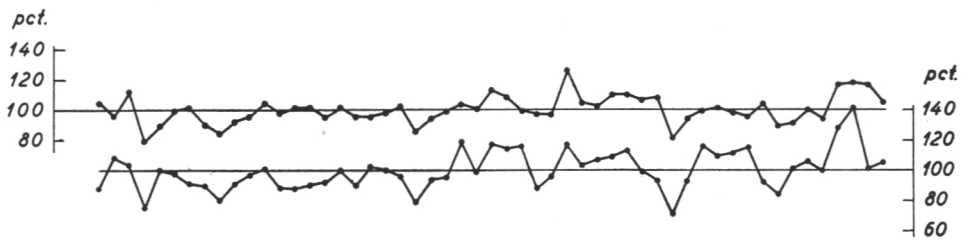


Fig. 2. Lower curve shows tree-ring indices for middle-age beech stands (Vallø forest district). Upper curve tree-ring indices as computed from equation given page 3.

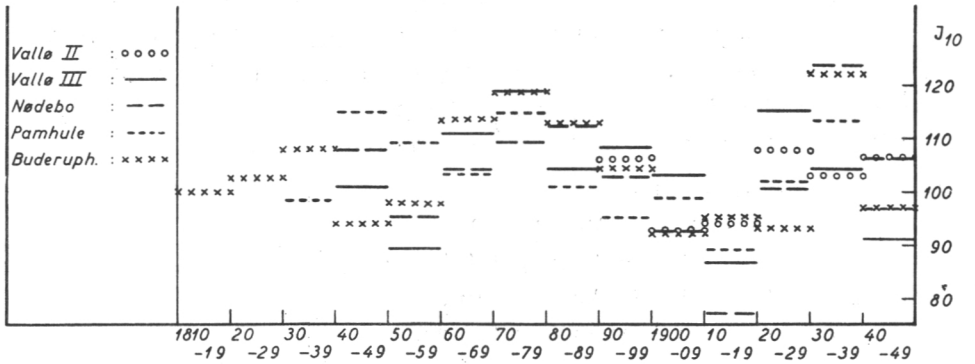


Fig. 3. Average tree-ring index of beech in 10-year periods (I_{10}, per cent) for different localities in Denmark.

The height growth of beech seems to some extent to be determined by the weather conditions in the previous summer. Also shoot-lengths on the side branches follow somewhat the variations in height growth (H o l m s g a a r d 1950); though the shoot lengths of low branches are more dominated by light conditions than by any other climatic factor (H o l m s g a a r d 1948).

Extremely moist summers can under certain conditions — especially if there has been a heavy thinning in a beech stand on clay soil — cause an abnormally high ground-water-table. These can give rise to death of roots and reduced increment — and eventually in some instances cause trees to die (H o l s t e n e r - J ø r g e n s e n 1961).

The weather during autumn and winter does not seem to have much influence on the growth and vigour of beech. However in mild, moist winters large amounts of beech nuts may decay, and the possibilities of natural regeneration thereby destroyed. (H a u c h 1898).

References

H a u c h, L. A. 1898. Bøgeforyngelser 1898. Tidsskrift for Skovvæsen, 10.

—»— 1916. Nattefrostens Virkning i ung Bøgeskov. (Zusammenfassung: Die Wirkung des Spätfrostes in jungen Buchenwaldungen). Der forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 5.

H o l m s g a a r d, E. 1948. Længdevæksten på lavtsiddende Bøgeskud og en Metode til Bestemmelse af sidste Hugstår. Dansk Skovforenings Tidsskrift, 33.

—»— 1950. Studier over højdetilvækst, kroneudvikling, oprensning m.v. i unge bøgevoksninger i Skåne. (Summary: Studies on height increment, development of the crown, self-pruning, etc., in young beech stands in Skåne). Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut, 39.

—»— 1955. Årringsanalyser af danske skovtræer. (Summary: Tree-Ring Analyses of Danish Forest Trees). Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 22.

—»— and H. C. O l s e n. 1960. Vejrets indflydelse på bøgens frugtsætning. (Summary: The Influence of Weather on Beech Mast). Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 26.

H o l s t e n e r - J ø r g e n s e n, H. 1961. Undersøgelse af træarts- og aldersindflydelsen på grundvandstanden i skovtræbevoksninger på Bregentved. (Summary: An Investigation of the Influences of various Tree-Species and the Ages of the Stands on the Level of the Ground-Water-Table in Forest Tree Stands at Bregentved). Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 27.

I l v e s s a l o, Y. 1943. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. (Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The Second National Forest Survey), Communicationes Instituti forestalis fenniae, 30.

O p p e r m a n n, A. and C. H. B o r n e b u s c h. 1926. Fra Skov og Planteskole. (Zusammenfassung: Aus dem Walde und dem Forstgarten). Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, 8.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.6
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.6
Helsinki 1962

THE NATIONAL FOREST SURVEYS OF FINLAND, NORWEY AND SWEDEN

A comparison between methods

VALTER ARMAN and ERIK HAGBERG
The Royal College of Forestry, Stockholm, Sweden

Finland, Norway and Sweden are rather similar from a silvan point of view and forestry in these countries has largely progressed along parallel lines. This also applies to forestry statistics which have developed on the basis of systematically designed national surveys.

Three national forest surveys have now been completed in Finland. In Norway the third cycle is current and in Sweden the field work of the third survey will be completed in 1962.

The Finnish surveys have been carried through in three to four years while the surveys in Norway and Sweden have required longer time for their completion. The cycles of the various national forest surveys in the three countries are shown in the following compilation

	First cycle	Second cycle	Third cycle
Finland	1921—1924	1936—1938	1951—1953
Norway	1919—1930	1937—1956	1957—
Sweden	1923—1929	1938—1952	1953—1962

The first national forest surveys were inventories with a relatively low intensity of sampling. The main object was then to procure up to date information on the timber status in general. The intensity of the surveys was subsequently increased and more detailed information was collected to permit a further analysis of the current situation. Since the following inventories were also meant to elucidate changes occurring between the surveys, greater intensity of sampling was required.

5285—62

The expeditious Finnish surveys were intended to provide highest possible uniformity in compilation and data not only with respect to individual districts but also for the whole of the country. In Norway, and during the first two national forest surveys in Sweden, emphasis was put on a presentation of results valid for individual provinces. A total result pertaining to the entire country was then considered secondary information since it was obtained by the compilation of a number of part results that differed greatly in time of validity.

The Finnish system with rapidly completed surveys has many advantages. Concise information on the forestry status can be obtained at definite occasions and the resurveys provide further data on the changes that occur not only in the country as a whole but also in each district during the same period of time.

However, the Finnish resurveys showed that the forestry status had undergone unexpectedly great changes during the 15-year long intervals between the inventories. Based on the various surveys, the yield computations therefore appeared inaccurate after a few years. To keep abreast with the development, it was judged necessary not to postpone the fourth Finnish national forest survey to 1966—1968 when it was originally scheduled to begin. A summary (intermediate) survey was therefore applied in South Finland in the years 1960—1961. It was supplemented with a stump enumeration on a trial basis. A similar summary inventory of the northern part of the country is planned to be completed in the years 1962—1963.

Contemporary survey results for the entire country have also appeared highly desirable in Sweden. The third national forest survey, which started in 1953, was therefore organized as an annual inventory covering the whole country. For reasons of costs, however, the annual survey must be made with a relatively low intensity of sampling. Each annual survey thus covers only a tenth of the area inventoried in a province with the previous organization. The results valid for individual provinces can therefore not be presented until after 10 years if an accuracy equal to that obtained by the old system of survey is desired.

Compared to periodic surveys of greater intensity, the system now applied in Sweden certainly has some disadvantages. The provincial results, which are of special importance for the activities of the local boards of private forestry, will only elucidate the average timber status of the decade past. Data such as measures of regeneration, the execution of which may vary greatly in extent between various periods of time, lose some of their value. Since the provincial reports must comprise parts of the 10-year period, the accuracy of the results will be slightly reduced.

It is also disadvantageous that the collection of a sample tree material sufficient for the computation of actual tree volume data and factors deter-

mining increment is impossible during the current 10-year cycle for reasons of costs. Thus, the results presented from the new survey have been based mainly on tree volume data and increment values obtained from the second national forest survey.

Yet, the current national survey in Sweden has a considerable advantage over previous inventories in permitting the addition of many new observations in order to elucidate various problems during a number of years without changing the main features of the survey. The enumeration of stumps from trees felled during the season preceding the survey is the most importtant complement to the main estimate of growing stock. It provides an annual report on the volume removed by felling operations expressed in cu.m. over bark, i.e. the same unit of measurement as that used for growing stock and increment, and with proper distribution by species and sizes. At certain intervals a balance sheet can thus be made up showing on one side the »ingrowing» stock with allowance for increment and reduction by timber removed in felling operations, and »outgrowing» stock on the other side. The new design of the survey provides possibility to follow continuously on a nation wide basis the changes occurring in the growing stock.

The possibility to follow the annual variation in increment and then to delineate various regions of increment constitutes an additional advantage with this system of survey. The occurrence of cones in various years can also be reported for parts of the country.

The new system must also be considered superior to periodic surveys with long intervals from an administrative point of view. Since the survey is annual, most of the crew leaders can be employed on a more permanent basis and a corps of trained personnel is thus available for the field work and for the processing of survey data.

The national forest surveys in the three countries have mainly been conducted as ground inventories. During the third Finnish survey, however, aerial photography was resorted to in the outer archipelago and on some of the most remote lines in the North. In Sweden aerial photographs are employed to explore whether remote survey tracts are forested to an extent that justifies a visit by a crew or whether a map survey will suffice. Otherwise being of great value for the reconnaissance of the survey tracts, the aerial photographs have been used as field maps by the survey crews.

It has often been suggested that the national forest surveys employ aerial photography to a greater extent than so far. However, the rather accurate knowledge of the timber status of the three Nordic countries gained by the national forest surveys up to present time primarily leads on to a continued control of changes occurring in the forests. To state differences between various surveys, observations more accurate than those obtained from aerial photographs now available are necessary. Increment or depletion can prob-

Line Survey Form

Line no. ..... Line part letter ... Direction of survey ..... Current type No. ....
Type ended .. Pole .. Stake .. metres Current pole no. ...
Type started . Pole .. Stake .. metres Crew leader signum .
Length of type Pole .. Stake .. metres = m Parish ..

Row no.	Area and owner						Kind of land										Row no.	Survey descriptio			
															Bog			Species			
																		Dominant story			
	Watershed		District forest board		Province	Owner	Main group	Cover type etc.			Bog type etc.				cond. of stand, establishm. drainage etc.	depth		Main species	1 2 Mixed sp.	Left- over trees	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	1819	20	
0	Ahv	Po e	Hels	P—KA	Ahv	State a	I k	OMa T	VT	Tuko II	Lh K	Rh SR	Lk N	Cl tk	Good	10	0	Clear			
1	Lr	Po p	L—S	K—S	Uud	State b	I s	FT	EVT	Vrk III	Kg K	VS R	RN	K mu	Satis-fact	11-20	1	Pine			
2	Er	Oul	Sat	E—Po	T—P	Company	II k	GDT	EMT	Vrl III	VK	HS R	LN	R mu	Poor	21-30	2	Spruce			
3	Ko lä	S-I-K	U—Hä	Va	Hä	Ecclesi-astical	II s	Lh	CT	Hkk III	Rä K	TR	VL	N mu	Newly drained	31-40	3	Birch			
4	Ko it	Ke—lä	P—Hä	K—Po	Ky	Parish	III k	OMT	Er CIT	Tuko III	Rh K	RT R	Ri L	L mu	Good	41-50	4	Aspen			
5	Pä e	Ke it	I—Hä	P—Po	M	Com-munity	III s	PyT	CIT	Tuav III	NK	RR	Lh tk	Pol mu	Accep-able	0.6-1.0	5	Alder			
6	Pä p	T—M	E—Sa	Kain	Ku	Corpo-ration	IV m	GDM T	Vrk II		LK	LR	OM tk	Koj	Poor	1.1-2.0	6				
7	Sa e	Jääm	I—Sa	Koil Suom	Va	Private	IV yl	MT	Vrl II		Kg R	MN	Mtk	Roj		2.1-3.0	7				
8	Sa p		P—Sa	Lap	Oul		Water	pMT	Vrlk II		KR	SN	Vtk	Noj		3.1-4.0	8	Range forest			
9	Piel		E—Ka	Ahv	Lap			HMT	Tuh II		IR	Ri N	Ctk	Loj		4.1+	9	Not range forest			

Remarks .....

Denotation in col. 7: I = fertile forest land, II = less fertile forest land, 1II = impediment, IV = arable land, k = mineral soil, s = peat s
8: OMaT = Oxalis-Majanthemum, FT = fern type, GDT = Geranium-Dryopteris, Lh = grove flora OMT = Oxalis-Myrti
9: VT = Vaccinium, EVT = Empetrum-Vaccinium, EMT = Empetrum-Myrtillus, CT = Calluna, ErCIT = Ericacea-Clad
10: Tuko = birch zone near mountain, Vrk = barren hill, Vrl = barren boulder site, Hkk = sand field, Tuko = birch br
11: Lh K = fen w. dec. spp., KgK = swampy moor, VK = fen proper, Rä K = swampy forest land, Rh K = fen w. he
12: Rh SR = herbaceous Carex bog, VSR = Carex bog proper, HSR = poor Carex bog, TR = Eriophorum bog, RTR = E
13: LkN = low Carex bog, RN = peat bog, LN = fen-type bog, VL = fen bog, RiL = fen bog, Lhtk = grove peat m
14: Cltk = Cladina peat moor, Kmu = interm. forest land-fen, Rmu = interm. forest land = low shrub bog, Nmu = inte
drained fen, Roj = drained low shrub bog, Noj = drained fen bog, Loj = drained bog w. other mosses than Sphagn

Fig. 1. The Finn

emarks: (other species, age, growing stock over 420 cu.m
increment over 9.5 cu.m u.b.)

acial description .....

stand																								
e class			Density			Height, m			Growing stock volume				Increment cu.m u.b. per hectare		Row no.	Silvicultural status or measure							Period	
							Mean height											Silvicultural measure in period						
	Left-over trees	Undergrowth	Domin. story	Left-over trees	Undergrowth	Mean height domin. story	Left-over trees	Undergrowth	cu.m per hectare			part %				Status	Class of development	I		II		Grade of felling operation per cent	I	II
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		37	38	39	40	41	42	43	44	
20			1+	0.6	1+	—5		—1	△	100	200	Dom	△	5.0	0	Good	Regeneration	Cleaning	Seed tree setting	Cleaning	Seed tree setting	10		
-40			1.0-0.8	0.5	1.0-0.8	6-8		1-2	10	110	210-220	Left-over trees	0.5	5.5	1	Unkempt	Seedling stand	Scarification	Shelterwood	Scarification	Shelterwood	20		
-60			0.7-0.6	0.4	0.7-0.6	9-11		3-4	20	120	230-240	Undergrowth	1.0	6.0	2	Pending	Left-overs in plantat.	Artific. regener.	Adjustm. of stand	Artific. regener	Adjustm. of stand	30		
-80			0.5-0.3	0.3	0.5-0.3	12-13		5-6	30	130	250-260	Pine	1.5	6.5	3	Thinning	Thinning	Sowing	Adjustm. of uneven st.	Sowing	Adjustm. of uneven st.	40		
- 0			0.2-0.1	0.2	0.2-0.1	14-15		7-8	40	140	270-280	Spruce	2.0	7.0	4	Residual stand	Preharv. release	Planting	Pending	Planting	Pending	50		
1- 0			(1.0-0.8)	0.1		16-17		9-10	50	150	290-300	Birch	2.5	7.5	5	Unsuit. species	Harvest stand	Seedling cleaning	Slight adjustm.	Seedling cleaning	Slight adjustm.	60		
1- 0			(0.7-0.6)			18-19		11-12	60	160	310-330	Aspen	3.0	8.0	6	Overmature		Release of seedl.		Release of seedl.		70		
1- 0						20-21		12+	70	170	340-360	Alder	3.5	8.5	7	Misc. stands	Method of est. of stands < 20 y	Thinning		Thinning		80		
1- 0						22-23			80	180	370-390		4.0	9.0	8		natural regener	Preharv. release		Preharv. release		90		
1+						24+			90	190	400-420		4.5	9.5	9		Artific. regener	Clearfelling		Clearfelling		100		

= farm land, yl = public areas (building lots, roads, etc.).
'T = Pyrola, GDMT = Geranium-Dryopteris-Myrtilus, MT = Myrtillus, pMT = boral Myrtillus, HMT = Hylocomium-Myrtillus.
T = Cladina, Vrk = rock outcrop, Vrl = boulder site, Vrlk = ridges, Tuh = conif. zone near mountain, II = less fertile forest land.
ıav = barren mountain.
d grass, NK = boggy fen, LK = mossy fen KgR = boggy moor, KR = fen moor, IR = bog w. low shrubs.
orum bog rich in Sphagnum fuscum, RR = Sphagnum bog, LR = bog w. other mosses, MN = fen bog proper, SN = large Carex bog, RiN = fen bog.
ftk = fen moor w. deciduous species, Mtk = Myrtillus peat moor, Vtk = Vaccinium peat moor, Ctk = Calluna peat moor.
est land-fen bog Lmu = interm. forest land-bog w. other mosses than Sphagna, Polmu = interm. forest land-Polytrichum bog type, Koj =

ıe survey form

ably not be derived from aerial photographs with sufficient accuracy. It may also be doubtful whether an aerial survey designed especially for nation-wide application can be carried out at costs equal to those of the current methods. This may not be possible at present.

The last national forest survey of Finland was an ocular line survey in combination with circular plots. In Sweden, too, some observations are made along survey lines though only for the purpose of areal inventory. In Norway the line survey has been completely abandoned for the present circular plot survey.

The third Finnish survey was made along lines laid out in southwest-northeast direction at a right angle to the main configuration of the country. Distance between the lines varied from 6.5 kms on the isles of Åland to 20 kms in the upper Lapland. Circular plots with a radius of 17.84 metres (= 0.1 hectare) were laid out at intervals of 1 km along the lines. A total of about 31 000 plots were surveyed, half of which, however, were intermediate with a limited extent of observations.

In Norway the survey tracts are currently spaced according to a grid system. When the provinces of Østfold and Akershus were surveyed in 1927, a grid system with a line spacing of 3 kms was placed over the provincial maps. In the line intersections there were squares drawn with 1-km sides along which circular plots with a radius of 5.64 metres (0.01 hectare) were spaced 200 metres apart. Thus each square was represented by 20 circular plots. Comprising a total area of 9 500 sq.kms, these provinces were sampled by 21 000 plots.

The current Swedish survey employs the line system from the second national forest survey. In Norrland the lines are laid out in southwest-northeast direction and in the other parts of Sweden from east to west. The distance between the lines varies from 2.5 kms in southernmost Sweden to 10 kms in upper Norrland. As mentioned previously, each annual survey of a province covers about one tenth of the area inventoried by the second national forest survey. Principally, the survey proceeds by covering half the distance of every fifth line in a year. The surveyed part of a line is called a tract. The lines are folded into a number of squares with sides totalling a distance equal to that of the straight line. The length of each tract side varies from 1.2 km in southern Sweden to 1.8 km in upper Norrland. Stump enumeration is carried out on every 100 metres along the sides of the square by records from two circular plots situated 20 metres apart, double-plots. For the purpose of stock-taking, trial marking, and type description, seven single circular plots are laid out along each tract side in southern Sweden and four on each side in the other parts of the country. The circular plots have a radius of 6.64 metres (= 0.0138 hectare). About 1 000 tracts are surveyed annually and the number of circular plots

on forest land is calculated at 10 000 for stock-taking and 40 000 for stump enumeration.

The Finnish inventory is largely based on a line survey. Each property of land and forest stand crossed by the survey line is recorded on a separate line survey form. The report on forest stands is quite detailed, particularly with respect to the site and the stand. It also contains an ocular estimate of the growing stock and increment as well as a judgement of felling operations needed. A comprehensive biological survey of stands is carried out simultaneously with the line survey. Each crew includes a biologist responsible for the registration of about 12 different bird species, some mammals and cold-blooded animals as well as a large number of plants.

In Norway and Sweden, too, the previous national forest inventories were based on line surveys. The first survey was entirely employing this method and both stock-taking and areal inventory were recorded within a 10-metre wide strip along the survey line. A combination of line survey and circle plot survey was applied during the second national forest survey in Norway and Sweden. Since 1954 the system with circular plots has been exclusively used in the Norwegian survey. In Sweden stock-taking along the lines was abandoned in 1945 but the area tally along the lines is still maintained. As shown clearly by the figures 1 and 2, the observations are far less comprehensive than those made during the Finnish line survey.

Since data on scattered occurrences are more accurately secured by this rather more intensive survey than by circle plot survey, land classification along the lines is maintained in Sweden. Records of regeneration measures conducted on clear-felled areas are thus most properly gathered in this way. An areal tally not too elaborate causes little extra work. To visit the circular plots, which are situated as close as 100 metres apart for stump enumeration, the survey crews are anyway to proceed by compass and chain from plot to plot.

During the line survey the crew leaders generally tend to ignore minor variations in the stands. Instead, they make summarizing judgements of larger areas than at estimates of small circular plots. This is an advantage of line surveying since it is meant to elucidate the results of silvicultural measures. The survey must therefore be carried out according to the viewpoints of practical forestry concerning certain problems pertaining to e.g. judgement of cutting classes and the proposals of measures. Information of this kind must be reported for stands of a size corresponding to the requirements of practical forestry concerning manageable units of treatment. At a circle plot survey, particularly if the plots are as small as in Sweden, an unexperienced crew leader may feel overly influenced by the conditions prevailing within the circular plot and he tends to describe quite small stands instead of the actual stand of which the plot is a minor part. Since some registration based on purely ocular judgements is made on both the area

Land classification N E S W

Tract side (col. 8) 1) (2) (3) (4) Tract (col. 2—7) .....

Pole	Length (from map under-lined)	Area distribution, metres																								
		Water covered area	Sample plot no. ((Roman figure)	Owner group (forest and other land) [1]	Forest land (col. 13: 11)																				
					Calluna heath	Range forest	Oth. land density		Site class (Jonson)								Cutting class								
							—0.4	0.5+	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	B: 1	B: 2	C	D	E	A			
	m.																					no seedlings	w. seedlings		
Col. code	9—11			12:	14: 1	14: 2	14: 3	14: 4	15: 1	15: 2	15: 3	15: 4	15: 5	15: 6	15: 7	15: 8	16: 2	16: 3	16: 4	16: 5	16:6-9	16: 0	16			
Total																									

a) ..... b) ..... c) ..... d) .....

[1]) Owner groups: 1. state, 2. eccl., 3. other public, 4. companies, 5. farm, 6. estate, 0. indefinite.
[2]) If measure pertains to current season, simple cross in the col.
» » » » previous » double » » » » (col. 19: 11)
» » » » earlier » treble » » » » (col. 19: 12)
[3]) When airfields, rifle range, industrial area etc. are reported in this col., kind is recorded in col. of remarks.
Col. (9—11) —a+b+c
b=c=d

Fig. 2. The Swedi

register and the sample plot form, the crew leader may be controlled in these respects. As the Finnish method of survey is based on a very detailed report of the forest stands and the site conditions, the registration made on the circular plots may be slightly simplified. Grade and defects of the trees, racial aspects and forest type, soil texture etc. are recorded in addition to number of trees and sample trees as well as the ocular estimate of the growing stock, increment, and the trial marking. The big trees are divided into two groups: trees yielding sawlogs and trees yielding stacked wood only. The circular plot survey is partly intended to serve as a guide for and a control of the ocular estimate.

Region (col. 1) .....

ir-ing	Age of clear-felling	Mount.	Fields		Other land							
			Forest. lot	Misc.[3])	Hill	Conif. mount forest	Bogs			Sand field	Misc.
							low shr bog	Carex	Fen		
ha 0 » 1 » 2 » 3	0-2yrs 1 3-5 » 2 6-9 » 3 10- » 4	13: 1	13: 2	13: 3	13: 4	13: 5	13: 6	13: 7	13: 8	13: 9	13: 0
		Regeneration measures [2])									
		None before prev. season	Clear-ing	Scari-fication	Burn-ing	Burn. + scarif	Sowing	Burn. + sowing	Plant-ing	Burn. + plant-ing	Seedl. clean-ing
:	18:	19: 1	19: 2	19: 3	19: 4	19: 5	19: 6	19: 7	19: 8	19: 9	19: 0

Remarks. For cutting class E is given
1a residual stand (16: 6)
1b stand residue (16: 7)
2 unsuitable species (16: 8)
3 range forest type (16: 9)
Misc. land is specified
Notes on spruce bark beetle and game birds
Seed collection class I or I/II is recorded for pine

e) .....

Date / 19.....

Crew no. (col. 20) ..... Sign. .....

Province, part of prov. .....

Office control Sign.

ıd classification form

As mentioned above, the Norwegian national forest survey is conducted as a pure circular plot survey. Basal area, mean diameter and mean height of the stand represented by the sample plot are estimated in addition to tree tally and sample tree measurements. In contrast to the Finnish circle plot survey no records are made in the tree tally whether the trees yield sawlogs or not. Similar to the Swedish procedure, this account is given only for the sample trees. A detailed stand description is presented for an area of at least 0.1 hectare. Great emphasis is put on the registration of various factors affecting the felling operations and on the investigation of the soil conditions. Soil texture and type of soil horizons etc. are recorded in addi-

Sample Plot Form

Line no. ..... part Direction of survey .... Current no. of type .... Sample plot no. ...

Watershed ..... District ..... Province ..... Parish .....

Total area of sample plot: radius ..... m ..... hectare DBH < 10 cm, 0.01 hect. .....

Type of ground cover or type of bog .....

Ocularly estimated:

Growing stock ..... cu.m/hect. Increment ..... cu.m/hect. Felling, per cent ..... Density .....

DBH class cm	Tree tally																Sample trees									
	Pine		Spruce		Birch						Alder	Aspen			Dry trees		Species	DBH o. b.	2 × bark cm	10 | 5 years of increment mm		Height m	5 years height increm dm/an	Taper class cm	Crown story	Age yrs
					pubescens		verrucosa		indefinite						st.	windthrow										
	t	p	t	p	t	p	t	p	t	p		t	p													
3—5																										
7																										
9																										
11																										
13																										
15																										
17																										
19																										
21																										
23																										
25																										
27																										
29																										
31																										
33																										
35																										
37																										
39																										
41																										
43																										
45 +																										

For big trees: species, sawlogs (.... "x ....") grade, tree height, length of natural pruning, defects (cf. form, back).

DBH	
19	.....
21	.....
23	.....
25	.....
27	.....
29	.....

Minor race sample trees (DBH, total height, length of natural pruning, defects) ....

.....

Remarks: denotation t = tree yielding sawlogs, p = tree yielding stacked wood only

Fig. 3 a. The Finnish sample plot form front

Additional remarks on the sawlog trees .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Notes concerning defects on sawlog trees and race trees: Sinuous (m), even sway (1), Peridermium (te), decay (1 a).

.....

Ocularly estimated race ..... Minus reason: stem, knots, bend, disease (item not applicable crossed out)

Established race .....

Remarks on the status .....

.....

.....

Gradient and aspect of slope .....

Soil texture .....

Occurrence of stones: estimated .. Degree of compression, cm 0 5 10 15 20 25 30+

» » » established .. No. points .....

Remarks concerning type of ground cover and bog type (subtype) .....

.....

.....

Depth of bog at mid-point of plot .....

Peat layers of the bog (composition of plant parts and decomposition) .....

.....

Date ..... Crew leader .....

.....

.....

Fig. 3 b. The Finnish sample plot form back

District 1—2 ☐ South-North no. 3—4 ☐ West-East no. 5—6 ☐ — ☐

Upper circle plot	No.	0.2, 0.6,
Lower » »	»	0.4, 0.8,

Crew leader _____ Date / 1957

7—8	9—10	11	12—13	14—15	16—17	18	19	20	21	22	23	24	25—26	27—28	29—30	31—32	33	34	35	36	37	38	39	40—41	42—43	44—45	46	47	48	49
Plot No.	Kind & class, site	Height zone	Spruce										Total spruce	Pine										Total pine	Broad-leaved spp.					
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45		5	10	15	20	25	30
Total																														

9—10 Kind & class of site

Site 1	01
» 2	02
» 3	03
» 4	04
» 5	05
Range land	06
Bog w. broadleaved spp. and spruce, drainable	07
not drainable	08
Pine bog	09
Pine bog	09
Carex »	10
Mossy »	11
Imp. with trees	12
» no »	13
Water	14

Height zones

0—150 m	1
150—300 »	2
300—450 »	3
450—600 »	4
600—750 »	5
750—900 »	6
900— »	7

No. plots

A	
B	
Total	

B

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Plot no.	Height zones	Range land etc.	Bog						Imp.		Water	Above coniferous timber line	Site class					Cutting class					Group	Exposed forest
			w. dec. spp. and spruce																					
			drainable	not drainable	Pine bog	Carex bog	Mossy bog		Tree covered	Not tree covered			1	2	3	4	5	I	II	III	IV	V		

Remarks

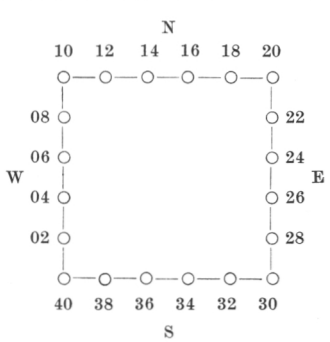


Fig. 4. The Norwegian sample plot form

18, 22, 26, 30, 34, 38 20, 24, 28, 32, 36, 40	A	Sample plot form No. .....

National Forest Survey
Østfold, Akershus, 1957

52	53—54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
		Plots on productive forest land																							Seed-lings (I + II)			
45	Total dec. spp.	Cutting class	Group	Exposure	Species	Basal area	Mean diam.	Mean height	Stocking	Cover type	Swamp forest	Haulage	Slope	Topography	Skidding	Skidding dist.	Hill side	High level	Depth of soil	Soil	Soil composition	Horizon	Humus layer	Occ. of stones	No. quart on forest land	No. quart with seedlings	Moose browse	Remarks

Cutting class

ting class I	1
II	2
III	3
IV	4
V	5

Group

ting class I	
aring	1
clearing	2
ting class II	
satisf.	3
less satisf.	4
satisf.	5
less satisf.	6
ting cl. III—V	
isf.	1
en + uneven	2
hn. poor	3
3	4
ner reasons	5

posure cond.

posed	1
t exposed	2

58. Species

Spruce	1
Pine	2
Mixed con.	3
Con. + broad-leaved sp.	4
Alder	5
Aspen	6
Oak	7
Birch	8
Oth. broadl.	9

59. Basal area

Cutting cl. I—II	0
0—4 sq.m	1
5—9 »	2
10—14 »	3
15—19 »	4
20—24 »	5
25—29 »	6
30—34 »	7
35—39 »	8
40— »	9

60. Mean diam.

Cutting cl. I—II	0
<9 cm	1
9—11.9 »	2
12—14.9 »	3
15—17.9 »	4
18—20.9 »	5
21—23.9 »	6
24—26.9 »	7
27—29.9 »	8
30— »	9

61. Mean height

Cutting cl. I—II	0
<9 m	1
9—11.9 »	2
12—14.9 »	3
15—17.9 »	4
18—20.9 »	5
21—23.9 »	6
24—26.9 »	7
27—29.9 »	8
30— »	9

62. Stocking

Even stand	1
Uneven »	2
» age distr.	3
2+3	4
Cutting cl. I—II	9

63. Cover type

Grass, herbs	1
Mosses & herbs	2
Blueb. low ferns	3
» only	4
Cowberry shr.	5
Andr. pol.	6
Lichens	7
Swampy site	8
no Sphagnum	a
with »	x

64. Swamp forest

No swamp for.	1
Swamp for. drainable	2
not drainable	3

65. Haulage

0—1 km	1
1—2 »	2
2—5 »	3
5+ »	4

66. Slope

<10 %	0
10—20 »	1
20—33 »	2
33—50 »	3
50+ »	4

67. Topography

Even	1
Rolling	2
Boulders + talus	3
Crevices	4
Difficult	5

68. Skidding

Very difficult or impossible	1
Difficult	2
Easy	9

69. Skidding dist.

<100 m	1
100—300 »	2
300+ »	3
Very easy	9

70. Hill side

300—700 m	1
700+ »	2
None	9

71. High level

300—700 m	1
700+ »	2
None	9

72. Depth of soil

20 cm	1
20—70 »	2
70 »	3

73. Soil

Moraine	1
Deposit	2
Weathering	3
Peat	4

74. Soil comp.

Gravel	1
Coarse sand	2
Fine sand	3
Silt	4
Fine clay	5
Peat	9

75. Horizon

Podzol w. leached layer <3 cm	1
3—6 »	2
6—10 »	3
>10 »	4
Brown soil	5
Podzol-brown soil	6
Swamp soil	7

76. Humus layer

0—3 cm	1
3—6 »	2
6—10 »	3
10 »	4
Swamp soil	5

77. Occ. of stones

<1 %	1
1— 5 »	2
5—25 »	3
25 »	4
Talus	9

78. Quarters on forest land

1 quarter	1
2 quarters	2
3 »	3
4 »	4
Cutting cl. III—V	9

79. Seedlings in

no quarter	0
1 »	1
2 quarters	2
3 »	3
4 »	4
Cutting cl. III—V	

80. Moose browse

Clear-felling	0
None	1
Slight	2
Severe	3
Very severe	4

Selection of sample trees in the upper and the lower circular plots according to scheme:no sample trees ○, trees on 1/4 of the plot ◔ trees 1/2 of the plot, ◐ trees on the entire plot ●.

To part A of the form are entered all plots surveyed on productive forest land and plots with trees on other kinds of land. To part B of the m are entered plots without trees on other kinds of land as well as plots on forest land not surveyed.

Sample plot form

Age class	19	Site class	17-18	Site *Jonson	15-16	Owner group (not fields)	14
Barren	0			imp. %	11	1 Acc. map	
Ia 3— 10 yrs	12/1		1	I	1	2, Acc. ground	
Ib 11— 20 »	1		2	II	2	A. Undeterm.	0
IIa 21— 30 »	12/2		3	III	3	B. Public	
IIb 31— 40 »	2		4	IV	4	1. State	1
III 41— 60 »	3		5	V	5	2. Eccles.	2
IV 61— 80 »	4		6	VI	6	3. Oth. publ.	3
V 81—100 »	5		7	VII	7	C. Private	
VI 101—120 »	6		8	VIII	8	1. Companies	4
VII+ 121—160 »	7	Spp.	Height		Age	2. Oth. priv.	
IX + 161+ »	9					a. Farms	5
Cutting class	20—21					b. Estates	6

Altitude (col. 11):
0—, 50—, 100—, 150—,
(0) (1) (2) (3)

Province, part of (col. 12)

Land (col. 13)
A. Forest land
C. Other land

A	barren	10
	seedl. st.	20
B	1. seedl.	30
	2. young st.	40
C		50
	1	61
D	2	62
	3	63
	1a res.st.	71
E	1b st.res.	72
	2 unsuit. sp.	80
	3 range for.	90
	Stand type	22
1	w. seed tr.	1
	no »	2
	2	3
	3	4

Forest land.

Wind exposure (col. 24): none (0), heavy (11), very heavy (12), toward sea
Slope (col. 25): 020—2:20(1), 2:20—3:20(2), 3:20—7:20(3), 7:20—12:20.
Establishm. (col. 27): (recorded in age class Ia—Ib)

0. not judged

11. Nat. reg.
12. Artif. reg.

Grazing dam.: none (1)		
degree	cattle	game
slight	2	4
severe	3	5

Previous felling: col. 28) double cross for prev. season
0. none, 1. cleaning, 2. thinning, 3. regener. felling
4. felling of seed tr. or left-overs only, 5. misc. fellings
6. clearing, 7. windthrow.

Status otherw. (col. 29)
0. satisfactory
— less satisfactory due to
11 unsatisfactory » »

1. stagn. water
2. unsuitable species
3. forest fire
4. snow breakage
5. knots and sways
6. root rot
7. thickets
8. other defects
9. windthrow

*If sample plot deviates from land classification conc. site or cutting class, double cross acc. land classification form and plot character w. single cross

openings: frequ. (11)

Density (col. 30) extra heavy (12)

A	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1+
(0)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(1)	(2)

b) clearing of felling area (col. 31)

required	not required
1	3
2	4

Spruce bark borer 0
No. dry or drying trees >10 cm

(col. 23)

1. year	older	scat.	groups
(1)	(2)	(—)	(11)

Office control
1.
2.
3.

Measures suggested:
a) trenching (col. 31) { required / not required
c) felling (col. 32) { required a (1) / required b (2) / not required (3)

Accessibility (col. 39) .....

Fig. 5 a. The Swedish

Region (col. 1) .....

200—, 250—, 300—, 350—, 400—, 450—, 500—, 550—, 600—, 650—, 700—, Tract no. (col. 2—7) . .
(4) (5) (6) (7) (8) (9) (11/0) (11/1) 11/2 11/3 11/4

..... Tract side (col. 10) N E S W (1 2 3 4)

Extent of plot (col. 8)

Whole	Divided: no. tenths								
	Pure - Mixed 12								
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Call. heath (1) Old sand field (2) Range forest (3)

Oth. forest land { density —0.4 (4) acc. / » 0.5+(5) land description

Mountain (12/0) Hill (12/3) Conif. mount. forest (12/4)

		untrenched	trenched
Sand field (12/5)	low shrub bog	12/6	12/11/6
Bogs	Carex bog	12/7	12/11/7
Misc. land (12/9)	Fen	12/8	12/11/8

Sample plot no. (col. 9) 1 2 3 4 5 6 7
when plot divided; a, b, c

B. Farm fields { Forested lot (12/1) / Other (12/2)

(1) toward mountain (2), toward fields or lake (3), other reason (4)
(4), 12: 20— (5) (col. 26) N (1), E (2), S (3), W (4)

Stand (col. 33):

Clearfelling (lacking)	pine	spruce	pine + spruce	pine + spruce + dec. spp 1/10—4/10	pine + spruce + dec. spp 5/10—6/10	foreign conifers	beech + valuable dec. spp.	birch + etc.
0	1	2	3	4	5	6	7	8

Shrubs (col. 34):

lacking or <1/4	Salix spp.	Rhamnus	Mountain ash (<2.5 cm)	Junip.	Prunus Rubus Rosa spp.	Hazel	Hawthorn Viburnum	Cornus sang. Evonymus
0	1	2	3	4	5	6	7	8

Field layer (col. 35):

lacking (<1/16)	Low-shrub cover >1/16						Grass cover >1/4	Herbs				
								low		tall		high
	Arctos. >1/4	Empetr. >1/4	Domin. Vacc.v. idea	Domin. Vacc. myrt.	Domin. Calluna	Vacc. ulig. Ledum pal. >1 1/4		w. low-shr.	no low. shr.	w. low-shr.	no low. shr.	
0	1	2	3	4	5	6	7	11/8	8	11/9	9	12

Limits given for shrubs pertain to portion of shrub cover
Field layer grazed (36: 12)
Bottom layer not grazed

Bottom layer (col. 36):

lacking entirely	Cover <1/4				Cover >1/4								
	lichens	dom	—	—	dominant			>1/16	<1/16 <1/2	>1/2	<1/16	dom >	1/16 dom
	fresh-ground mosses	—	dom	—	<1/16	>1/16 <1/2	<1/2	dominant			<1/16		
	swamp mosses	—	—	dom	lacking		<1/2	lacking		>1/2	dominant		
0		11/1	11/4	11/7	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Limits given for lichens, fresh-ground mosses and swamp mosses pertain to portions of cover in the bottom layer.

Watershed (col. 38) ..... Date / 19.... .... A. M. P. M.

Crew no. (col. 37) Crew leader sign.

sample plot form front

tion to measurements of the humus layer and the estimate of the depth of the soils.

A trial marking is applied in addition to tree tally and sample tree measurements at the Swedish circle plot survey. The registration of features of site and stand is comprehensive. Since great emphasis is put on the matters of regeneration in Sweden, the seedling stands on clearfelled areas and the young stands are also carefully inventoried. No classification of the sites into floristic types is made but certain plants are registered in the bottom layer, the field layer and the brush layer. A fixed system of flora is avoided and there are possibilities for different combinations.

A more detailed comparison between data recorded at the circular plot surveys in the three countries is presented in the figures 3—6.

Even if similar observations and measurements are recorded at the national forest surveys in Finland, Norway and Sweden, there are certain data specific for each country.

The forest flora is a very important part of the Finnish description of the site conditions and for the purpose of estimating the stands great attention is paid to growing stock and increment per hectare. The great interest devoted to a purely biologic inventory is also a distinguishing feature of the Finnish survey in comparison with the surveys of the other two countries.

The Norwegian national forest survey is particular in its specifically inclusive registration of the soil features and the conditions of logging. The basal area and the mean diameter are among factors used for stand description.

In Sweden great emphasis is put on the statistics of timber removed in felling operations which are based on stump enumeration. A detailed inventory of seedlings is conducted to elucidate the conditions of regeneration.

Certainly, the aims of the national forest surveys in the three countries are largely the same. The national forest surveys in Finland, Norway and Sweden being sampling investigations, they are equal with respect to the dependability of the survey results. Concerning the estimate of the growing stock per hectare, the standard error of the Norwegian survey of 1957 was calculated at 1.7 per cent for the province of Østfold and 1.5 per cent for the province of Askershus. At the third national forest survey of Finland the corresponding standard errors of the provincial estimates varied between 1.2 per cent and 2.6 per cent. In Sweden the standard error of the individual provinces after 10 years of surveying ranged between the same limits. In Finland the standard error of the mean volume of growing stock per hectare was computed at 0.4 per cent. The result now reported after one year's survey in the current Swedish inventory has a corresponding error of about 1.5 per cent. A result based on 10 years of surveying is expected to be about

›e tally

e trees are recorded with vertical tallies in upper left corner of each square exc. undergrowth, left-over es and seed trees (43:12) which are recorded with horizontal tallies in the lower right corner. The same ›cedure is applied for both the total number and the trees marked for felling (marked 43:11). If no trees occur the plot o is entered. In plots where no tally is to be taken (lots, aisle trees, etc.), tree tally is crossed over.

. nple trees	Diam. class	Pine	Spruce	Birch [1] sub. birch	Oak	Beech hornb.	Aspen	Alder	Ash waste [4] pine	Elm waste [4] spruce	Bassw. waste [4] dec.	Oth. dec.	Total	Dry trees & wind-throws
l. 43	code	0	0	0—3	0	0	0	4—5	6	7	8	9		0
l. 44	code	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	7		8
	0—													
	2,5—													
›tal narked [2])		t s	t s	t s	t s	t s	t s	t s	t s	t s	t s	t s		
	5—													
	7,5—													
	10—													
	12,5—													
	15—													
	17,5—													
	20—													
	25—													
	30—													
	35—													
	40—													
	45—													
	50—													
	55—													
	60+													
	Tot.													
otected ›es [3]) l. 44: 12														

[1]) Either is crossed. [2]) If no trees marked enter 0 in this square. [3]) Diameter is recorded in col. for species. Waste trees >15 cm are separately recorded in regions I—III.

Seedling occurrence

is observed in plots on clear-felled areas and in age class I where a plot with 4 m radius and centre common with that of the sample plot is situated in these classes. The seedlings should be at least 3 years old and they are counted in an area covered by 2.18 m radius (15 sq.m.).

With respect to *areal distribution* the following rules apply: Main seedling is not to have more than one other main seedling within a circle plot with 1.0 m radius and centre in the first seedling. The shortest distance allowed between two main seedlings is 0.6 m.

Concerning *height* the following rules apply: As main seedlings are counted seedlings with height values ranging between $^1/_2$ H and $^4/_3$ H including limits. The lower limit, however, may be reduced to 1/3 H if no other main seedling measuring 4/3 H occurs within a distance of 1.5 m from the first main seedling.

When H = 0.5 m or less the lower limit of main seedling height is not applied

H-seedlings: horizontal tally in lower right corner

B- » vertical tally in upper left corner

Mean height of dominant story

(H) ..... m.

Height class m	Species: pine	spr.	bir.	oak	beech	others	total H-seedl.	total B-seedl.
0—1								
1—2								
2—3								
3—4								
4—5								
5—7								
7—10								
Total H-seedl.							·	—
Total B-seedl.							—	
							Gross total	

Regeneration measures applied

None of the following measures applied (»None» is crossed)

One or several following measures applied (All are crossed)

If doubtful a question mark may be added to the cross

Clearing Contr.burning, Scarific. Sowing Planting Fill-in planting Seedl.cleaning

Measures undertaken within	5 years	5—10 yrs	10 yrs

Fig. 5 b. The Swedish sample plot form back

Stump enumeration form.

Province, part of prov. ..... (col. 11) Crew no. ..... (col. 10)

Curr. pole in survey	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
No. tenths of plot, for land																		
oth. land																		

Different seas. are crossed A—B No. divided plots a—b—c tenths (8)	A—B no. tenths a—b—c + =	A—B No. tenths a—b—c + =
Ord. plot no. (12) (..) All plot poles (13—14)	Ord.no. ( ) pole	Ord.no. ( ) pole .....
Remark (rem.part of div.plot etc)		
Land: (15) 1. field. 2. oth. land 3. for.land. 4. range for.	1 2 3 4 site ...	1 2 3 4 site ...
Owner group: (col. 17) [1])	0 1 2 3 4 5 6	0 1 2 3 4 5 6
Age class of stumps for. land (18) [2])		
Felling (19), 1. Cleaning, 2. Thinning, 3. Reg. felling, [6]) 4. Left-over and seed-trees, 5. misc., 6. clearing, 7. wind-throws and dry trees	1 2 K 3 B 4 5 6 7 8	1 2 K 3 B 4 5 6 7 8
Incr. cores: taken, not taken	taken, not taken	taken, not taken
Felling applied (col. 20) [3]) 0. current season, 1. previous season, 2. earlier: W, winter S, summer, K, definite determ.	0 1 (2) W S K	0 1 (2) W S K
Stand before felling (col. 21)	.....	.....

Twin trees							Spp.[4]) [5]) col. 44		pine		spruce		birch		oth.dec.	dry tr	pine		spruce		birch		oth.dec.	dry tr
Site	Age class	Diameter in mm	pine	spr.	birch	oth			fr	r	fr	r	fr	r			fr	r	fr	r	fr	r		
							D—cl		1	/1	2	/2	3	/3	7	8	1	/1	2	/2	3	/3	7	8
		stump					Col. 45: 12 plot cards: 45: 11 others	5—																		
		DBH																						
		stump						10—																	
		DBH																						
		stump						15—																	
		DBH																						
		stump						20—																	
		DBH																						
		stump						25—																	
		DBH						30—																	
		stump						35—																	
		DBH						40—																	
		stump						45—																	
		DBH						50—																	
		stump						55—																	
		DBH						60+																	

[1]) Owner group: 0 indefinite, 1. state, 2. eccl., 3. other publ., 4. companies, 5. farm, 6. estate.
[2]) Ö for kinds of felling 4 and 6. [3]) when uncertain of season, mark double cross for the probable and single cross for the doubtful (earlier = 3).
[4]) 0 is noted in form if stumps are lacking on the plot, but occur within 20 metres.
[5]) Firm decay, standing tally in upper part of column (punched 11); loose decay, horizontal tally in lower part of column (punched 12).
[6]) Status after felling: K = clear ground, B = stand.

Fig. 6. The Swedish

Region ..... (col. 1)

Tract side N E S W (col. 9) Tract ..... (col. 2—7)

19	20	21	22	Total	
					Whole plot marked 0

Pole of felling is crossed

Others are ringed (at double plot, cross pertains to either pole or prev. plot)

A—B a—b—c	no. tenths + =	A—B a—b—c	no. tenths + =	A—B a—b—c	no. tenths + =
Ord.no. ( ) pole		Ord.no. ( ) pole		Ord.no. ( ) pole	
1 2 3 4 site ...		1 2 3 4 site ...		1 2 3 4 site ...	
0 1 2 3 4 5 6		0 1 2 3 4 5 6		0 1 2 3 4 5 6	
1 2 K 3 B 4 5 6 7 8		1 2 K 3 B 4 5 6 7 8		1 2 K 3 B 4 5 6 7 8	
taken, not taken		taken, not taken		taken, not taken	
0 1 (2) W S K		0 1 (2) W S K		0 1 (2) W S K	
.....		.....		.....	

pine		spruce		birch		oth.dec.	dry tr	pine		spruce		birch		oth.dec.	dry tr	pine		spruce		birch		oth.dec.	dry tr
fr	r	fr	r	fr	r			fr	r	fr	r	fr	r			fr	r	fr	r	fr	r		
1	/1	2	/2	3	/3	7	8	1	/1	2	/2	3	/3	7	8	1	/1	2	/2	3	/3	7	8

Date / 19.....

Office control sign. .....

..... Foreman, sign.

stump enumeration form

0.5 per cent for the mean volume of growing stock per hectare. The volume of timber felled annually in the whole of Sweden is presented with a standard error of about 4.5 per cent.

A direct comparison between the national surveys, however, is difficult to make in some respects primarily due to different definitions. The term forest land may be taken as an example.

The definition of forest land indicates a wider concept in Finland than in Norway and Sweden. In Finland forest land is divided into two main groups: fertile forest land and less fertile forest land. The latter group includes peat sites, stony and rocky sites as well as mountains and sand fields which are only capable of producing a stunted, slowgrowing stand.

In Norway productive conifer forest land includes sites that can yield sawlogs or pulpwood with a capacity at least corresponding to that of site class 5, i.e. a normal yield per annum of 1.55 cu.m. u.b. at a 100-year rotation period. Productive forest land also includes tree-covered bogs where draining is not necessary for the maintenance of their yield of timber.

In Sweden all uncultivated land that is suitable for timber growth is considered forest land whether currently forested or not.

Professor Ilvessalo has shown that an application of the Swedish definition in Finland would mean a reduction of the total area of fertile and less fertile forest land by 5—7 per cent.

Regardless of which definition of forest land is being used, there will always be cases near the limits between forest land and other land categories that are difficult to judge. The same condition applies to the site classification of forest land.

Based on the relationship between stand age and height, the Jonson site classification method is used in Norway and Sweden. Actually, the method can be strictly applied only in forests that are established in a regular way and managed by proportionate thinning. The stands must be even-aged and the sites uniform. When these conditions do not exist, certain corrections are necessary with respect to the site class obtained by the Jonson tables. A subjective site evaluation is often the only method to be used on clear-felled areas and in young stands. Partly on account of these difficulties, forest land in Finland is classified according to a long used system of forest site types based on the composition of the flora. Recent investigations in Finland have shown that the site quality is also determined by the occurrence of stones and by the soil texture. The mean height of the dominant trees, too, is considered an attribute needed to increase the accuracy of the site classification. The following observations are thus used as a basis for site classification in the Finnish national forest survey: 1. Forest site type. 2. Mean height of the dominant trees. 3. Occurrence of stones in the soil. 4. Soil texture.

A site evaluation according to the Jonson method can only be considered a distribution of the forest land by different classes of quality. The real yield capacity within the classes can be reported but roughly on the basis of approximate yield figures, and computations of mean values must be made after a special division of the country into regions. The same site class e.g. in South Sweden and in North Sweden does not mean that yield is equal. Naturally, a comparison of the yield capacity of various countries is still more difficult since the methods of site classification also have different design. While forest site types are used in Finland, the Jonson site classification tables are applied in Norway where they are adapted to be used on the basis of age of the trees at breast height and the mean height of the dominant trees. The original eight classes have also been reduced to five. In the Swedish national forest survey the Jonson tables are used in their original form with eight classes on the basis of the total age of the trees and the mean height of the stands.

The improvement of our methods of site classification must be considered an important object. This problem is therefore subject to special investigations in the various countries. The comprehensive registration of the site conditions carried out by the national forest surveys in Norway and Finland may contribute to a solution. In Sweden, too, investigations of the soil type and the site properties are therefore initiated, though yet on a small scale, in conjunction with the survey.

Other data presented by the national forest surveys, e.g. the occurrence of various cutting classes, silvicultural measures proposed, etc., are naturally not quite comparable. By and large, however, the national forest surveys are meant to provide the same information. The surveys have thus been designed to some extent on the basis of an exchange of experiences.

A very clear picture of the results of the Finnish national forest survey has been presented by professor Ilvessalo by means of map exhibits. The presentation pertains to the distribution of various land categories, the occurrence of various forest site types and stands, age composition, volume of growing stock and increment per hectare. In Sweden, too, some map exhibits have been made on the basis of the second national forest survey. The maps are included in »Atlas of Sweden».

This way of presenting the results of national forest surveys certainly will improve our knowledge of the silvan conditions in the various countries and strengthen the public interest in forestry matters.

Literature

H a g b e r g, E., 1955. Den nya riksskogstaxeringen. — Industriens upplysningstjänst 3, p. 109—121. (The new Swedish national forest survey. — Unasylva 1957, 11, p. 2—8, 28.)

I l v e s s a l o, Y., 1957. Suomen metsät metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain (The forests of Finland by forestry board districts). — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 47: 3, p. 1—128.

—»—, 1960. Suomen metsät kartakkeiden valossa (The forests of Finland in the light of maps). — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 52: 2, p. 1—70.

Landsskogstakseringen, 1959. Taksering av Norges skoger, Østfold og Akershus fylker, revisionstaksering 1957.

Nordisk Skogsunion, 1954. Skogsmark och bonitering i de nordiska länderna. — Särtryck ur Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 1954, 3, p. 189—226.

1937 års riksskogstaxeringsnämnd, 1947. Vid andra riksskogstaxeringen av Norrland använd metodik och härom vunna erfarenheter. — S. O. U. 1947: 36.

— —

Other sources have been the field instructions to the third national forest surveys in Finland (1951—1953) and Sweden (1953—1962).

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.7
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.7
Helsinki 1962

IRRIGATION AND TWIG-COVERING EXPERIMENTS IN SCOTS PINE FORESTS

ALF BRANTSEG
Norwegian Forest Research Institute, Vollebekk

Introduction

An essential part of the pure Scots Pine forests of Norway grow on flat river terraces and ground moraines where the original soil is heavily leached and the water management poor. These types of fields where Scots Pine is today the predominant tree, and where the highest quality Scots Pine forests of Norway grow, are also the districts within eastern Norway with the lowest precipitation.

Apart from the natural area of distribution, in West Norway, South Norway (Vest Agder County), and in the northern counties north of Saltfjellet, Scots Pine usually also grows on better sites, and on these sites shows a considerably higher yield. This relates that Scots Pine, productionwise, can utilize greater supplies of nutrient and water though this usually will lead to a lower wood quality. Also within these areas where the Scots Pine is the only conifer, the Scots Pine achieves the best wood quality on leached soil where the water management is usually poor. On these sites the growth is slow, which seems to be a necessary condition, especially in younger forests, for satisfactory pruning and quality of wood.

Apparently, then, attempts to increase the growth and yield in Scots Pine forests must be done only when pruning, management and selection have given a stand of satisfactory quality, where a reasonable increase in the annual growth will not descrease the quality of importance to the productivity.

Within Hedmark County Scots Pine occupies about 28 % of the total forest area, and about half of these forests, which are qualitywise the best in the country, grow at the bottom of the valley on both sides of the river Glomma and in the adjoining side valleys. The total area of Scots Pine forests is 250 000 hectares according to the National Forest Survey (1961). The same source relates that the average growth is less than 1.0 cub.m. per hectare.

6196—62



Fig. 1. Irrigated plot at establishment of the experiment in 1928. Supply ditch seen in use in background. Photo autumn 1928.

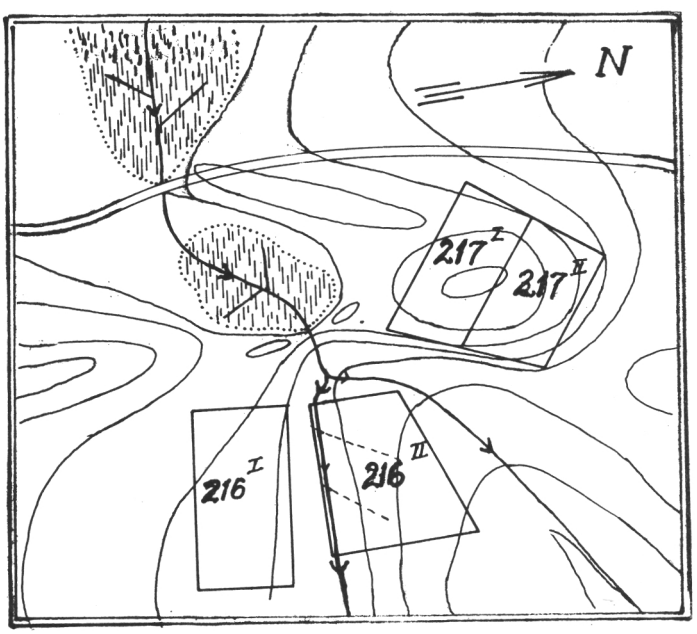


Fig. 2. Sketch indicating irrigation experiment (216) and twig-covering experiment's (217) position and height variation. Equadistance 2 meters.

Within this pine forest area the Norwegian Forest Research Institute established two experiments in the autumn of 1928. Both experiments are located at Grindalsmoen in Elverum district, Hedmark County, and the purpose of these experiments was to investigate the growth in Scots Pine forest after the following treatments:

1. Irrigation with water from the above area.

2. Twig-covering after cutting.



Fig. 3. Irrigation experiment during spring. Irrigated plot at left. Control plot in background at right. Photo in the spring 1958.

Grindalsmoen is located about 200 meters above sea level. The mean temperature for May—September is 12.2°C and the annual precipitation is 720 mm., 56 % of which falls in the summer months.

The experiments were planned and carried out by professor Erling Eide.

Establishment and description of the experiments

The irrigation experiment

The sample plots were established in 90 year-old Scots Pine forest on an almost flat pine heath. The soil is glacifluvial sediments with finely grained, heavily leached, sandy soil. The vegetation at the area was almost pure *Cladonia*-type *(C. silvatica* and *C. alpestris)* with spread growth of *Callûna vulgáris. Vaccinium myrtillus* and *V. vitis-idaéa* were sparsely found. Fig. 1.

From above swamps and swampy Norway Spruce forests water was carried in ditches through a smaller sand plain and further through ditches circling one of the experimental sections (II). Fig. 2. In the first years after the experiments were established a few smaller ditches were put into the section so that a certain irrigation took place, particularly during the spring and after heavy rainfall. These small ditches were not kept up and grew shut after a 10 year period, but the area has since then also been regularly flooded with water, especially in spring, and considerable amounts of fine sand and mud have been added by this flooding. Fig. 3.

The control plot, section I, lies 2—5 meters higher and apart from the fact that there apparently has been a weak uprising of the ground water in the neighbourhood of the irrigation area, the section is unchanged and the



Fig. 4. Control plot for irrigation experiment. Photo autumn 1937.

site is the same as when the plot was establishment. Both sections which are 0.2 hectare were very even and much alike both as concerns the soil and the stand density at the outset of the experiment. Fig. 4.

The twig-covering experiment

The twig-covering experiment lies about 50 meters west of the irrigation experiment (see figure 2). The average age of the forest was 88 years in 1928 when the experiment was established. Both sections lie on a gentle slope to the east with finely grained soil of the same deposits and origin as in the irrigation experiment. The vegetation within these areas was also almost pure *Cladonia*-type with the same plants as the irrigation experiment.

When established, as well as at later thinnings (every 3rd year up to 1944, and thereafter every 4th year), the slash, such as twigs and tops, were taken from section I and spread over section II together with the slash from this section. Fig. 5.

The plot covered by twigs is 0.12 hectare and the control plot is 0.13 hectare. Both sections were evenly and well stocked when established, but judging from the mean height, the site is somewhat better on section II which later is twig-covered. (See figure 20).



Fig. 5. Twig-covered plot after thinning and twig-covering at 1937 remeasurement. Photo autumn 1937.

Registration of the increment and development of the plots

Both experimental series were established as permanent sample plots and have been thinned and remeasured 10 times, the last time in the autumn of 1960.

The diameter is measured with a caliper on a marked measuring point at breast height, and height measurement for standing trees is done with a heightpole or with a theodolite. Standing sample trees are used and in this way both diameter and height growth are very carefully registered.

The height of cut trees is measured on the ground after cutting and all cut trees are measured by sections. At the four latest remeasurements increment cores were taken for study of the form development of the trees.

Alteration in soil and vegetation conditions

On the irrigated section the humus and the upper layer of mineral soil have changed considerably during the experimental period. The vegetation which at the outset was a pure *Cladonia*-type has now changed to *Myrtillus*-type with a strong *Deschámpsia flexuósa* in spots, as well as few herbs. Among others *Chamaenérion angustifólium* has immigrated. Mosses cover



Fig. 6. Irrigated plot autumn 1958. Picture taken on same spot as Fig. 1 at establisment.



Fig. 7. Irrigated plot at first remeasurement, autumn 1931.

most of the bottom layer, of which the most important is *Hylocomium Schreberi* and *Polytrichum juniperum.*

The humus was described in 1928 as 0.5—1.0 cm. thick raw humus, consisting of needles and lichen. Today the irrigation plot has a 3—5 cm. layer of humus mixed with mineral soil after the flooding with mud, and humus particles are also to be found in great quantities in the earlier bleached layer (A_2 horizon).

Beneath the old Scots Pine forest a rich and dense natural regeneration is established in the irrigation section, Norway Spruce being a considerable part of this. The quality of the soil on the irrigated section is now usable spruce soil. See figures 6, 8 and 10.

On the irrigation control plot the soil and vegetation description from 1928 is still suitable. *Cladonia* is still the predominant type, but because

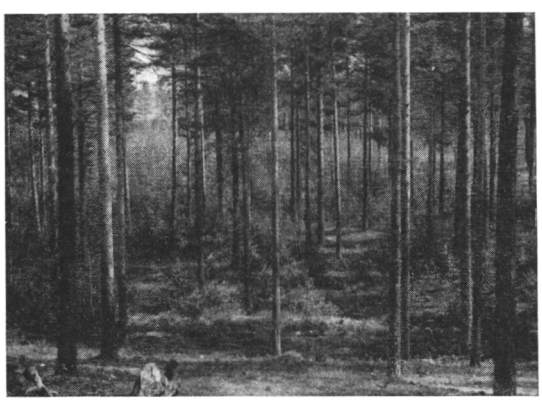


Fig. 8. Irrigated plot autumn 1958. To compare with Fig. 7.



Fig. 9. Irrigated plot with supply ditch and ring ditches, autumn 1931.



Fig. 10. Irrigated plot in the spring 1958. Picture taken on same spot as Fig. 9.



Fig. 11. Control plot for irrigated section, spring 1958. Picture taken on same spot as Fig. 4.

of more light we now have *Vaccinium vitis-idaéa* and *Dicranum undulatum* in the bottom layer.

The humus cover is 0.5—1.0 cm. thick with strong leaching and a definite bleached layer (A_2 horizon). Fig. 11.

Within the twig-cover experiment there have been no alterations in the vegetation or humus throughout the experimental period, apart from the *V. vitis-idaéa* which has immigrated consequent to more light.

The humus on the twig-covered section was registered as being thicker than at the control plot during the first part of the experimental period. As the thinning on the area has decreased, added branches and twigs have been decomposed so that the two plots at the latest thinning were very much alike both as concerns humus and vegetation. Fig. 12.



Fig. 12. Twig-covered plot spring 1958. Irrigated area n background.

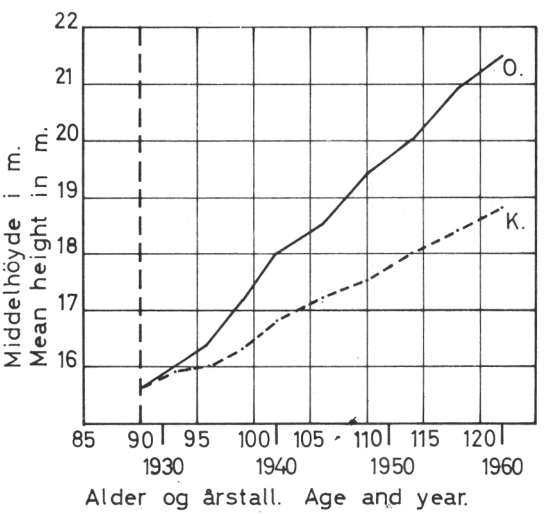


Fig. 13. Mean height development of irrigated plot and control plot. O = Irrigated. K = Control.

The increment study

The results of volume and increment calculations for both experimental series are shown on tables I—IV.

The growth increase of the irrigated area compared to the control area was measurable at the first remeasurement three years after the establishment of the experiment. The irrigated area which at that time showed exactly the same site and had a yield as the control area, had the largest annual increment during the period 1934—1937 with an average of 6.7 cub.m. O.B. per hectare. The control area showed an annual increment of 2.7 cub.m. O.B. per hectare during the same period.

Fig. 13 shows the mean height development for the standing trees of the section. The irrigated section had in 1960 2.5 meters greater mean height than the control area. Both sections had the same mean height at their establishment in the autumn of 1928.

Fig. 14 shows the areas average height growth for cut trees from the last three thinnings.

Fig. 15 shows the mean diameter development for the standing trees indicated graphically for both sections. During 41 years of growth the mean diameter increase is 6.3 cm. greater in the irrigated area than the control area.

At the last remeasurement in 1960 the diameter growth of the standing trees of both sections was investigated by increment core. The result is indicated graphically in Fig. 16 and gives a clear picture of the growth increase of the irrigated section.

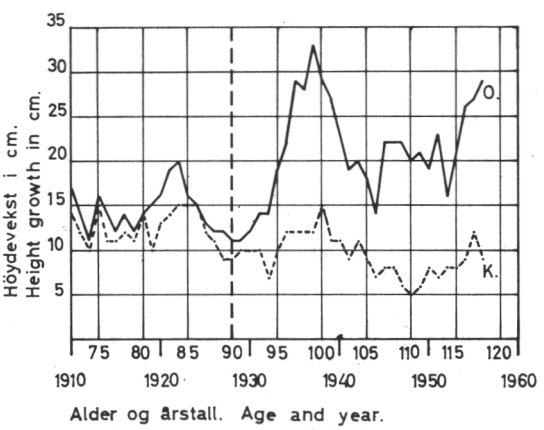


Fig. 14. Average height increment for cut trees from the last 3 thinnings.

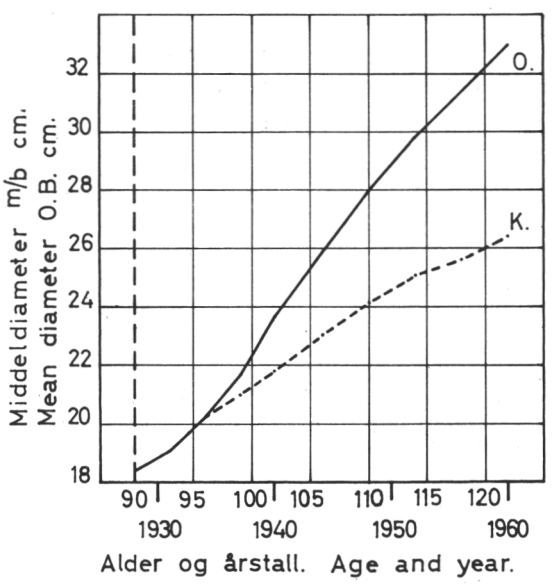


Fig. 15. Mean diameter at d.b.h. for standing trees for irrigated plot and for control plot.

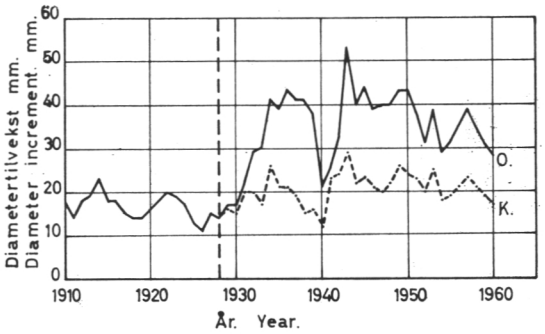


Fig. 16. Diameter growth on standing trees for irrigated plot and control plot.

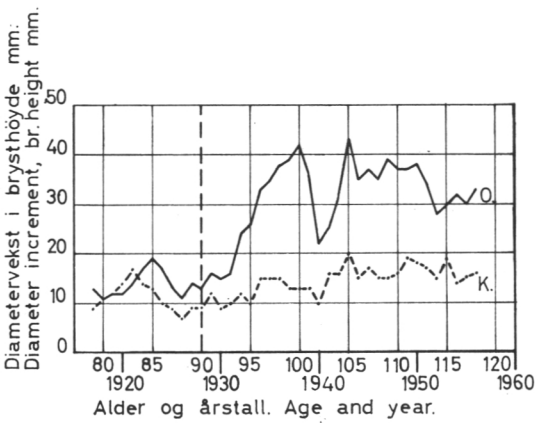


Fig. 17. Average diameter growth at d.b.h. for irrigated plot and control plot. Cut trees.

To obtain a measurement for the areas improvement in form, the diameter growth at breast-height and of q (halfway between breast-height and the top) is calculated and indicated graphically in Fig. 17 and 18. The calculation which has been completed for cut trees from the last 3 thinnings indicates that the trees form increment has been considerable on the irrigated section where diameter growth at q has been greater than at breast-height in most years during the experimental period. The control area also has measurable form increment during the first half of the experimental period.

Fig. 19 shows the annual increment for both sections indicated graphically.

Twig-covering had no significant influence on height growth. As Fig. 20 shows, the mean height on the twig-covered area was somewhat greater at

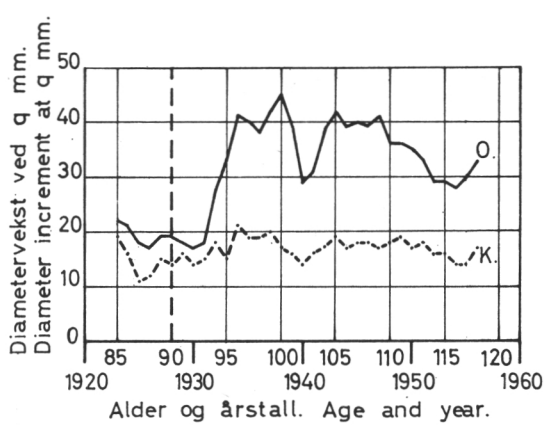


Fig. 18. Average diameter increment at q for irrigated plot and control plot. Cut trees.

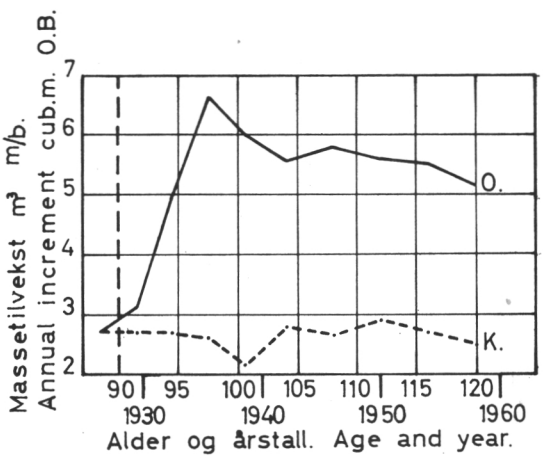


Fig. 19. Annual increment for irrigated plot and control plot.

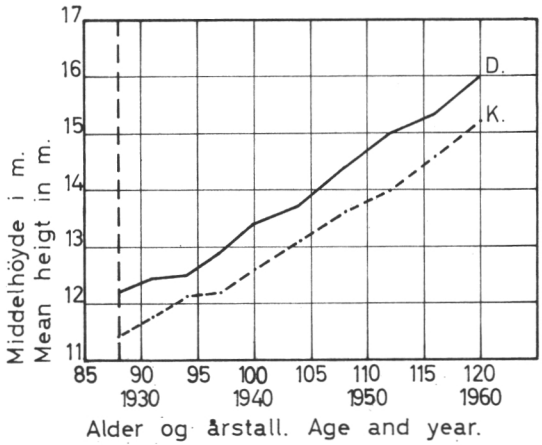


Fig. 20. Mean height development on twig-covered plot = D and control plot = K.

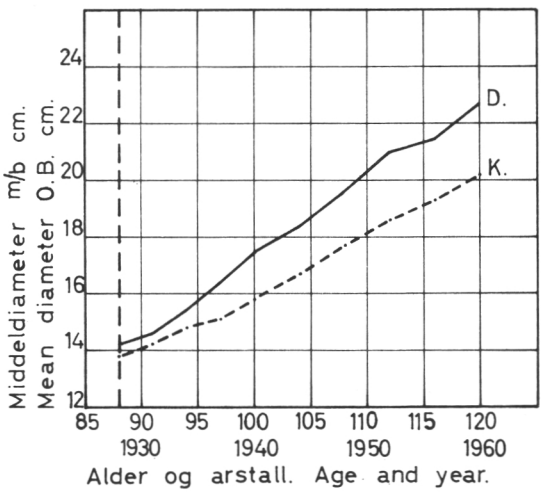


Fig. 21. Mean diameter at d.b.h. for standing trees on twig-covering experiment, and control area.

establishment, and height development for the two sections remained parallel throughout the entire experimental period.

On diameter growth, however, twig-covering has had definite influence, and the diameter increase is 2.1 cm. greater during the experimental period than on the control plot. Fig. 21.

Figs. 22 and 23 show the diameter growth for cut trees at breast-height and at q for the last 3 thinnings. Form height increment is less than on the irrigated area and there is no definite difference between the 2 sections.

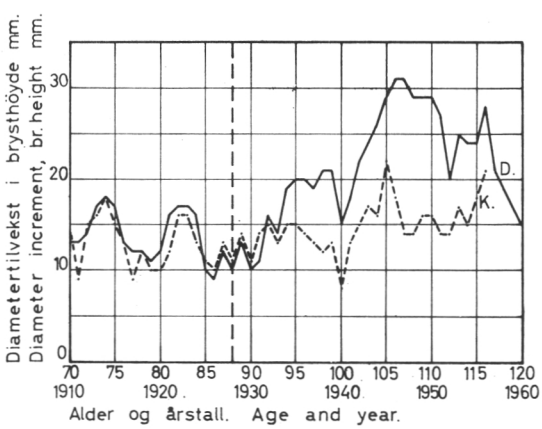


Fig. 22. Average diameter increment at d.b.h. for twig-covered area and control area. Cut trees.

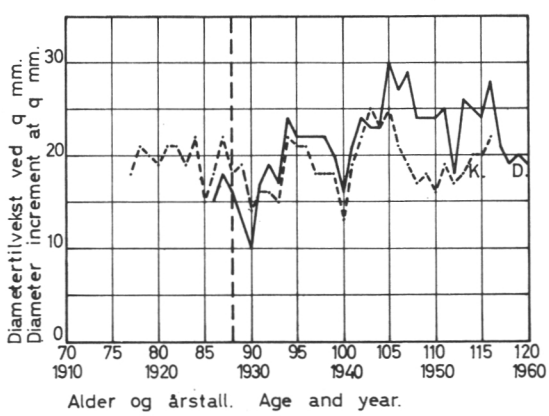


Fig. 23. Average diameter increment at q for twig-covered section and control plot. Cut trees.

Fig. 24 shows annual growth for both sections throughout the experimental period. The curves are not corrected for the site difference between the areas.



Fig. 24. Annual increment for twig-covered section and control plot.

Valuation of the increment study

Forty one years after establishment of the irrigation experiments, growth calculations, show that the area which is supplied with water through ring ditches and partly by irrigation, has produced 172.9 cub.m. compared to the control area's 85.4 cub.m. O.B. per hectare. (Tables I and II.)

The irrigation experiment.

Sample plot no. 216 I. Control plot.
Table I. Per hectare.

Year	Age	Number of trees	Mean		Volum cub.m. O.B.	Thinnings cub.m. O.B.	Total prod. cub.m. O.B.	Mean increment cub.m. O.B.	Annual increm.		
			Height meter	Diameter cm.O.B.					D. mm.	H. cm.	Volume cub.m. O.B.
1928	90	540	15.5	18.5	107.7	0.—	107.7	1.2			
1931	93	540	15.9	19.0	115.8	0.—	115.8	1.3	1.7	13	2.7
1934	96	465	16.3	20.2	114.1	9.3	123.4	1.3	1.9	7	2.7
1937	99	425	16.5	21.0	113.3	8.0	130.6	1.3	1.8	9	2.7
1940	102	380	17.2	21.8	113.4	8.1	138.8	1.4	1.3	12	2.2
1944	106	360	17.5	23.0	121.4	3.5	150.2	1.4	2.4	7	2.8
1948	110	340	18.0	24.1	127.7	4.7	161.2	1.5	2.0	10	2.7
1952	114	320	18.2	25.0	130.3	8.6	172.4	1.5	2.5	9	2.9
1956	118	300	18.4	25.6	128.8	12.6	183.5	1.6	2.1	9	2.7
1960	122	290	18.8	26.5	135.4	3.0	193.1	1.6	2.1	9	2.5

Sample plot no. 216 II. Irrigated plot.
Table II. Per hectare.

1928	90	525	15.5	18.4	103.4	0.—	103.4	1.2			
1931	93	525	15.8	19.1	113.2	0.—	113.2	1.2	2.2	10	3.1
1934	96	500	16.2	20.2	123.0	5.0	128.0	1.3	3.6	15	5.1
1937	99	475	17.1	21.7	139.9	3.3	148.3	1.5	3.9	26	6.7
1940	102	370	18.0	23.6	134.8	22.8	166.0	1.6	3.3	24	6.0
1944	106	310	18.9	25.8	138.8	19.9	189.9	1.8	4.0	15	5.6
1948	110	285	19.9	28.0	155.4	7.0	213.4	2.0	4.1	22	5.8
1952	114	280	20.2	29.7	173.5	2.8	234.3	2.1	4.3	14	5.6
1956	118	245	20.9	31.4	173.7	21.0	255.6	2.2	3.5	19	5.5
1960	122	245	21.5	32.9	194.5	0.—	276.3	2.3	3.7	15	5.2

These two sections were very similar, and sites exactly the same at the outset and can therefore be compared directly. The growth increase after irrigation with water is on the average 2.1 cub.m. O.B. per hectare and year, or 102 %. Added to the increase in increment is the quality increment such as form increment and increase in the mean dimensions.

The reason for the large growth increase is difficult to ascertain with certainty. That the water supply has been important for the growth and development of the trees is indoubtable, but the addition of nutrients and improved humus decomposition have definitely also been important factors.

Soil analyses show, however, that the only nutrient which shows a significant rise after irrigation is calcium. Investigation in Scots Pine forest in Finland has proved a certain correlation between the soil's content of calcium and site quality. [1]) Other fertilization experiments indicate calcium usually is important for humus decomposition. In this case, apparently, the addition of humus substances and good decomposition conditions has increased the inflow of nitrogen, which seems to be very important for the growth of pine forest.

On the twig-covered area there was no measurable growth increase compared to the control area for 5—6 years after the first twig-covering. The greatest increase in annual increment provided by the twig-covering was in the period 1944—1948, or 18 years after outset, with an average of 1.1 cub.m. O.B. per hectare and year.

Considering adjustment for site difference between the two sections during the experiments, the twig-covering has given approximately 12 cub.m. O.B. greater production per hectare during the experimental period. The increase corresponds to approximately 0.3 cub.m. per hectare and year or approximately 20 %.

The growth increment on the twig-covered area is undoubtedly due to the fertilizing affect by the addition of logging slash. To the twig-covered section logging slash from both areas has been added, therefore it has received about double quantity of logging slash compared to normal conditions in practice. Therefore, it can be suggested that removal of branches, twigs and other logging slash from Scots Pine areas of the described type will, in probability, reduce the annual yield by approximately 10 %.

For both experiments, the irrigated and twig-covered areas with control areas, there is a marked falling-off in diameter growth from 1938 to 1940. This is undoubtedly due to the attack and subsequent damage of the trees litter by Scots Pine sawflies (Diprion pini) which swarmed the area during the period 1938—1939.

---

[1]) Viro, P. J. 1951. Nutrient Status and Fertility of Forest Soil. I. Pine Stands. Comm. Inst. Forest. Fenn. 39.4.

The twig-covering experiment.

Sample plot no. 217 I. Control plot.
Table III. Per hectare.

Year	Age	Number of trees	Mean		Volum cub.m. O.B.	Thinnings cub.m. O.B.	Total prod. cub.m. O.B.	Mean increment cub.m. O.B.	Annual increm.		
			Height meter	Diameter cm O.B.					D. mm.	H. cm.	Volume cub.m. O.B.
1928	88	733	11.5	13.8	64.0	17.7	81.7	0.9			
1931	91	733	11.8	14.2	68.8	0.—	86.4	1.0	1.3	9	1.6
1934	94	687	12.1	14.8	72.1	2.1	91.9	1.0	1.6	8	1.9
1937	97	617	12.5	15.1	67.7	12.0	99.5	1.0	1.6	9	2.0
1940	100	571	12.6	15.7	69.3	2.7	103.8	1.0	1.1	9	1.5
1944	104	509	13.1	16.7	72.2	5.6	112.3	1.1	2.0	8	2.0
1948	108	486	13.6	17.7	78.7	2.7	121.6	1.1	2.2	9	2.2
1952	112	486	14.0	18.6	89.6	0.—	132.4	1.2	2.4	12	2.7
1956	116	447	14.6	19.3	91.9	10.3	145.0	1.3	2.3	15	3.0
1960	120	432	15.2	20.2	100.3	2.3	155.7	1.3	2.1	13	2.7

Sample plot no. 217 II. Covered with pine needles and twigs.
Table IV. Per hectare.

1928	88	689	12.2	14.2	67.2	26.6	93.8	1.1			
1931	91	689	12.4	14.6	72.0	0.—	98.6	1.1	1.3	8	1.6
1934	94	636	12.5	15.4	75.9	1.7	104.3	1.1	2.2	6	2.3
1937	97	556	12.9	16.4	75.0	6.3	109.6	1.1	1.6	8	2.0
1940	100	482	13.4	17.5	76.1	5.2	116.0	1.2	1.7	9	2.0
1944	104	440	13.7	18.3	77.2	10.2	127.3	1.2	2.7	10	2.7
1948	108	407	14.4	19.6	84.4	6.7	141.2	1.3	3.2	15	3.3
1952	112	399	15.0	21.0	97.7	0.9	155.4	1.4	3.3	16	3.6
1956	116	382	15.3	21.4	99.6	11.7	168.9	1.5	2.7	18	3.5
1960	120	365	16.0	22.7	110.3	1.6	181.3	1.5	2.3	14	3.0

The falling-off of height growth is most noticeable a few years after the attack, but the damage seems to have had a longer duration. (See Fig. 14).

Conclusions

The irrigation and twig-covering experiments in an approximately 90 year-old Scots Pine forest on leached sand soil in South-east Norway has given the following results after 41 growth years:

1. Addition of water with humus and nutrient substances from above-lying swamps and forest land, combined with periodic irrigation has given rapid and definite results in both height and diameter growth. The increase was already measurable after 3 years from establishment and there is nothing to indicate that the growth increase is temporary. (See Fig. 13—16).

2. The newly existing moisture and nutrition proportion has transformed pure *Cladonia*-type to *Myrtillus*-type with a rich natural regeneration of Norway Spruce and Scots Pine beneath the older forest.
3. Annual increment has on the average increased by 2.1 cub.m. O.B. per hectare and year or 102 %. The highest yield was shown in the irrigation area during the period 1934—1937 with in all 4.0 cub.m. per hectare and year more than the control area (See Fig. 19). Besides greater annual volume production, the irrigated section shows a measurable improvement in form height increment over the control area as well as increased diameter increment, which has resulted in a very favourable dimension distribution. (Fig. 17 and 18 and Tables I and II).
4. Addition of a double quantity of logging slash such as twigs and tops compared with an area where logging slash has been removed has given definite increase to the diameter growth, while the effect on height growth is small and uncertain. The increase in diameter growth was measurable after 5—6 years from the first twig-covering, while the effect on height growth can first be determined after approximately 20 years. Fig. 20—23.
5. Twig-covering has not given registrable change in the vegetation proportions, but there is a slight increase in humus-produced thickness.
6. Annual increment on the twig-covered area has on the average increased by approximately 0.3 cub.m. O.B. per hectare and year or approximately 20 %. The calculation of growth increase is somewhat uncertain due to some site difference of the two sections. The results suggest that removal of logging slash from Scots Pine forests can give an increment reduction of approximately 10 %. Fig. 24.
7. The reason for the growth increase in the 2 experimental series can not be ascertained with certainty. For the irrigated area the improved water management has undoubtedly been a major factor in the increase of growth. At the same time the addition of humus substances on the irrigation area and the logging slash on the twig-covered area, created improved decomposition conditions and improved access to nitrogen, which has certainly had great influence on the growth of the forest. On the irrigated area there is definite increase in the soil's content of calcium as proven by analyses.
8. Attack of Scots Pine sawflies in 1938—1939 shows marked results in the falling-off of diameter increment in all areas. The falling-off of height growth can also be noted in the irrigated areas.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.s
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.s
Helsinki 1962

REVIVAL OF THE TREE GROWTH AFTER DRAINAGE AND ITS DEPENDENCE ON THE TREE SIZE AND AGE

LEO HEIKURAINEN AND KULLERVO KUUSELA

Introduction

Drainage of swamps for growing trees is of first-rate importance in the forestry of Finland (e.g. Heikurainen, Kuusela, Linnamies and Nyyssönen 1960). Because the bulk of approx. 4 mill. hectares of swamps suitable for drainage grow trees already, the capability of trees to increase their increment after drainage has been of great interest among the investigators (e.g. Multamäki 1924; Lukkala 1929; 1937). But the knowledge about the revival of the increment turns out to be too superfisial and sometimes contradictory. The material which has been collected by Heikurainen in 1955—57 for an investigation published earlier (Heikurainen 1959) offered a possibility to get new detailed knowledge about the subject matter. The work could be carried out with the support of a grant given by the Foundation for Research of Natural Resources in Finland. The investigation is a result of close collaboration of the authors; the main contribution of Kuusela has been in planning the statistical computations and in mensurational analyses; the planning of the work, computations, swamp-biological analyses and the manuscript has been prepared mainly by Heikurainen.

Material and symbols

The material comprises the sample tree measurements for increment calculation by sample plot stands (Heikurainen 1959, p. 72—73). The stands are located on swamps drained for growing trees about 20 years ago. The peat layer of these swamps is mostly more than 50 cm in thickness. The following measurements were carried out from each sample tree: age,

as a number of annual rings at breast height at the time of drainage; the radial increment at breast height during the last 10 year period preceding the time of measurement and the time of drainage; the corresponding height increments; diameter and height at the time of measurement and drainage; and the bark thickness. The swamp type, the altitude of the site from sea-level, thickness of the peat layer and distance from the nearest ditch were observed.

The material comprises 9 311 Scotch pines and 5 083 Norway spruces, together 14 394 sample trees.

The symbols and units of measure of the main variables are as followes:

bo	= site quality class (classification published by H e i k u r a i n e n 1959)
A	= age of tree (number of annual rings at breast height at the time of measurement)
h_o (m)	= height of a tree at the time of drainage
d_o (cm)	= diameter of a tree at breast height at the time of drainage
z_r (mm/10 years)	= radial increment at the time of measurement
z_{ro} »	= radial increment at the time of drainage
z_h (dm/10 years)	= height increment at the time of measurement
z_{ho} »	= height increment at the time of drainage
$\pm z_r$ (mm/10 years)	= revival of the radial increment after drainage
$\pm z_h$ (dm/10 years)	= revival of the height increment after drainage
N_{zr}	= number of radial increment observations at the time of drainage
N_{zh}	= number of height increment observations at the time of drainage
N	= number of increment observations at the time of measurement

Many other characteristics were observed but those mentioned above turned out to be the most important in regard to the results.

Methods used in the investigation

The problem could have been treated most suitably by regression analysis. However, the material was not collected for it and the method used in the investigation is more or less descriptive. Only the multiple effect of tree size and age on the revival of the increment is treated by regression analysis using part of the material.

The required data were collected from the field forms and punched on IBM-cards. The arithmetic means of radial increment and height increment at the time of measurement and at the time of drainage and corresponding squares of observation values were calculated by site quality, height, diameter and age classes. The difference of the increment values at the time of measurement and drainage is called the revival. Revival has been calculated in two ways; first as the difference between the average increments before and after drainage, and second as the average of the differences between the increments before and after drainage of individual trees. The revival of the increment is considered to be the dependent variable (to be explained) and the other characteristics as independent variables (explaining variables). The independent variables are described only if they are of importance for the interpretation and reliability of the results. Material is treated by the tree species and separately in southern and northern part of the country.

In addition to the size and age of the trees the site quality is the most important explaining variable. The effect of the site on the revival is described at first because it comprises the background in interpretating the effect of size and age. The arithmetic means of some characteristics by site classes are presented below:

	bo	1	2	3	4
Pine, south,	h_o	9.8	6.5	5.1	4.2
	A	51	44	47	47
	N_h	70	551	1 059	1 949
	N_d	76	535	1 028	1 846
Pine, north,	h_o	5.9	3.8	4.1	3.6
	A	54	46	52	49
	N_h	104	1 062	1 538	1 357
	N_d	100	879	1 355	1 174
Spruce, south,	h_o	6.3	6.1	4.9	4.1
	A	45	55	55	54
	N_h	343	1 624	336	32
	N_d	323	1 570	322	31
Spruce, north,	h_o	4.6	5.7	4.2	3.5
	A	58	70	63	67
	N_h	960	1 157	257	16
	N_d	805	1 054	227	16

Generally the size of the trees is greater on the better sites. This is especially true with the pine to such a great extent that it may have some effect on the conclusions to be made later. The trees of different ages are distributed quite evenly by site classes. In the site class 1 (the best site quality) there are comparatively few pines and conversely there are few spruces in the site class 4 which decreases the reliability of the results on this part of the material.

The increment and revival values by site classes are as followes:

		bo	1	2	3	4
Pine, south,	z_h	23.5	26.0	22.3	18.7
	$\pm z_h$	3.2	7.5	6.9	7.5
	z_r	15.4	15.0	12.8	11.5
	$\pm z_r$	4.1	3.8	2.9	3.1
Pine, north,	z_h	23.2	20.9	17.4	16.4
	$\pm z_h$	7.1	8.5	5.8	4.5
	z_r	16.3	15.9	12.9	10.7
	$\pm z_r$	6.3	5.3	4.4	2.1
Spruce, south,	z_h	31.0	23.1	16.6	13.4
	$\pm z_h$	11.3	6.3	3.5	3.9
	z_r	17.2	12.9	10.2	7.7
	$\pm z_r$	5.9	3.5	3.0	2.6
Spruce, north,	z_h	19.0	15.7	12.1	10.1
	$\pm z_h$	6.4	3.9	3.6	2.2
	z_r	15.0	11.0	9.1	6.9
	$\pm z_r$	6.7	3.2	2.9	1.3

In most cases the revival is greater the better the site class is. However, in regard to pine there are some deviations from this rule. It may be an experimental error due to the small number of observations but at least it is partly caused by the comparatively great height of the trees in the site class 1. As it turnes out later, the revival is smaller the greater the height (p. 6).

The effect of the site quality is quite as could be expected: the revival of the increment after drainage is greatest in the best site classes. Although a more detailed analyses is not possible, attention may be fixed upon the fact that the revival values of pine almost equal the revival values of spruce in site class 1 but are markedly greater in the site class 3 and 4. This means that pine grows better on poor sites than spruce.

Results

The effect of the size

Because of the close positive correlation between the height and diameter, the effect of the height on the revival of the increment will be described in detail and the effect of diameter in main points. At first some explaining variables are presented by height classes:

h-class, m		0—1.9	2.0—3.9	4.0—5.9	6.0—7.9	8.0—9.9	10.0—11.9	12.0—13.9	14.0—15.9
Pine, south,	h_0	1.1	2.7	4.6	6.7	8.6	10.5	12.5	14.4
	bo	3.4	3.5	3.5	3.3	3.0	2.7	2.2	1.9
	$N\Sigma$	1 125	1 045	941	577	364	171	59	35

Pine, north,	h_0	1.0	2.7	4.5	6.5	8.5	10.6	12.5	14.2
	bo	2.9	3.1	3.1	2.9	2.8	2.8	2.8	2.6
	$N\Sigma$	1 749	1 406	977	528	201	92	28	11
Spruce, south,	h_0	1.1	2.7	4.6	6.6	8.6	10.6	12.4	14.5
	bo	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7
	$N\Sigma$	356	508	504	434	362	210	84	36
Spruce, north,	h_0	1.0	2.7	4.6	6.6	8.5	10.6	12.6	14.6
	bo	1.7	1.8	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8
	$N\Sigma$	627	593	449	401	245	132	83	37

Especially in the case of southern pine the average site is better the greater the height is. The same tendency can be observed in other sub-groups except in the case of the northern spruce. The number of trees in the classes of the greatest height is comparatively small.

It can be mentioned in this connection that the number of observations concerning the increment in the time of drainage is much smaller in the class of smallest height than the number of observations at the time of measurement. This comes out in the following tabulation:

	Pine, south	Pine, north	Spruce, south	Spruce, north
$N\Sigma$	1 125	1 749	356	627
N_{zh}	466	816	186	435
N_{zr}	282	269	100	149

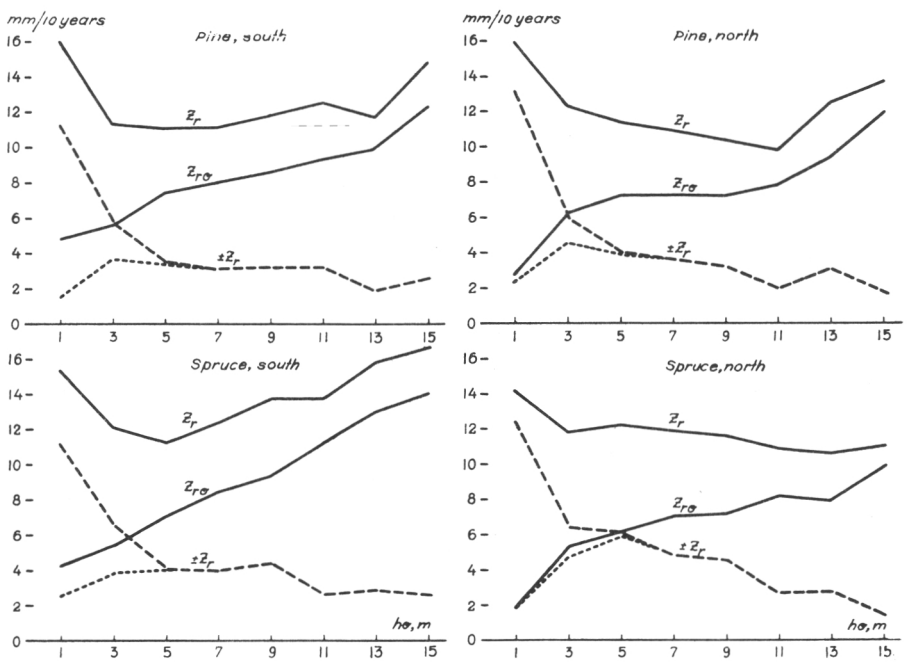


Fig. 1. Radial increment and its revival against the height.

The number of observations of the radial increment is especially small. Even in the second and third height class it is smaller than the number of observations at the time of measurement. The trees of smallest size classes have been so little that there have been less than 10 annual rings (DBH) and less than 10 annual shoots above DBH at the time of drainage.

In Fig. 1 there are shown the radial increments at the time of measurement and at the time of drainage as well as the revival of the radial increment by height classes. The course of the broken line describing the increment itself is not of much interest; it is dependent partly on the variation of the site. But the broken line of the revival marked with dashes, which decreases with the increasing height, is an important feature of great interest.

In all sub-groups the revival becomes smaller with increasing height, although it does not decrease rapidly and it can be observed even in the tallest trees. The revival is partly dependent on the site; e.g. in the case of southern pine the site is better in the classes of tall trees than in the classes of small trees and there is not much decrease in the revival. On the other hand in the case of northern spruce the site is of the same quality in all classes and the revival descreases significantly with the increasing height.

In the first and second height class the revival as a difference between the average increment (line with dashes) is much greater than the average of differences between the pairs of the increments (line with dots) because the number of the observations in calculating the mean differences are from the most dwarfed trees of the height classes in question.

The revival of the height increment is shown in Fig. 2. The result is more or less similar to the case of radial increment but the decrease of the height increment with increasing height is much more marked. The broken lines describing the height increment cross each other at the point where the height of trees is 11—13 m. In other words, the revival of the height increment, which is greatest in the class of the smallest height, decreases gradually with the increasing height and in the trees of 12 m or more in height there is no revival of the height increment after drainage. The values revival and the standard error of the means are as followes:

h-class, m		0—1.9	2.0—3.9	4.0—5.9	6.0—7.9	8.0—9.9	11.9 10.0—	12.0— 13.9	14.0— 15.9
Pine, south,	$\pm z_h$	13.50	8.96	6.78	5.47	3.66	1.19	—1.56	2.63
	ε	±0.86	±0.26	±0.28	±0.35	±0.48	±0.72	±1.37	±1.85
Pine, north,	$\pm z_h$	9.60	6.64	5.28	3.68	2.91	0.87	—4.75	—5.83
	ε	±0.58	±0.18	±0.22	±0.31	±0.40	±0.49	±1.86	±3.53
Spruce, south,	$\pm z_h$	14.96	10.41	7.24	6.42	3.46	0.21	—1.58	—4.25
	ε	±2.00	±0.48	±0.47	±0.47	±0.52	±0.65	±1.02	±1.58
Sptuce, north,	$\pm z_h$	8.67	6.56	5.20	3.50	2.64	—0.30	—1.90	—3.46
	ε	±0.45	±0.28	±0.31	±0.30	±0.33	±0.41	±0.46	±0.79

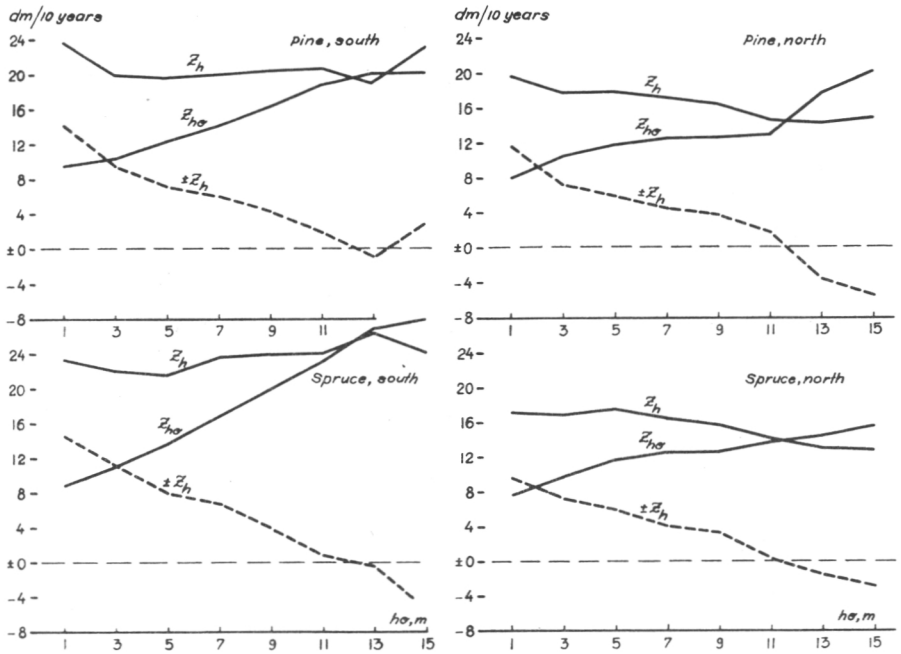


Fig. 2. Height increment and its revival against the height.

In some cases the difference between the adjacent means is significant and the general trend of decreasing revival is highly significant. Because the site distribution is uneven (p. 4,5) the results between the sub-groups are not quite comparable. However, the tree species, site and geographical location have no marked effect on the revival. The same trend of decreasing revival prevails in all sub-groups and the capability to revive ends in trees of 11—13 m in height. In regard to this marginal height there is no marked difference between the trees in northern and southern part of the country.

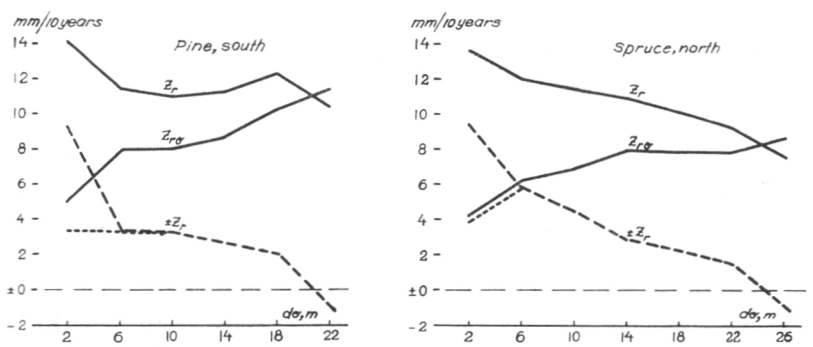


Fig. 3. Radial increment and its revival against the diameter.

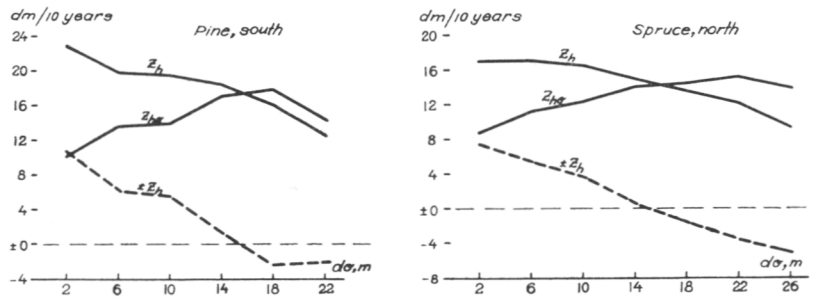


Fig. 4. Height increment and its revival against the diameter.

As mentioned earlier, the dependence of revival on diameter is more or less similar to the dependence of revival on height. The radial increment has revided in all diameter classes and the revival decreases with increasing diameter. The revival is very little in the biggest trees and in those sub-groups, where there are trees of 25 cm in diameter, as in cases of southern pine and northern spruce, the revival is negative (Fig. 3). The result can be taken as significant because the distribution of the material by other explaining variables, especially in regard to the site, is comparatively even. There is a marked dependence between the revival and diameter, since the small trees revive better than the big ones and in the trees of more than 22 cm in diameter the revival is insignificant and it can even be negative. — The other two sub-groups gave the same result.

The revival of the height increment is shown in Fig. 4 and in the following tabulation:

Diamleter cass, cm		0—3.9	4.0—7.9	8.0—11.9	12.0—15.9	16.0—19.9	20.0—23.9	24.0—27.9
Pine, south,	$\pm z_h$	10.67	6.23	5.46	1.39	—2.33	—2.08	—
	ε	±0.36	±0.18	±0.45	±0.62	±1.17	±2.83	—
Pine, north,	$\pm z_h$	—	5.37	3.34	2.28	0.22	—0.24	—15.00
	ε	—	±0.31	±0.28	±0.38	±0.53	±1.13	±11.06
Spruce, south,	$\pm z_h$	11.77	7.03	3.66	—0.57	—2.40	—4.89	—
	ε	±0.66	±0.35	±0.42	±0.67	±1.28	±3.00	—
Spruce, north,	$\pm z_h$	7.48	5.43	3.70	0.58	—1.58	—3.62	—4.92
	ε	±0.29	±0.25	±0.27	±0.37	±0.43	±0.88	±1.42

In order to examine the reliability of the results the distribution of the site quality is shown in the following tabulation:

Diameter class, cm	0—3.9	4.0—7.9	8.0—11.9	12.0—15.9	16.0—19.9	20.0—23.9	24.0—27.9
Pine, south, ...	3.4	3.3	3.3	3.1	2.8	3.1	—
» north, ...	—	3.0	3.0	2.9	2.7	2.8	2.9
Spruce, south, ...	2.1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.7	—
» north, ...	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.8	2.0

The revival of the height increment is very markedly correlated with the diameter: the greater the diameter the smaller is the revival after drainage. The increment of the trees which have been about 15 cm in diameter at the time of drainage is not improved. The increment of the trees more than 15 cm in diameter is even declined. The result is reliable on the basis of the standard error of the means and distribution of the other explaining veriables.

Effect of age

There is always a positive correlation between the tree size and age. In this material the correlation between the age and diameter seems to be greater than the correlation between the age and height, which can be seen in the following tabulation:

Age class, year		0—19	20—39	40—59	60—79	80—99	100—119	120—139	140+
Pine, south,	A	14.7	31.2	48.5	68.4	88.4	108.8	127.2	152.6
	d_0	—	3.2	6.4	8.8	10.4	12.9	13.7	13.7
	h_0	0.8	3.1	5.6	6.6	7.4	8.1	8.2	7.1
Pine, north	A	14.2	30.1	48.8	68.1	87.7	108.0	127.3	161.4
	d_0	—	2.5	5.2	7.2	9.4	10.9	13.0	15.7
	h_0	0.7	2.3	3.9	5.1	5.9	6.4	7.1	8.1
Spruce, south,	A	14.9	31.3	49.2	68.2	87.8	109.2	125.9	152.4
	d_0	—	3.3	6.6	8.7	10.0	12.6	12.7	16.9
	h_0	1.0	3.5	6.1	7.4	7.9	8.9	8.0	10.9
Spruce, north,	A	14.7	28.7	49.6	68.4	88.2	108.1	127.4	163.0
	d_0	—	2.3	4.7	7.2	9.4	11.4	12.1	15.9
	h_0	0.8	2.2	4.0	5.5	6.7	8.2	8.4	11.0

All in all, the correlation between age and size is comparatively loose. The mean diameter and height can be quite small in the oldest age classes and sometimes they are smaller in an older class than in a younger. This same condition can also be recognized in classifications by diameter and height. E.g.:

Height class, m	0—1.9	2.0—3.9	4.0—5.9	6.0—7.9	8.0—9.9	10.0—11.9	12.0—13.9	14.0—15.9
Age, year	22.2	43.2	56.8	61.0	66.5	73.2	71.4	74.4

Although there is a positive correlation between age and size it is so loose that it does not change the conclusion made earlier about the effect of size.

For examining the effect of age on the revival some explaining characteristics are shown by age classes in the following tabulation:

Age class, year		0—19	20—39	40—59	60—79	80—99	100—119	120—139	140+
Pine, south,	$N\Sigma$	650	1 277	1 235	672	291	101	28	14
	b_0	3.4	3.4	3.3	3.3	3.5	3.4	3.4	3.4
Pine, north,	N	1 088	1 291	1 048	682	406	229	139	109
	b_0	2.8	3.1	3.1	3.1	2.9	3.1	2.9	2.8
Spruce, south,	$N\Sigma$	212	532	836	578	227	94	21	5
	b_0	2.1	1.9	2.0	2.1	2.2	2.2	2.1	2.2
Spruce, north,	$N\Sigma$	347	510	434	458	348	221	111	152
	b_0	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1,7	1.9	1.9

In the two youngest age classes shown in the following tabulation (and for the same reason as mentioned on p. 6) there are many fewer observation at the time of drainage than at the time of measurement:

		Pine, south	Pine, north	Spruce, south	Spruce, north
Age class, 0—19 years,	N_Σ	650	1 088	212	347
	N_{zh}	217	436	105	226
Age class, 20—39 years,	N_Σ	1 277	1 291	532	510
	N_{zh}	1 189	1 058	493	443
	N_{zr}	1 117	892	476	377

There are no measurements of the radial increment in the youngest age class because at the time of drainage, 20 years ago, the height of trees was less than 1.3 m and likewise there are not many measurements of height increment in this class. In regard to this class the results be taken with great precaution. The number of the observations deviate only little from each other in the second age class and in the older age classes the observations at the time of drainage and measurement are generally equal in number.

Fig. 5 shows the revival of radial increment by age classes. The upper line describes the material of the northern part of the country and the lower line the material in southern part. The revival is greater in north than in south because the data from the north is taken from areas of pine and spruce that are higher in site quality. The effect of the age is not marked. In the old age the revival seems to be to some extent smaller than in middle-age. In the north the revival seems to continue in older trees than in the south which is of great interest (see p. 12).

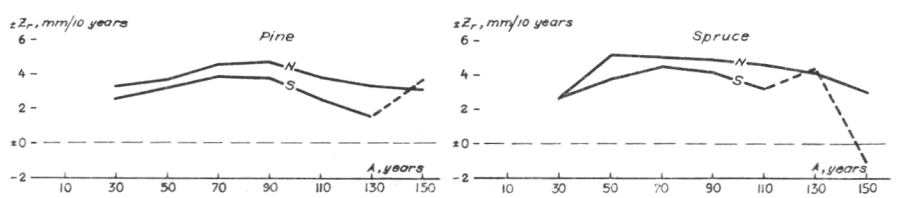


Fig. 5. Revival of the radial increment against the age.

The revival of the height increment is shown next:

Age class, year		0—19	20—39	40—59	60—79	80—99	100—119	120—139	140+
Pine, south,	$\pm z_h$	14.98	8.75	6.09	6.04	5.05	1.51	—0.56	1.62
	ε	±1.68	±0.30	±0.27	±0.38	±0.47	±0.72	±0.91	±1.14
Pine, north,	$\pm z_h$	10.86	7.30	5.26	5.55	4.85	2.99	2.45	1.36
	ε	±0.98	±0.27	±0.24	±0.27	±0.34	±0.44	±0.52	±0.55
Spruce, south,	$\pm z_h$	15.69	10.16	6.11	5.44	3.66	—1.57	1.10	—2.50
	ε	±2.70	±0.55	±0.38	±0.44	±0.64	±0.82	±1.87	±1.44
Spruce, north,	$\pm z_h$	9.07	7.12	5.45	4.55	4.25	2.60	0.47	—0.76
	ε	±0.65	±0.39	±0.32	±0.29	±0.35	±0.41	±0.51	±0.34

The results are illustrated in Fig. 6 also. The revival of height increment is markedly dependent on age. The older the tree the smaller is the revival and at a certain age the increment declines. The dependence is not quite linear. Very young trees revive best, trees in middle-age having 50—90 annual rings at breast height at the time of measurement (30—90 annual rings at the time of drainage) revive equally well with each other and trees older than 90 years revive very little.

There is not much difference in revival between the tree species except that the effect of age is stronger in spruce than in pine. The pine seems to be capable to revive in older age than the spruce, but the difference is very small and statistically non-significant. On the other hand, in the north the revival appears in markedly older trees than in south. In the southern part of the country the revival declines at the age of 100—120 years (the number of annual rings at breast height in these trees has been about 90 at the time of drainage) and in northern part the revival does not decline untill an age of 130 years. However, it shall be kept in mind that the difference may be caused by the difference in site quality which is quite marked between the northern and southern samples. But since the difference in revival did not

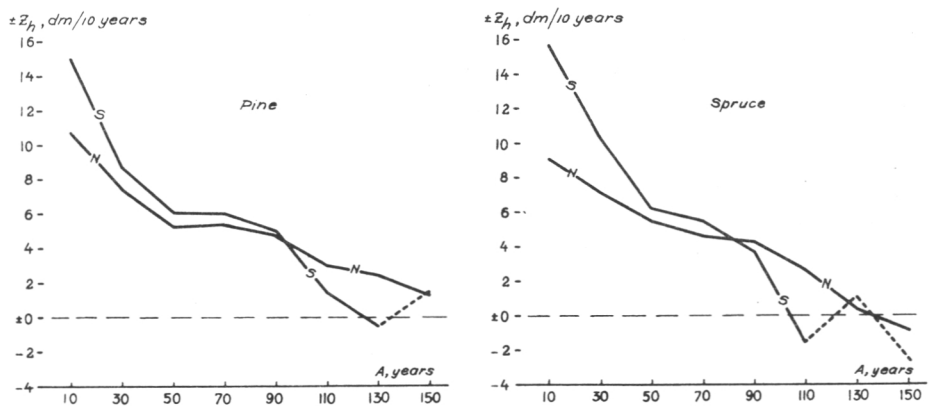


Fig. 6. Revival of the hreight increment against the age.

appear in connection with the size it may not be caused by the site alone. In fact, the difference in revival is correlated mainly to the size. In the north a tree of a certain size is older than in south and because the effect of size dominates, an old tree revives better in north than in south.

Dependence of the height increment revival on height and age

The broken line of the height increment revival by height and age classes shows that the revival is dependent on both size and age. The multiple dependence is studied by regression analysis using part of the material. The revival is the dependent variable (y) and height (x_1) and age (x_2) the independent variables.

In the case of the pine the material comprises sample trees from the ordinary pine swamp [1]) and in the case of spruce sample trees from the ordinary spruce swamp [2]). All these sample trees have grown near the ditches. The number of sample trees (N) and the correlation coefficients are shown below:

	N	$r_{1 \cdot 2}$	r_{y1}	r_{y2}	$r_{y1 \cdot 2}$
Pine, south	254	+0.7605	—0.2361	—0.1780	0.3432
Pine, north	190	+0.7843	—0.2775	—0.1963	0.2797
Spruce, south	263	+0.6028	—0.3525	—0.2425	0.3545
Spruce, north	261	+0.7799	—0.4225	—0.3810	0.4304

$r_{1 \cdot 2}$ = correlation coefficient between height and age
r_{y1} = » » » revival and height
r_{y2} = » » » » » age
$R_{y1 \cdot 2}$ = multiple correlation coefficient between revival, height and age

Although the correlation between the dependent and independent variables is not marked the coefficient is always greater between the revival and height than between the revival and age. The multiple correlation coefficient is a little greater than the coefficient between the revival and height. The revival is dependent on the age too.

The regression equations are:

Pine, south, $\acute{y} = 30.2935 - 0.62378\ x_1 - 0.02383\ x_2$
Pine, north, $\acute{y} = 19.7512 - 1.11525\ x_1 + 0.01137\ x_2$
Spruce, north, $\acute{y} = 17.7301 - 1.31314\ x_1 - 0.02664\ x_2$
Spruce, north, $\acute{y} = 34.8731 - 1.93813\ x_2 - 0.14370\ x_2$

$\acute{y}$ = estimate of the height increment revival
x_1 = height
x_2 = age

[1]) = isovarpuinen räme.
[2]) = mustikkakorpi (e.g. Leo Heikurainen, 1960: Metsäojitus ja sen perusteet, p. 81 and 70).

It can be recognized that the regression coefficient of the revival on the height is greater than the coefficient on the age in all four equations.

The standard deviation of the revival (s) and the standard error of the estimates of revival on the height (s_{y1}), on the age (s_{y2}) and on both height and age ($s_{y1\cdot 2}$) are:

	s_y	s_{y1}	s_{y2}	$s_{y1\cdot 2}$
Pine, south	8.21	8.00	8.23	7.75
Pine, north	6.78	6.53	6.66	6.54
Spruce, south	11.96	11.23	11.65	11.24
Spruce, north	6.91	6.28	6.40	6.26

The standard errors of the estimate are smaller in cases when the height is an independent variable than in the cases when the age is a independent variable.

Although the characteristics showing the dependence of the revival are not in individual cases marked and significant their »direction» is equal in all cases. With a great reliability the revival of the increment is more dependent on the height than the age. The revival decreases with increasing height and age but a tree which is under a certain size can revive despite a comparatively high age.

Combined results

Due to the effect of the site quality the radial and height increment and their revival are greater the better the site is. Pine grows better on poor sites than spruce.

In regard to the size, the small trees grow and revive after the drainage better than the big trees. The revival of the radial increment is not as closely correlated with the size as the revival of the height increment. A tree which is not capable of increasing its height increment can still increase radial increment. The marginal dimensions of the size over which the height increment can not revive seem to be about 15 cm in diameter at breast height and about 12 m in height. In regard to the radial increment only the marginal dimension of about 22 cm in diameter appears. Over these size values the trees grow less after the drainage than before it. In this respect there is no marked difference between the results from southern and northern parts of the country.

Due to the effect of the age the youngest trees increase their height increment most, the trees in middle-age (having 30—70 annual rings at breast height at drainage) satisfactorily and the oldest trees only very little. In southern part of the country the trees with 90 annual rings at breast height do not increase their height increment at all and in northern part of the country the trees with 130 annual rings have lost their capability to revive.

The radial increment can revive in still older trees and the effect of the age on the radial increment is generally not very marked. The height and radial increment of pine continues in older age than in spruce.

In regard to the multiple regression of the size and age on the revival the effect of size turned out to be more decisive.

Discussion

The results as such are not new. The effect of the site quality on the revival of the increment is a generally known fact. The better capability to revive of the young trees compared with the capability of the old trees has been recognized earlier too (e.g. M u l t a m ä k i 1924, p. 79) and marginal ages with declining capability to revive have also been presented (L u k k a l a 1929, p. 261). Further, it has been found that the trees with no revival of the height increment have increased their radial increment (M u l t a m ä k i 1924, p. 79). There has been some discrepancy in the data about the capability of pine and spruce to revive. According to L u k k a l a (1929, p. 261) the spruce revives better in all spruce swamps than pine and pine better on pine swamps than spruce. According to M u l t a m ä k i (1924, p. 60) the old spruce trees have revived still less than the old pines. The effect of the size has not been under detailed examination. However, L u k k a l a (1937, p. 126) has mentioned that the old trees which are comparative small in size can revive as well as young trees.

The results in this paper, which are based on a large amount of material and a statistical analysis, verify the older observations and include more detailed information. One of the most interesting finding is that trees of a certain size and age loose their capability to revive and their increment descreases despite drainage. It is important too that the size, primarily the height, has more effect on the increment than the age.

In the practical forestry the results are of notable consequence. Only comparatively small trees will grow in swamps after drainage. Trees more than 12 m in height do not increase their height increment and trees near this marginal height increase it very little. Although the revival of the increment is dependent on the age too, it seems to be possible to separate the trees capable of growing from the incapable ones on the basis of the height alone.

The dominant effect of the height compared to the effect of the age on the revival of the increment after the drainage is of interest from the point of view of general physiology.

There may be similar phenomena in other circumstances where the site quality has been changed and the change in the increment is equally dependent on the size and age of the trees.

References

Heikurainen, Leo. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. — Acta Forestalia Fennica 69.1.

Heikurainen, Leo, Kullervo Kuusela, Olavi Linnamies ja Aarne Nyyssönen, 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet pitkän ajan tarkasteluna. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland,a long-term analysis. — Silva Fennica 110.

Lukkala, O. J. 1929. Tutkimuksia soiden metsätaloudellisesta ojituskelpoisuudesta, erityisesti kuivatuksen tehokkuutta silmälläpitäen. Referat: Untersuchungen über die Waldwirtschaftliche Entwässerungsfähigkeit der Moore, mit besonderer Rücksicht auf den Trocknungseffekt. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 15.1.

—»— 1937. Nälkävuosien suonkuivausten tuloksia. Referat: Ergebnisse der in den Hungerjahren angelegten Moorentwässerungen. — Ibid. 24.3.

Multamäki, S. E. 1924. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden metsänkasvusta. Referat: Untersuchungen über das Waldwachstum entwässerter Torfböden. — Acta Forestalia Fennica 27.1.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.9
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.9
Helsinki 1962

FOREST SITE EVALUATION IN LAPLAND

P. J. VIRO

Introduction

Reliable site evaluation is the first essential of a rational program of forest management and this is all the more necessary in forestry research. A number of methods have been used to evaluate site fertility. The most important of these are based on the characteristics of the stand, on the ground vegetation, on the physical or chemical properties of the soil, or on the nutrient content of the foliage. The comparative values of these methods have been studied especially in Central Europe and in southern and central Finland and Sweden (cf. V i r o 1961 a). Much less thought has been given to the methods of evaluating the forest sites in high latitudes, however, and the possibility of employing chemical and physical methods of evaluation in these regions is almost totally unexplored.

The purpose of the present paper is to discuss which method of evaluation, vegetation, soil or foliar analysis, gives the most reliable estimate of the fertility of the forest sites of northern Lapland. The effect of latitude and altitude on site fertility is also discussed. This paper deals only with the evaluation of the dry upland sites that bear Scots pine (*Pinus silvestris* L.). The term »dry upland site» (C a j a n d e r 1926: dry moss-lichen forest) has a different meaning in high latitudes than in the more temperate zones. According to T a m m (1940) and S a r v a s (1952), the vegetation of the northern forests may have a dry character in spite of the fact that the moisture conditions of the soil are satisfactory. More than three-quarters of the productive upland sites of the region concerned are dry and bear pine (I l v e s s a l o 1957). Thus, the evaluation of such sites is a frequently arising problem, the settling of which may, perhaps, to some extent aid in the planning of the forestry of this region.

3245—62

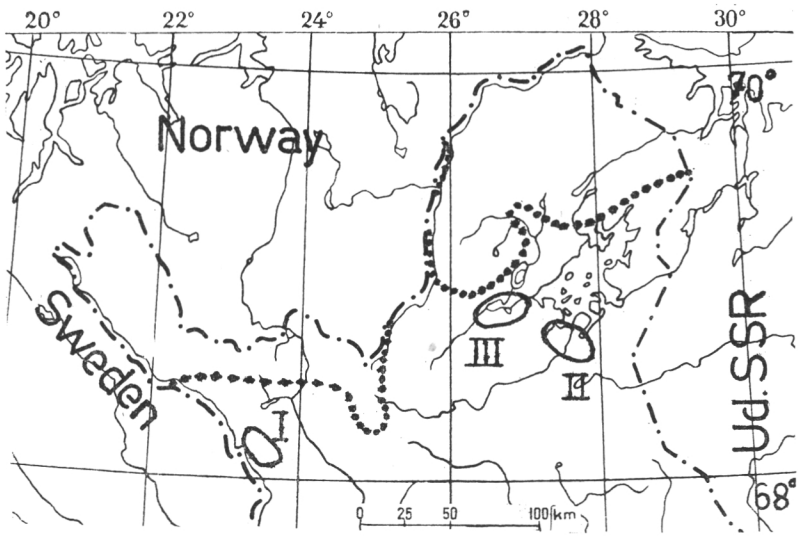


Fig. 1. Location of sample plots. Timber line of Scots pine in Finland.

The author's thanks are due to professors Viljo Kujala, Jaakko Keränen and Risto Sarvas for criticism of the manuscript, to the FAO for financial support in the form of an André Mayer fellowship and to the Finnish Meteorological Office for the meteorological data.

Material and methods

The material for the study was collected in August 1959, in co-operation with the Dept. of Forest Mensuration of the Forest Research Institute, from the permanent sample plots of that department. The location of the sample plots is shown in Fig. 1, and also the timber line of Scots pine in Finland (H e i k i n h e i m o 1921). Table 1 gives data on the location, soil and growing stock of the plots. The greatest difference between the plots was 46′ in latitude and 259 m. in altitude. The commonest soil class was moraine (glacial till), which was often very stony. The soil type is universally iron podsol with a mor layer. The main *parent material* was mica-schist in plots 490—499, granite in plots 500, 513 and 516, and granulite in plots 501—512, 514, 515 and 517—519.

The sample plots were located in pure pine stands and no signs of forest fires during the present generation of trees were visible. All data on the growing stock were obtained from the Dept. of Forest Mensuration. The dominant height at the age of 150 years is based on an analysis of two stems. The value of H_{150} was used as a *site index*, representing the fertility of the plot.

Table 1. Data on sample plots.

Author's No.	Field No.	Latitude, °N.	Longitude, °E.	Altitude, m.	Exposure	Soil class [1]	Stone content, %	Whc. [2] %	Site type [3]	H_{150} m.
490	63	68°09′	23°45′	331	W 3°	FSM	62	10.1	EMT	16.4
491	60	68°10′	23°48′	360	S 10°	S	0	2.2	ErClT	11.0
492	61	68°09′	23°48′	379	SE 5°	SM	22	5.9	EMT	13.4
493	57	68°12′	23°30′	259	O	SM	30	7.5	ErClT	16.4
494	56	68°12′	23°30′	259	W 10°	FSM	47	12.9	EVT	16.7
495	55	68°12′	23°30′	259	W 2°	FSM	40	15.1	EMT	18.4
496	54	68°12′	23°30′	309	E 2°	FSM	38	8.9	EMT	16.4
497	48	68°12′	23°22′	278	W 10°	SM	29	6.1	ErClT	12.4
498	67 B	68°14′	23°15′	274	W 5°	SM	36	5.7	ErClT	13.1
499	67 A	68°14′	23°15′	274	W 5°	FSM	29	8.0	ErClT	12.2
500	14	68°55′	26°44′	143	SW 2°	S	2	3.5	ClT	9.4
501	12	68°52′	26°30′	188	S 6°	FS	29	5.7	ErClT	9.7
502	11	68°52′	26°30′	219	S 5°	FSM	38	6.9	EMT	13.8
503	9	68°50′	26°31′	215	E 10°	FSM	28	6.4	ErClT	11.5
504	10	68°50′	26°31′	225	E 8°	FSM	15	7.1	ErClT	11.9
505	15	68°49′	26°49′	164	SW 5°	FS	7	3.0	ClT	7.9
506	19	68°57′	26°58′	194	SE 10°	FSM	52	9.4	EMT	12.8
507	18	68°57′	26°59′	244	S 16°	FSM	35	7.5	ErClT	11.6
508	6	68°43′	27°15′	193	SE 4°	FSM	39	8.6	EMT	14.4
509	7	68°42′	27°18′	180	SE 10°	FSM	46	8.3	ErClT	12.4
510	8	68°43′	27°18′	182	S 2°	FSM	34	8.3	EVT	16.2
511	1 A	68°45′	27°24′	133	N 3°	SM	57	4.5	ErClT	10.5
512	2	68°45′	27°24′	181	S 15°	FSM	57	9.5	EMT	13.8
513	3	68°45′	27°22′	171	SW 15°	FS	16	8.8	EMT	13.9
514	25	68°40′	27°55′	132	O	FSM	60	14.2	ErClT	10.6
515	27	68°40′	27°55′	141	S 2°	FSM	46	8.2	EMT	14.2
516	26	68°40′	27°57′	148	S—N 8°	FSM	10	6.8	EMT	13.0
517	23	68°38′	27°52′	138	S 6°	FSM	43	9.0	EMT	12.3
518	22	68°39′	27°52′	120	O	S	19	1.7	ErClT	11.3
519	24	68°38′	27°55′	200	S—N 10°	FSM	62	9.8	EMT	15.9

[1]) F = fine, S = sand, sandy, M = moraine (glacial till).
[2]) Whc. = water-holding capacity.
[3]) cf. Cajander 1926.

Regarding the techniques for sampling soil and needles, see Viro 1961 a. The ground vegetation was studied from 20 quadrates 50 by 50 cm. in size. The percentage cover of each species of plant was estimated.

The following analyses were made at the laboratory, employing the usual methods of the Forest Research Institute:

Mineral soil: bulk specific gravity, mechanical composition with the pipette method, exchangeable nutrients with ammonium acetate (pH 4.65), total nitrogen, humus content (Tiurin), basic mineral index (Tamm), water-holding capacity (Bouyoucos), and acidity in water and KCl. Analyses were made from fine soil (<2 mm.).

Humus layer: exchangeable nutrients, total nitrogen, and acidity; total nutrients burning at 550°C.

Needles: total nutrients burning at 550°C.

Ground vegetation and site fertility

The moss and lichen vegetation on the sample plots was abundant in species and in cover. On the other hand, the species of herbs and grasses were very sparse and their cover was usually small. Only *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. was present in greater abundance, and of the total cover of herbs and grasses that of *Deschampsia* comprised over 98 %.

To study the relation between the site index and the ground vegetation, the species of plants were grouped as follows: lichens, mosses, dwarf shrubs, and herbs and grasses. In every group of plants the total percentage cover of species was calculated. In these groups the plots were divided into three equal sub-groups according to the degree of cover, and the average site indices of these sub-groups were calculated. It proved that when the grouping was made according to the abundance of mosses or dwarf shrubs, there were no distinct differences in the average site indices of the sub-groups. On the other hand, when the grouping was made according to the abundance of lichens or herbs and grasses, the average site index was in direct ratio to the percentage cover of herbs and grasses and inversely proportional to the lichen cover, as is shown in the following table:

	herbs and grasses			lichens		
cover, %	0—0.9	1.0—6.9	7.0+	0—28	29—49	50+
site index	11.0±0.58	13.7±0.49	14.6±0.76	14.5±0.78	13.6±0.70	11.2±0.61
t (difference) [1]	3.7**	1.0		0.9	3.10**	

It is seen that the average site index does not change to any great extent when the cover of herbs and grasses exceeds 7 % or the cover of lichens falls below 29 %. The correlation coefficient between the percentage cover of herbs and grasses and the site index was 0.712 ± 0.090*** and the corresponding coefficient for lichens -0.640 ± 0.109***. The correlation between the abundance of *Deschampsia* and the site index was nearly as high as that for herbs and grasses, owing to its dominance in this group. The coefficients for the other species were negligible. The figures indicate that the abundance of certain plants or plant groups substantially reflects the site fertility.

The fitness of forest site types as a means of site evaluation is not discussed here, seeing that the types of the region concerned are not yet adequately studied and a series of local types has not been described (K a l e l a 1958).

[1]) The statistical significance of the figures is indicated as follows: single asterisk 5 % level, double 1 % level, treble 0.1 % level.

Table 2. Average amounts of nutrients in soils grouped according to parent material.

Layer	MnO	MgO	CaO	K_2O	P_2O_5	N	Humus
	kg/ha					tons/ha	
	mica-schist area						
Humus	4.0	9.2	31	12.1	6.8	0.15	22.8
0—30 cm. ..	24.5	51.4	142	83.3	50.7	1.38	29.8
30—60 » ..	11.5	38.6	110	59.5	34.0	0.88	8.9
	granite area						
Humus	4.5	8.2	31	13.0	5.6	0.26	26.2
0—30 cm. ..	80.1	50.7	170	124.0	35.0	2.45	47.7
30—60 » ..	22.8	113.0	283	129.0	23.5	1.48	10.7
	granulite area						
Humus	4.4	8.6	37	15.3	7.2	0.31	29.2
0—30 cm. ..	33.8	26.8	137	79.1	14.0	1.25	30.2
30—60 » ..	18.9	35.5	117	61.8	12.0	0.74	6.7

Soil nutrients and site fertility

Table 2 gives the average amounts of exchangeable nutrients and total nitrogen and humus in the soils, grouped according to the parent material. It is seen that the amounts are usually largest in the granite group and of the same order of magnitude in the other groups. Only in the case of phosphorus are the amounts distinctly largest in the mica-schist group.

The humus is here calculated as ash-free organic matter in the humus layer also. This is especially necessary when the humus layer is thin but even the surface of a thick humus layer may contain considerable amounts of soils particles (K a r p p e l i n and L a u k k a n e n 1958). The amount of soluble ash averaged 1.86 % of the dry weight. This would add 0.6 tons to the humus values given. The insoluble ash averaged 20.2 % of the dry weight and the bulk of this was soil particles.

When comparison is made between the figures in Table 2 and the corresponding figures for South Finland (V i r o 1951, 1961 a), it is seen that the amounts of nutrients in the Lapland soils are in general smaller. Only the figures for magnesium are higher in Lapland. The amounts of nitrogen are of equal magnitude. The weight of the humus layer is on the average slightly greater in Lapland, which indicates that the time elapsed since the last forest fire is long. The mineral soils of Lapland contain less humus than those of South Finland. The C/N ratio in the humus layer is considerably wider than in South Finland, the respective values being 54.5 and 39.2, which indicates that decomposition of humus is slower in Lapland. In the mineral soil the ratio is wider in South Finland.



Fig. 2. Typical view of a North Lapland pine stand. 190 years old, H_{150} 11.0 m. Photo Peitsa Mikola.

As regards distribution in the profile, in the humus layer the percentage of exchangeable nutrients and of total nitrogen is higher in South Finland, and in the subsoil higher in Lapland, whilst in the surface soil the values are about equal. The distribution of humus, on the other hand, is different; in South Finland the humus layer contains a smaller and the subsoil a larger percentage than in Lapland. The amount of exchangeable nutrients in the subsoil as compared with that of the surface soil is surprisingly large in Lapland.

A highly significant correlation has been shown to exist in pine stands of South Finland between the amounts of exchangeable calcium and total nitrogen, and the site fertility (V i r o 1951). However, no correlation was found in Lapland between the amount of any nutrient and the site index, nor was a correlation found between any nutrient and the characteristics of the ground vegetation. Soil acidity also varied independently of site fertility. H e i k i n h e i m o (1922) found a significant correlation between the amount of HCl-soluble calcium and site fertility, a lower correlation for phosphorus and no correlation for nitrogen in Central Lapland. The dependence of site fertility on the soil nutrients evidently requires additional studies

in Lapland also. Studies on South Finnish material have shown that the methods of chemical soil analyses for forestry purposes still require critical examination (V i r o 1961 b).

The mineral nutrients are derived from the mineral particles of the soil, and the basic minerals are found to be very important as a source of nutrients. They are commonly determined as heavy minerals (sp. gr. >2.68) and their percentage is known as the *basic mineral index* (T a m m 1940). The basic mineral index was quite different in the different parent material groups, as is seen from the next table:

	mica-schist	granite	granulite
0—30 cm.	5.4	10.1	21.1
30—60 cm.	5.5	8.6	19.9

In the afore-mentioned material of South Finland the corresponding indices were 4.2 and 5.0 and there the index proved to indicate the site fertility fairly well (V i r o 1951). However, in the Lapland plots a negative correlation was found between basic mineral index and site index.

According to T a m m (1940), the figure 10 is a usual value for the mineral index and figures of 15—20 indicate a mineralogically good soil. Seeing that here the mineral index in the granulite area indicated a good soil and the site index was nevertheless low, mineralogical analyses were made of three soils in every group. The heavier fraction of the soil was analysed and it ought to have contained basic minerals only. The results are presented in Table 3. Within both the mica-schist group and the granulite group the individual values were very similar and only the mean values for both are given. The heavy fraction of the mica-schist group consists almost exclusively of basic minerals, whereas that of the granulite group consists mainly of minerals that are almost worthless as a source of plant nutrients. Thus, in the granulite area the basic mineral index does not in the least indicate the site fertility. The soils derived from granite were heterogeneous in composition. They contained material of granite, granulite and basic rocks.

Table 3. Mineral composition of heavier fraction (sp. gr. >2.68) of soil.

Mineral	Mica-schist, average	Granulite, average	Granite		
			500	513	516
	%				
Basic minerals	90	13	85	14	9
Garnets	1	80	4	71	78
Sillimanite	2	2	2	2	8
Rutile	0	2	3	2	1
Spinel group	7	3	6	11	4

Table 4. Average nutrient content of needles.

Age of needles	Ash	MnO	MgO	CaO	K_2O	P_2O_5	N
	% of dry matter						
current	2.28	0.072	0.150	0.259	0.812	0.450	1.36
2-year	2.08	0.113	0.133	0.397	0.547	0.279	1.10

In this group also the basic mineral index was a poor means of site evaluation. The use of this index as a means of site evaluation in Lapland may even be very misleading. According to Aaltonen (1939), in the basic mineral areas of Lapland the index may be of the same magnitude as that found here for the granulite plots, yet there it indicates a fertile soil.

In the present material the average site index was distinctly highest in the mica-schist group. In spite of the low basic mineral index, the percentage of basic minerals is almost twice as large in this group as in the granulite group. This, perhaps, indicates that the parent material of the soil is of some importance in Lapland also.

Foliar nutrients and site fertility

The average nutrient contents of the needles are presented in Table 4. The contents of all parent material groups were similar and hence a single value is given for the whole material. The needles were in general relatively poor in nutrients, and the ash and calcium contents were lower than those found in any other country (Viro 1961 a). On the other hand, the phosphorus content of the current needles was higher than anywhere else but that of the 2-year needles lower than the average. There was no correlation between the foliar and soil nutrients, even in the case of nitrogen, which in Central European material showed some correlation with site fertility.

In this study, the nutrient content of the needles was found to vary entirely independently of site index. Thus, it seems impossible to evaluate the Lapland sites by foliar analysis, at least in mature stands. The result agrees well with that obtained earlier with more southern material (Viro 1961 a).

Soil moisture and site fertility

It is well known that the water-holding capacity of the soil principally depends on the content of fine material and humus, but in forest soils the former of these is more important. In the author's material (over 300 sam-

ples) the subsoil shows a correlation coefficient of 0.924 ± 0.008*** between the percentage of clay + silt fractions and the water-holding capacity, and 0.876 ± 0.013*** between the percentage of clay and the water-holding capacity. These coefficients indicate that the water-holding capacity most reliably reflects the texture of the soil.

The percentage of fine fractions and the water-holding capacity of Lapland soils were on the average of the same magnitude as in the soils of corresponding South Finnish pine stands (V i r o 1947). The correlation coefficient between the percentage of clay + silt fractions in the subsoil and the site index was 0.688 ± 0.101***. The coefficients between the percentage of clay or of fine sand + silt + clay and the site index were of almost equal size. The coefficient between the water-holding capacity of the subsoil and the site index was considerably higher, 0.803 ± 0.067***. These correlation coefficients distinctly indicate that the fertility of the dry upland sites of Lapland depends to a great extent on the moisture conditions of the soil. The correlation coefficients for surface soil were much lower. This likewise indicates that the fertility depends expressly on the moisture conditions.

A method by which the water-holding capacity of all soils could be measured *in situ* would be an enormous asset, because the sampling techniques and laboratory pre-treatment of the samples (grinding, sieving) may considerably change the natural water-holding capacity. For instance, one of the plots studied (518) had a hardpan layer at a depth of 25—35 cm. The site index of this plot was distinctly higher than that anticipated from the water-holding capacity. Another (514) showed very slight signs of paludification and this is the only plot where the site index did not in the least correspond to the water-holding capacity. For this reason the data relating to this plot are not included in the calculations above. It is evident that a high water-holding capacity leads to paludification and makes the soil colder, and in this way decreases the site fertility.

Latitude, altitude and site fertility

It is universally known that the growth of trees decreases with increasing latitude and altitude, probably mainly owing to decreasing temperature during the growth period. To study the effect of these factors on the site fertility, the material was divided into three groups (see Fig. 1):

I. *Muonio* group, 10 plots (Nos. 490—499), average latitude 68°12′N.
II. *Ivalo* group, 12 plots (Nos. 508—518), average latitude 68°41′N.
III. *Inari* group, 8 plots (Nos. 500—507), average latitude 68°53′N.

In every group the plots were divided into two sub-groups according to the altitude. The following table gives the average site indices:

Muonio	altitude	>275 m.	<275 m.	average
	average site index	13.9	15.3	14.6
Ivalo	altitude	>150 m.	<150 m.	
	average site index	14.4	12.0	13.2
Inari	altitude	>200 m.	<200 m.	
	average site index	12.2	10.0	11.1

It is seen that the average site index was highest in the southernmost and lowest in the northernmost group. However, in the material as a whole, the correlation between latitude and site index was very low. The effect of altitude is different in different groups. In the Muonio group the average site index of the lower plots is higher than that of the higher plots, whilst in the Ivalo and Inari groups the index of the higher plots is higher. Thus, latitude and still more altitude cannot as such be used as a means of site evaluation within a small area.

According to L a n g l e t (1936), the growth period (time with average daily temperature ≥6°C.) at these latitudes shortens by 6.0 days per parallel and 4.9 days per 100 metres above sea level. With the aid of these figures the abridgement of the growth period was calculated for every sample plot, taking as the zero latitude 68°N. and zero altitude 120 m. above sea level. The sums of these figures varied from 3.8 to 13.6 days. When the plots were divided into three equal groups, the average site index was lowest in the group with the longest growth period and highest in the middle group. It is possible that the combined effects of latitude and altitude on the growth period can be used as a means of site evaluation when the differences in these coordinates are great but this, too, is out of the question when the differences are small. This result was to be expected because, as is seen in Table 5, the growth period in this region is everywhere of about equal length and

Table 5. Growth period at meteorological stations.
(Average of years 1901—30.)

Location	Days with average temperature		Latitude, °N.	Altitude, m.
	≥5°C.	≥10°C.		
Kittilä, Pallasjärvi	115	58	68°01′	278
Karesuando, Sweden	110	57	68°27′	327
Inari, Laanila	112	58	68°24′	290
Inari, Muddusjärvi	115	57	69°04′	153
Karasjokk, Norway	116	59	69°28′	129

even at the beginning of the period the sun is 24 hours a day above the horizon. Trees will accumulate more total photosynthate if exposed to a long day than if exposed to a short one seeing that the arctic plants carry on photosynthesis throughout a 24-hour day during the summer. Also, cold-adapted trees often show maximum photosynthesis at low temperatures (W a r e i n g 1956, M ü l l e r 1928).

The inclination and exposure did not affect the site fertility, probably owing to the abundance of diffuse radiation during the growth period at high latitudes (L u n e l u n d 1941).

According to several reports (cf. S i r é n 1961), there is a very close correlation between annual temperature and growth near the timber line. However, in small areas temperature variations are largely similar and lead to similar growth variations. In this connection the effective temperature (= the sum of average daily temperatures above 5°C.) during the growth period may perhaps be of special importance. This is 600°C. for the Muonio plots and 500°C. for the Inari and Ivalo plots (K e r ä n e n 1942). The corresponding average site indices are 14.5 and 12.4. The site index would, perhaps, correlate better with the effective temperature than with the latitude and altitude. Unfortunately, the values for the individual plots are not known.

Discussion

The material of the present study includes soils differing in hydrological value and even so the vegetation is always more or less dry in character. However, the abundance of herbs and grasses increases and that of lichens decreases with increasing water-holding capacity of the soil. It is evident that beyond a certain degree of soil moisture the vegetation bears marks of paludification and then a higher water-holding capacity has a negative effect on site fertility.

It was shown earlier that the ground vegetation, especially the abundance of herbs and grasses, and of lichens, fairly accurately reflects the site fertility in the region concerned. It was shown, too, that the water-holding capacity and the percentage of fine soil particles also indicate the site fertility well. On the other hand, the abundance of herbs and grasses and of lichens greatly depends on the water-holding capacity (correlation coefficient 0.6—0.7). The effect of soil nutrients on the ground vegetation proved to be very slight. The correlation coefficient between the abundance of herbs and grasses and the site index was very highly significant but even so considerably lower than that between the water-holding capacity and the site index. It proved, too, that the coefficients were not higher if multiple correlation was used.

The ground vegetation sensitively reflects the developmental history of the stand, for instance the variations in the density. The ground vegetation in Lapland is greatly modified by the herds of reindeer, especially on sites rich in lichens. In some of the plots studied reindeer had made vegetation analysis difficult, especially the evaluation of the normal abundance of lichens. Probably the correlation between the abundance of lichens and site index would have been of the same order as that for herbs and grasses if the development of the ground vegetation had been undisturbed. However, the use of vegetation analysis as a means of site evaluation in Lapland is probably invalidated even more by the forest fires, which increase in frequency and destructiveness with the dryness of the soil. Several decades at least must elapse before the ground vegetation again reaches a nearly stable stage after a forest fire there, and the more radical the fire, the longer the time needed for recovery (O i n o n e n 1961). Where the fire has destroyed the growing stock as well, even that cannot be used as a means of site evaluation. In these cases the study of the moisture conditions of the soil remains the only means of site evaluation, because, as was shown earlier, there is no correlation between the nutrients of the soil and the site index.

The water-holding capacity is a good criterion of the moisture conditions of the soil and the disturbing factors mentioned above do not affect its magnitude. As has been shown, the character of the ground vegetation is dependent on the water-holding capacity of the soil. It is, of course, more logical to use a primary phenomenon as a basis of site evaluation rather than another phenomenon that is dependent on this. The water-holding capacity is very suitable as a basic means of site evaluation because it is easily and rapidly determined even in a primitive laboratory, much more rapidly for instance, than the percentage of fine soil particles.

If the ground vegetation has developed undisturbed over long periods it can well be used as a means of site evaluation, especially as a rapid field method. When greater accuracy is needed, for instance in scientific investigations, the site evaluation must be confirmed by a soil analysis. The water-holding capacity does not reveal the superfluous moisture caused by the soil layers deeper than those studied but still affecting fertility. In these cases the ground vegetation may provide valuable additional knowledge for purposes of site evaluation.

It is commonly held that temperature is the primary growth-limiting factor in northern Lapland (cf. S i r é n 1961) and at first sight the present results would seem to be at variance with this view. However, the total amount of incoming radiation in Lapland in summer is almost as large as in South Finland, owing to the abundance of diffuse radiation (L u n e l u n d 1941). When the differences in latitude and altitude are as small as in the present study, the thermal conditions cannot induce any great differences in site fertility.

Both the amount of precipitation and the relative moisture of the air diminish in Finland in the northward direction. For instance, in Jyväskylä the average air humidity of the months June, July and August is 74 %, in Sodankylä 72 % and in the region studied 70 %. If the greater day-length in summer in Lapland is also taken into account, it can be understood that there the moisture conditions of the soil may really be very important local growth factors. Dealing with a series of samples from Central Lapland, A a l t o n e n (1919) has reached the conclusion that there, too, water is the most important growth factor.

It must be borne in mind that the material of the present study was deliberately collected from a very small area. Thus, the various climatic fluctuations had affected all the sample plots equally. The factor moisture conditions is so dominant that it wholly masks the small thermal differences as well as the differences in the amounts of soil nutrients. Along these lines, too, the conclusion is reached that *the moisture conditions are the most important local growth factors in northern Lapland* and that some measure of the soil moisture can legitimately be used as the basis of site evaluation.

Literature Cited

Aaltonen, V. T. 1919. *Refer.* Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland I. Comm. Inst. Forest. Fenn. 1.

—»— 1939. Zur Stratigraphie des Podsolsprofils besonders vom Standpunkt der Bodenfruchtbarkeit. Ibid. 27.4.

Cajander, A. K. 1926. The Theory of Forest Types. Acta Forest. Fenn. 29.3.

Heikinheimo, Olli, 1921. *Refer.* Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. Comm. Inst. Forest. Fenn. 4.2.

—»— 1922. *Refer.* Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. Ibid. 5.2.

Ilvessalo, Yrjö, 1957. *Refer.* The Forests of Finland by the Main Water System Areas. Ibid. 47.4.

Kalela, Aarno, 1958. Über die Waldvegetationszonen Finnlands. Botaniska Notiser 111, pp. 353—368.

Karppelin, Simo and Laukkanen, U. K. 1958. Silica in Spruce Stand Humus. (In Finnish.) Unpublished Thesis for Bachelor of Forestry degree. Archives of Inst. of Silviculture, Helsinki University.

Keränen, J. 1942. *Refer.* Wärmehaushalt und Temperatur als agrarklimatologische Faktoren in Finnland. Terra 54, pp. 132—151.

Langlet, Olof, 1936. *Refer.* Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima. Medd. Stat. Skogsförsöksanstalt 29.4.

Lunelund, Harald, 1941. In Finnland eingestrahlte Wärmemengen. Soc. Scient. Fenn., Comm. Phys.-Math. XI: 2, 1943.

Müller, D. 1928. Die Kohlensäureassimilation bei arktischen Pflanzen und die Abhängigkeit der Assimilation von der Temperatur. Planta 6, pp. 22—39.

Oinonen, Eino, 1961. Die Ameisenhaufen als Wuchsplätze von Bäumen und als Dolmetscher der Geschichte des Waldstandortes. Waldhygiene 4, pp. 67—79.

Sarvas, Risto, 1952. *Refer.* On the Ecology of Dry Moss-lichen Forests in North Finland. Comm. Inst. Forest. Fenn. 41.1.

Sirén, Gustaf, 1961. Skogsgränstallen som indikator för klimafluktuationerna i norra Fennoskandien under historisk tid. Comm. Inst. Forest. Fenn. 54.2.

Tamm, Olof, 1940. Den nordsvenska skogsmarken. Stockholm.

Viro, P. J. 1947. *Refer.* The Mechanical Composition and Fertility of Forest Soil Taking into Consideration Especially the Stoniness of the Soil. Comm. Inst. Forest. Fenn. 35.2.

—»— 1951. Nutrient Status and Fertility of Forest Soil. I. Pine Stands. Ibid. 39.4.

—»— 1961 a. Evaluation of Site Fertility. Unasylva 15.2.

—»— 1961 b. Methods of Chemical Analysis for Site Evaluation. Paper read at IUFRO Congress in Vienna. In print.

Wareing, P. F. 1956. Photoperiodism in Woody Plants. Ann. Rev. Plant Physiology 7, pp. 191—214.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.10
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.10
Helsinki 1962

EINIGE BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE KERNRISSE BEI DER BIRKE

PAAVO ARO

Kernrisse bei angezeichnetem Furnierholz

Weil frühere Untersuchungen bereits zeigten, dass der Tatsache zum Trotz, dass der Kernriss bei der Birke überaus allgemein ist, nicht alle Birken beim Fällen oder Ablängen im Kern reissen, wurden in zwei angezeichneten Furnierholzbeständen Untersuchungen darüber vorgenommen, ein wie grosser Teil der angezeichneten und gefällten Stämme beim Fällen Kernrisse aufwies. Zugleich versuchte man zu klären, ob die Art der Birke, die Grösse des Baumes und dessen Gesundheit Einfluss auf die Rissbildung sowie auf die Grösse der Risse ausüben. Der eine angezeichnete Bestand von 254 Stämmen befand sich im Dorf Mäntsälä, Gemeinde Mäntsälä, der andere von 61 Stämmen im Dorf Vääksy, Gemeinde Asikkala.

Die Stämme der angezeichneten Bestände gliederten sich in Brusthöhendurchmesserklassen nach der nachstehenden Aufstellung.

D 1.3, cm	Mäntsälä		Vääksy	
	Alle Bäume	Rissige Bäume	Alle Bäume	Rissige Bäume
	Anzahl der Bäume			
21	5	3	—	—
23	44	25	—	—
25	76	36	4	3
27	51	28	10	6
29	44	32	16	12
31	18	11	9	5
33	11	5	8	5
35	2	2	5	3
37	2	1	3	2
39	1	—	6	3
Insg.	254	143	61	39

3258—62

Die Aufstellung zeigt, dass die Stämme in Vääksy im Durchschnitt etwas stärker waren als in Mäntsälä. Die mittlere Stärke in der Brusthöhe betrug für erstere 31.1 cm, für letztere 27.5 cm.

Tabelle 1. Güte der gemessenen Furnierbirken sowie Grösse der Beschädigungen und Länge der Risse.

	Gemessene Bäume										Mittlere Grösse der Beschädigung, cm		Risslänge, cm	
	Insgesamt		Gesund		Beschädigt		Heil		Rissig					
	St.	%	St.	%	St.	%	St.	%	St.	%	Beschädigt	Rissig	Alle Bäume	Rissige Bäume
Mäntsälä														
Weissbirke	186	73.2	46	24.8	140	75.2	92	49.4	94	50.6	3.4	1.7	2.6	5.1
Moorbirke	68	26.8	32	47.1	36	52.9	19	27.9	49	72.5	3.7	1.2	4.6	6.9
Insg.	254	100.0	78	30.7	176	69.3	111	43.6	143	56.4	3.5	1.5	3.6	6.0
Vääksy														
Weissbirke	35	57.4	1	2.9	34	97.1	16	45.7	19	54.3	6.2	4.3	3.4	6.2
Moorbirke	26	42.6	11	42.3	15	57.7	6	23.1	20	76.9	7.6	2.8	6.1	7.9
Insg.	61	100.0	12	19.7	49	80.3	22	36.1	39	63.9	6.9	3.5	4.8	7.1

Aus der Tabelle 1 ist ersichtlich, ein wie grosser Teil der Stämme Weissbirken bzw. Moorbirken sind, wie viele darunter gesund bzw. beschädigt oder aber heil bzw. rissig sind. Für die Tabelle sind auch die mittlere Grössen der Beschädigungen in beschädigten und rissigen Bäumen sowie die mittlere Länge des Risses in allen Bäumen des Materials sowie in rissigen Bäumen berechnet. In der Struktur der angezeichneten Bestände lassen sich deutliche Unterschiedlichkeiten erkennen. Die in Mäntsälä angezeichneten Bäume enthalten erheblich mehr Weissbirken, vor allem gesunde Weissbirken, als die in Vääksy angezeichneten, wo fast alle Weissbirken beschädigt waren. Als beschädigt sind Stämme angegeben, deren Schnittfläche feste oder weiche Fäule oder Wunde aufwies. Der grösste Durchmesser eines solchen Fehlers wurde jeweils aufgezeichnet. Unter den Moorbirken in jedem der beiden angezeichneten Bestände gibt es verhältnismässig ebenso viele gesunde und beschädigte Stämme. Bemerkenswert ist, dass rissige Stockenden in jedem der beiden Bestände verhältnismässig fast genau so häufig vorkommen, in Vääksy vielleicht ca. 5 % mehr für sowohl Weissbirke als Moorbirke. Die Zahl der rissigen Stockenden ist jedoch für die Moorbirke in beiden Beständen etwas mehr als 20 % höher als für die Weissbirke. Auch für letztere beträgt die Zahl der rissigen Stämme mehr als 50 % der gesamten angezeichneten Weissbirken. Vorstehend wurde bereits festgestellt, dass die Weissbirken in Vääksy fast durchgehend beschädigt sind. Die mittlere Grösse der Beschädigung anzeigende Zentimeterzahlen lassen erkennen, dass

die Beschädigungen in den Birken von Vääksy, und zwar sowohl in Weissbirken als auch in Moorbirken, etwa zweimal grösser waren als in den Birken von Mäntsälä.

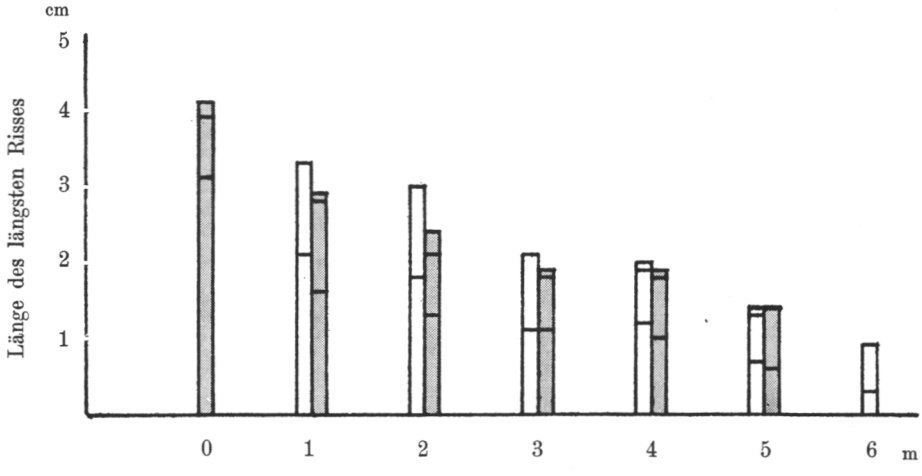
Wie bereits früher bewiesen, kommen in den Schnittflächen der Birke, die weiche Fäule aufweisen, in der Regel keine Risse vor. Die feste Fäule, die sowohl ihrer Härte (ihrem Fäulnisgrad) als auch ihrem Umfang nach erheblich schwanken kann, wirkt risshemmend, wenn ihr Fäulnisgrad der weichen Fäule sich anzunähern beginnt und sie umfangreich ist. Eine im Beginnstadium befindliche feste Fäule von geringen Umfang wirkt sich nicht auf Risse aus. Manchmal erscheinen in ähnlichen Schnittflächen mit fester Fäule Risse, manchmal wieder nicht, ganau wie in den Schnittflächen gesunder Bäume. Das Vorstehende wird eindeutig durch die mittleren Grössen der Beschädigungen der rissigen Bäume bestätigt; diese mittleren Grössen sind erheblich geringer als diejenigen der beschädigten Bäume.

Eine Betrachtung der Länge des Kernrisses erweist, dass diese bei den Moorbirken bedeutend grösser war als bei den Weissbirken, und bei den Bäumen in Vääksy etwas grösser als in Mäntsälä.

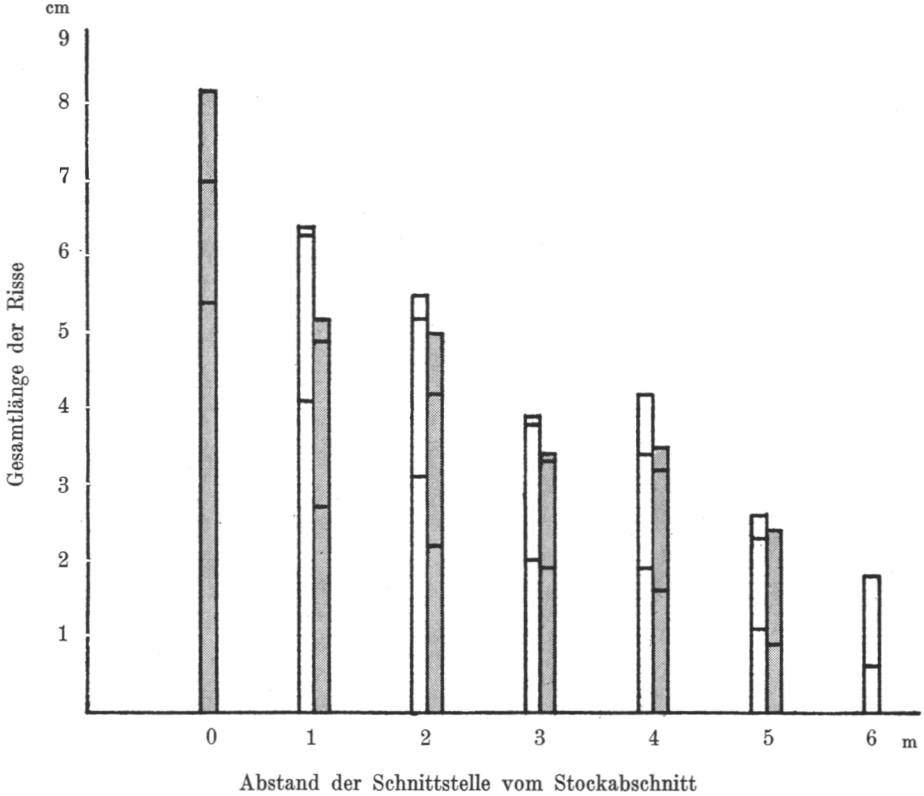
Die vorstehend besprochenen Ergebnisse weisen darauf hin, dass Weissbirken häufiger am Stockende beschädigt sind als Moorbirken, woraus wiederum folgt, dass unter ihnen spärlicher Stämme mit Kernrissen auftreten als unter den Moorbirken. Da jedoch in angezeichneten Beständen die Zahl der rissigen Weissbirkenstämme mehr als 50 % und die Zahl der Stämme von Moorbirken mehr als 70 % der Anzahl der angezeichneten Bäume beträgt und uns von früher her bekannt ist, dass die Risse sich vergrössern und sogar an der Zahl zunehmen während der nachfolgenden Bearbeitungsphasen, so kann man sagen, dass die Kernrissbildung ihrer Häufigkeit und ihrer Beschaffenheit nach ein das Schälergebnis verringernde Fehler im Furnierrohstoff ist.

Kernrisse in den einzelnen Birkenstämmen

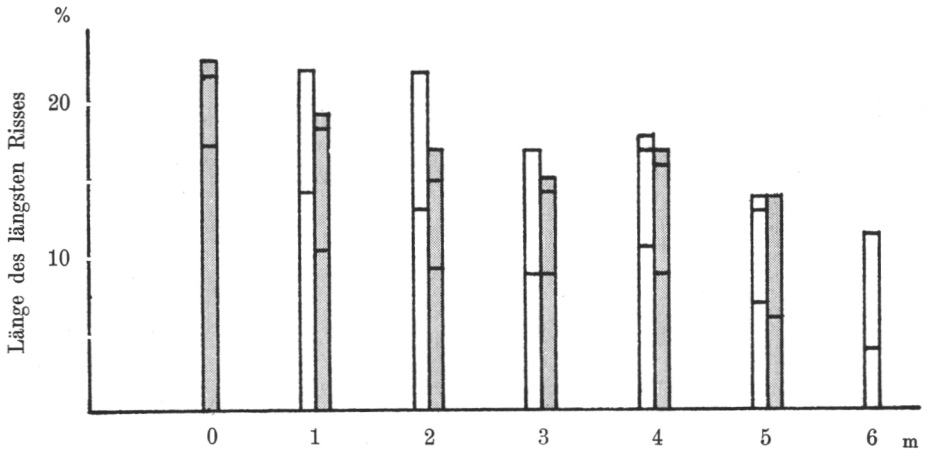
Da die von der vorstehend beschriebenen Untersuchung erfassten Bäume von Vääksy durchscnittlich grösser waren als die Bäume von Mäntsälä und da das Verhältnis der Länge des Kernrisses der rissigen Bäume zum Durchmesser des Mittelstammes bei den Bäumen von Vääksy 23.1 % und bei den Bäumen von Mäntsälä 22.4 % beträgt, und da die entsprechenden Verhältniszahlen für sämtliche Bäume 14.9 % und 13.1 % sind, scheint es, als ob die länge der Kernrisse bei zunehmender Baumgrösse ebenfalls zunehme. Eine ähnliche Zunahme der Risslänge konnte jedoch weder an Hand des Materials des einen noch des anderen angezeichneten Bestandes eindeutig bestätigt werden. Einige andere, in Ruotsinkylä durchgeführte Versuche,



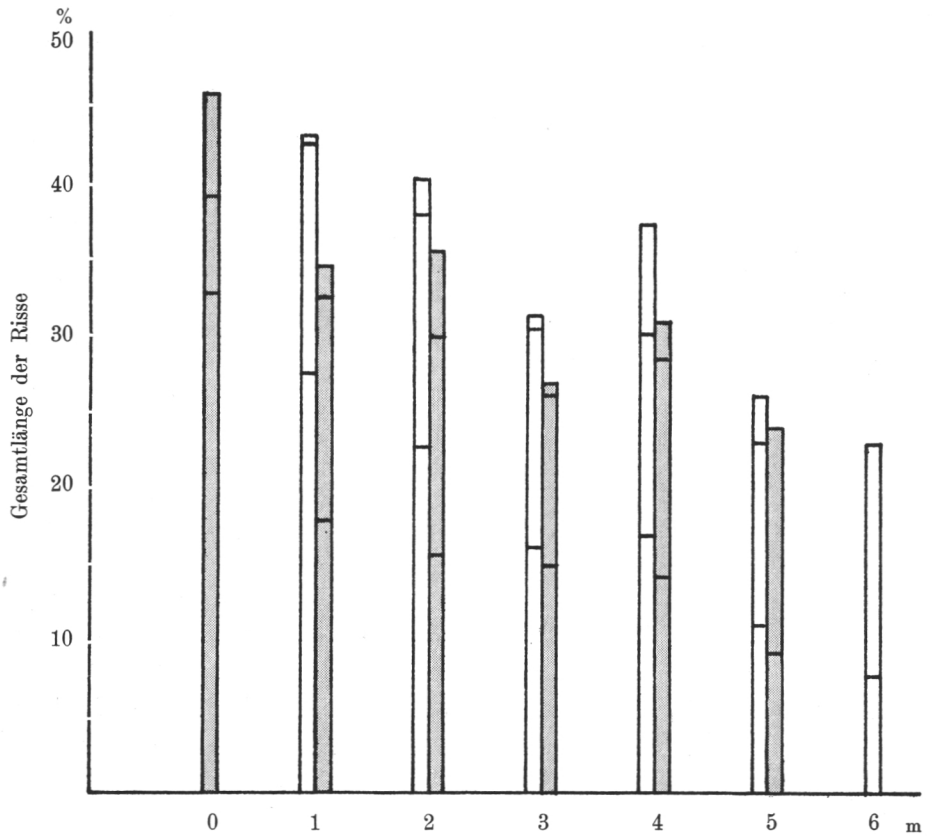
Zeichnung 1. Absolute Länge des längsten Risses zu verschiedenen Messzeitpunkten vom Stockende ausgehend am Stock- und Zopfende der in 1 m Abständen abgelängten Brennholsstücke.



Zeichnung 3. Absolute Gesamtlänge der Risse zu verschiedenen Messzeitpunkten vom Stockende ausgehend am Stock- und Zopfende der in 1 m Abständen abgelängten Brennholzstücke.



Zeichnung 2. Relative Länge des längsten Risses zu verschiedenen Messzeitpunkten vom Stockende ausgehend am Stock- und Zopfende der in 1 m Abständen abgelängten Brennholzstücke.



Zeichnung 4. Relative Gesamtlänge der Risse zu verschiedenen Messzeitpunkten vom Stockende ausgehend an Stock- und Zopfende der in 1 m Abständen abgelängten Brennholzstücke.

für die die Ergebnisrechnung noch nicht vollendet ist, weisen jedoch darauf hin, dass Kernrisse am Stockende kleiner Bäume tatsächlich sowohl absolut als auch relativ kleiner sind als am Stockende grosser Bäume.

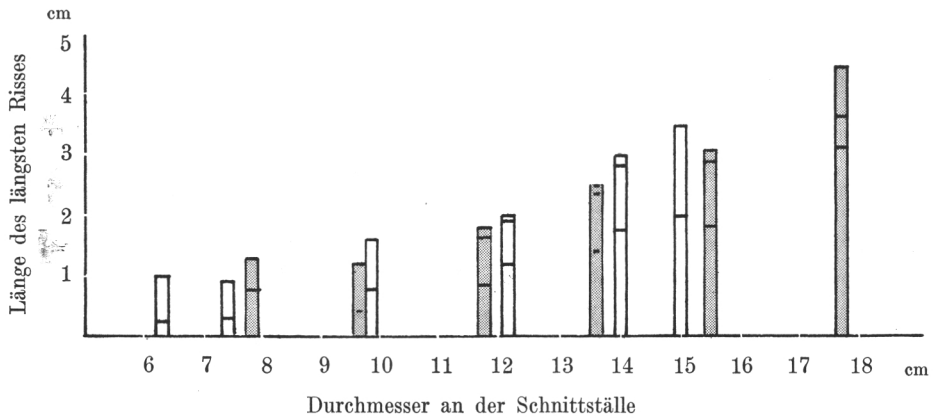
Die Frage, wie die Risslängen in den einzelnen Birkenstämmen wechseln, versuchte man durch einen kleinen Versuch zu klären, der auch in Ruotsinkylä gemacht wurde. Am 8. Juni 1960 wurden fünf Brennholzstämme gefällt, welche alle Moorbirken waren. Anschliessend wurden die Stämme unmittelbar in 1 m Rundstücke abgelängt, und bei jedem Block wurden sowohl am Stockende als am Zopfende der längste Riss und die Gesamtlänge der Risse gemessen. Nach den Messungen wurden die Rundstücke in Kreuzstapel aufgesetzt, und die Rissmessungen wurden nochmals am 13. Juli 1960 und zum dritten Mal am 28. August desselben Jahres wiederholt. Es wurden im ganzen 34 Rundstücke. Zum Durchmesser dieser Stockschnittflächen bekam man 13.1 cm, der sich bei einer 2 cm Klassifizierung in Durchmesserklassen zwischen 7—8 cm und 23—24 cm gliederte, und zum mittleren Durchmesser der Zopfschnittflächen 11.2 cm mit einer entsprechenden Gliederung in Durchmesserklassen zwischen 5—6 und 19—20 cm. Das gemessene Rundstückmaterial wurde derart in Gruppen von je 5 Blöcken geteilt, dass jede Gruppe aus jeweils an gleicher Stelle der einzelnen Stämme abgeschnittenen Stücke zu bestehen kam. Es wurden sechs Gruppen. Von der Bearbeitung ausgeschlossen wurden vier Zopfstücke von solchen Stämmen, die mehr als fünf Stücke geliefert hatten. Mit Hilfe dieser Gliederung können Risslängen an den Enden der Rundstücke in Richtung vom Stock zum Zopf zu verschiedenen Messzeiten beobachtet werden. Die mittleren Durchmesser der Stücke am Stockende sind vom Stockende ausgehend 17.8 cm, 15.0 cm, 14.0 cm, 12.6 cm, 11.2 cm und 10.0 cm. Die entsprechenden mittleren Durchmesser am Zopfende sind 14.8 cm, 13.6 cm, 12.4 cm, 11.2 cm, 10.0 cm und 7.8 cm. Die Messergebnisse betreffs Risse zu verschiedenen Zeitpunkten sind in den nachstehenden Zeichnungen durch Säulendiagramme wiedergegeben, in denen die dunkelgefärbten Säulen Risslängen am Stockende, die hellen Säulen Risslängen am Zopfende der Rundstücke zeigen. Die Querstriche an den Säulen geben zu den einzelnen Messzeitpunkten festgestellte Längenwerte. Zeichnung 1 zeigt die Länge des längsten Risses, Zeichnung 3 die absoluten zahlenmässigen Werte der Gesamtlänge der Risse. In Zeichnungen 2 und 4 sieht man die entsprechenden relativen zahlenmässigen Werte. Mit dem längsten Riss wird der Riss oder ein Teil des Risses gemeint, der vom Kern ausgehend sich am längsten nach der Oberfläche zu erstreckt. Die Zeichnungen lassen erkennen, dass bei gleich nach dem Fällen abgeschnittenen Rundstücken, sowohl am Stock- als auch am Zopfende, der längste Riss und die Gesamtlänge der Risse, deren zahlenmässige Werte am ersten Querstrich der Säulen zu sehen sind, in Richtung vom Stock zum Zopf sowohl absolut als auch relativ sinken. Dieselbe Erscheinung wiederholt sich

auch in den zahlenmässigen Werten des zweiten Messzeitpunktes, weil die Risse bis zum zweiten Messzeitpunkt bei jedem einzelnen Stück ungefähr ebenso viel abgenommen haben. Bis zum dritten Messzeitpunkt war die Zunahme der Risslängen sehr ungleichmässig, aber doch so gering, dass sie keinen Einfluss auf die beobachtete Korrelation hatte.

Da die Bäume von etwas verschiedener Stärke waren und in der vorstehend beschriebenen Gliederung die Blöcke je nach dem Teil des Stammes, von dem sie herrührten, in dieselbe Gruppe gebracht wurden, so kamen Rundstücke verschiedener Stärke darein. Durch eine Umgliederung der Stücke in 2 cm Durchmessergruppen, so dass die Stücke von gleicher Stärke in dieselbe Gruppe kamen, konnte die Korrelation zwischen Risslänge und Stückdiameter beobachtet werden. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind in Zeichnungen 5, 6, 7 und 8 wiedergegeben. Aus den Zeichnungen, die nach demselben Prinzip wie die vorigen ausgearbeitet sind, erhellt, dass sowohl die absoluten als auch die relativen Längen der Risse im Augenblick des Ablängens umso grösser sind, je grösser der Durchmesser. Wenn nach der ersten Messung eine ungefär gleich grosse Zunahme der Risslängen in allen Durchmesserklassen zu verzeichnen war, so waren die absoluten Risslängen auch zum zweiten Messzeitpunkt umso grösser, je grösser der Durchmesser. Die Abhängigkeit der relativen Risslängen vom Durchmesser ist nicht ganz so eindeutig wie die Abhängigkeit der absoluten Längen. Bis zum dritten Messzeitpunkt haben sich die Risslängen unregelmässig entwickelt.

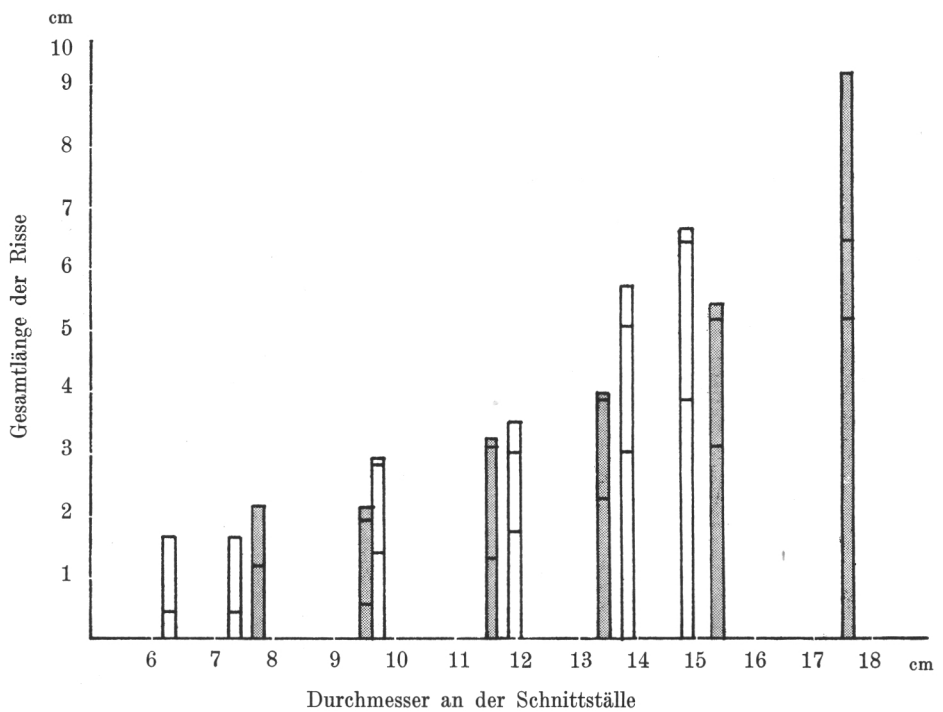
Die vorstehend erläuterten Zeichnungen lassen ferner die Tatsache deutlich erkennen, dass in allen Rundstücken die Risse im Laufe des ersten Zeitabschnitts vom Ablängen bis zum zweiten Messzeitpunkt grösser geworden sind, welcher Zeitabschnitt mehr als einen Monat betrug. Im Laufe des zweiten Zeitabschnitts hingegen, der ungefähr gleich lang war, hatten lediglich an zehn Stücken die Stockendrisse und an acht Blöcken die Zopfendrisse etwas zugenommen. Die Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass die Rissbildung nicht bis ins Unendliche fortschreitet, sondern wenigstens in Brennholzstücken nach einiger Zeit, in diesem Fall in etwa einem Monat, aufhört. In gewissen Fällen kann geringe Rissbildung auch nachträglich vorkommen, hier aber bereits ausschliesslich durch das Trocknen des Holzes verursacht werden, dessen Einfluss während des ersten Monats bereits in einigen Ausmass eintreten kann.

Bei einem Vergleich der Risslängen am Stockende und am Zopfende in den angeführten Zeichnungen scheint es, als ob die Risse am Zopfende etwas grösser seien als am Stockende. Von welchem Belang ein eventuelles Abästen in diesem Zusammenhang sein mag, geht aus diesem Material nicht hervor (vgl. S. 10).

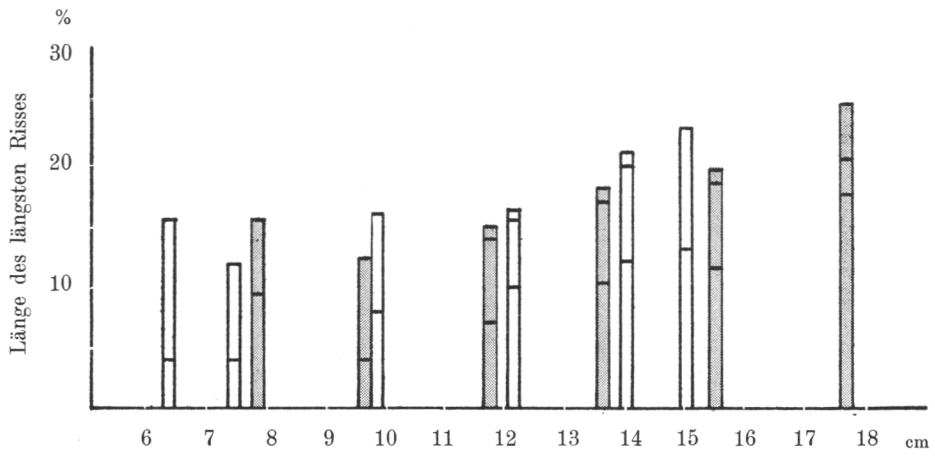


Zeichnung 5. Absolute Länge des längsten Risses zu verschiedenen Messzeitpunkten in verschieden starken Brennholzstücken.

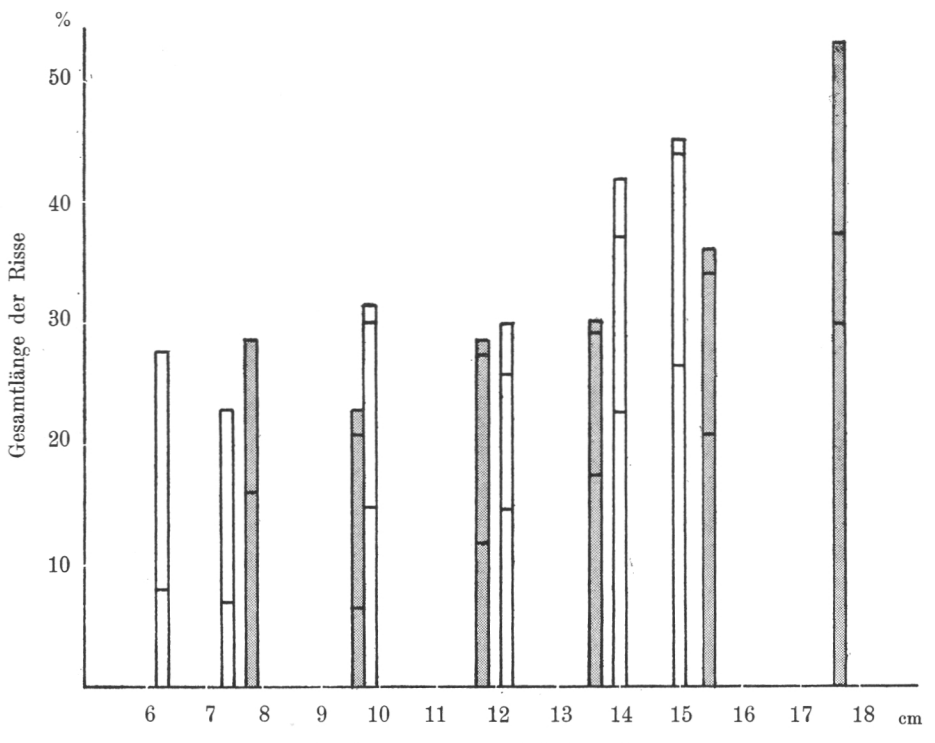
Ein Beispiel dafür, wie die Risslänge im Furnierteil des Birkenfurnierholzstammes in Richtung vom Stock zum Zopf in 1 m Abständen wechselt, liefert die nachstehende Aufstellung. Der Stamm wurde in 1 m lange Rundstücke abgelängt gleich im Anschluss an die Fällung und die Risse 6 Tage nach dem Ablängen gemessen.



Zeichnung 7. Absolute Gesamtlänge der Risse zu verschiedenen Messzeitpunkten in verschieden starken Brennholzstücken.



Zeichnung 6. Relative Länge des längsten Risses zu verschiedenen Messzeitpunkten in verschieden starken Brennholzstücken.



Zeichnung 8. Relative Gesamtlänge der Risse zu verschiedenen Messzeitpunkten in verschieden starken Brennholzstücken.

Rundstück, Nr	D ½, cm	Risslänge, cm Stockende	Zopfende
1	23.5	14.1	11.1
2	22.9	12.7	13.1
3	22.5	11.7	13.6
4	21.3	15.0	12.5
5	21.1	8.8	7.9
6	18.8	3.5	7.8
7	18.7	8.2	11.9
8	17.7	4.6	4.2
9	16.5	4.7	3.1
10	15.7	6.4	2.6

Die Aufstellung zeigt, dass der Riss umso kürzer ist, je höher nach dem Zopf zu man sowohl betreffs der Stockenden als der Zopfenden der Rundstücke kommt. In Zahlreihen treten jedoch sogar bedeutende Abweichungen von der Regelmässigkeit auf. Diese können von der Ästigkeit der Blöcke herrühren. Es scheint nämlich, als ob die inneren Spannungen im Holz zu einem Teil durch die Abästungsflächen zur Lösung kämen. Das mag einer der Gründe dazu sein, dass an den Schnittstellen von ästigen Stämmen manchmal das Zopfende des vorigen Rundstücks schwerere Rissbildung aufweist als das Stockende des nächsten Stücks, manchmal wieder umgekehrt, je nach dem, zu welchem Stück die entfernten Äste gehören. Stücke mit zahlreichen und grossen Ästen zeigen geringere Neigung zur Rissbildung als Stücke mit wenigen und kleinen Ästen.

Auch wenn in den vorstehend besprochenen Versuchen nur wenige Beobachtungen gemacht worden sind, liefern die Ergebnisse jedoch ein recht klares Bild von dem Auftreten der Kernrisse und dem Wechsel der Risslänge. Die Versuche zeigen, dass es innere Spannungen, bei deren Lösung die Kernrisse entstehen, auch in Brennholzstämmen gibt, welche kleiner sind als die Furnierholzstämme. Die Kraft der Spannung scheint jedoch umso grösser zu sein, je stärker der Baum ist. Die Versuchsergebnisse stützen auch die durch frühere Untersuchungen entstandene Auffassung, dass die Spannungen sich nur in der Nähe der Schnittstellen lösen, in anderen Teilen des Stammes bzw. des Rundstückes aber bestehen bleiben und in Richtung vom Stockende zum Zopfende an Kraft abnehmen.

Literatur:

A r o, P a a v o. 1960. Koivuvaneritukkien ja sorvipölkkyjen halkeaminen. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 52.4 und in dem Literaturverzeichnis dieser Veröffentlichung angegebene Literatur.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.11
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.11
Helsinki 1962

THE DEVELOPMENT OF THE TREE SPECIES COMPOSITION OF THE FORESTS OF SOUTHERN FINLAND DURING THE PAST TWO THOUSAND YEARS

RISTO SARVAS

The findings from the National Forest Inventories conducted under the direction of Ilvessalo (Ilvessalo 1956) provide a highly detailed, precise picture of the structure and development of the growing stock of Finland's forests from 1921 to the present. These results are of great immediate consequence, especially for practical forestry, but in addition they afford abundant material for the examination of many theoretical questions. For example, the comprehensive and reliable picture, though indeed brief with regard to time lapse, which they give of the dynamic trend of the tree species composition of the forests in the climate of Finland provides a tempting base for an endeavor to extrapolate the picture farther back in time.

It is clear, however, that such an extrapolation would soon involve hypothetical conclusions and even sheer speculations unless there were other sources of information as well.

Of great importance is the information available on the development of the over-all climate. In the studies on climate much use has been made of subfossil plant remains, for example, forest tree pollen in peat. The research work involving the analysis of pollen, which has been carried on during the last thirty years in Finland as well as in many other countries, represents, in fact, a tremendous concentration of scientific effort. One result is the broad and in already many respects established concept of the

---

The author wishes to express here his sincere thanks to Esa Hyyppä, Ph. D., and Martti Salmi, Ph. D., who have given valuable advice and assistance in the special questions of peat geology. In the investigations on the pollen production of spruce great benefit has been derived from the seed crop investigations being carried on in the Forest Research Institute with the funds granted under United States Public Law No. 430, 83rd Congress, which the author here recognizes with much gratitude. The Finnish manuskript has been translated into English by Mrs. Diana Kanerva and Mr. Pentti Kanerva, for which I express my sincere thanks.

3251—62

proportions in which the pollen of various plants and especially of forest trees appears in the peat layers of the post-glacial periods.

It naturally follows that there has been an endeavor to use the results thus obtained in outlining the development of post-glacial vegetation, especially forests. The interpretation of the pollen analyses is complicated, however, by the many deficiencies still present in the information necessary for the interpretation. For example, the question of whether the pollen grains of different plants decompose at the same rate is still open. It has generally been assumed that the differences in any case are not very great, but this supposition would definitely require examination, particularly since it is already known that the pollen of some tree species, e.g. aspen, decomposes and disappears from the peat quite rapidly. As the species composition of stands on swamps is generally different from that on firm lands, and has apparently always been so, the question arises as to whether the samples taken from swamps can represent sufficiently well the forests as a whole and whether, for example, there are grounds to suspect that the swamps' own tree species as well as such tree species as grow particularly at the edges of swamps become over-represented in the pollen analyses. Furthermore, one must ask whether there is a danger that the firm-land tree species, whose pollen is easily dispersed by the wind, are better represented in the pollen analyses than those tree species whose pollen is not carried so well by the wind — or vice versa. Since the investigations into the pollen crop of forest trees which were carried out in the Forest Research Institute of Finland during recent years have further uncovered the fact that there are considerable differences in the pollen production of different tree species, greater differences apparently than was previously supposed, it leads one to ask what effect this has in the interpretation of the pollen analyses.

In this minor investigation primary attention has indeed been given to just this last-mentioned question, that is, the effect of the differences in pollen production of different tree species. The other problems mentioned above are touched upon only to the extent in which the research now conducted can provide additional information.

The information, used in the present investigation, on the pollen crop of different tree species is based on investigations carried out in pure, mature forests. Metal funnels have been set up in these forests with from 6 to 10 funnels per sample stand. The size of the mouth opening in the top of the funnels has varied from 0.05 m^2 (in birch and alder stands) to 0.5 m^2 (in pine and spruce stands). To the base has been attached a cloth bag which is emptied at one-month intervals. In the laboratory the remains of the male flowers are separated from the litter which has accumulated in the bags. These male flower remains are dried at a temperature of +105°C. and are weighed. Statistical analysis has indicated that a measurement series of at

least five years' duration has given the mean annual quantity of male flower residue in the sample stands with a relative error smaller than 10 % at the 95 % confidence level.

These studies are supplemented by the experiments designed to determine a coefficient (k) by which the quantity of male flower residue is to be multiplied in order to obtain the quantity of pollen shed by them. The experiments have been conducted in such a way that in the spring, a few days before the anthesis of the male flowers in the tree species being studied, a great number of branches containing male flower buds have been collected and the buds have been forced in the laboratory under isolation to bloom. The released pollen has been gathered, dried at +105°C., and weighed. In addition, the remains of male inflorescences have been weighed. In weighing the remains care has been taken, of course, to make sure that just those parts of the remains are weighed which also accumulate in the bags of the funnels in the measurements carried out in the forest. The ratio between the weights obtained for the shed pollen and the residue is the desired coefficient. By carrying out several experiments in different years and from samples taken from different kinds of stands the following mean values for k have been obtained: *Pinus silvestris* 0.75 ± 0.03, *Picea Abies* 1.97 ± 0.19, *Betula verrucosa* and *B. pubescens*, between which there seems to be no significant difference, 0.27 ± 0.01.

The results of the subfossil pollen analyses are expressed as the number of grains. Therefore, in order to be able to calculate the pollen production as number of grains from the male flower residue production, it is necessary to know, in addition to the coefficient (k) now discussed, the weight of the pollen grains of the different tree species.

The best-known determinations of pollen weight for some European tree species are perhaps those by P o h l (1937, p. 116). According to him, the weight of a pollen grain of *Pinus silvestris* is in 1 % humidity $18.390 \cdot 10^{-9}$ g., of *Picea Abies* $72.760 \cdot 10^{-9}$ g., and of *Betula verrucosa* $6.093 \cdot 10^{-9}$ g. More recently, E i s e n h u t (1961, p. 23) has published results from his determinations of the pollen weights of certain tree species. According to him, a *Pinus silvestris* pollen grain weighs $13.1 \cdot 10^{-9}$ g. and *Picea Abies* $110.8 \cdot 10^{-9}$ g. Because P o h l's and E i s e n h u t's results differ considerably, it seemed necessary to make at least some weight determinations with North-European pollens also. As these determinations agreed more closely with P o h l's than with E i s e n h u t's results, in the following P o h l's weights have been used. Since P o h l has not published information on the weight of the pollen of *Betula pubescens*, however, the results of these new determinations for the pollen of the birches have been used. These gave for the weight of one pollen grain of *Betula verrucosa* $7.38 \cdot 10^{-9} \pm 0.23 \cdot 10^{-9}$ g. and for *Betula pubescens* $12.1 \cdot 10^{-9} \pm 0.01 \cdot 10^{-9}$ g. — Now it can be noted that

the difference obtained for the weights of the pollen grains of these two species of birch compares well with the difference in their volumes as presented by K u j a l a (1946, p. 14) (the volume of a pollen grain of *Betula verrucosa* is about 68 % of that of *B. pubescens)*. Both the results of the measurements now carried out and the differences in the results published by P o h l and E i s e n h u t indicate that there is need for much more exact information on the pollen weights of different tree species and also for clarity on the extent to which pollen's weight varies with site fertility and geographical races. For the purposes of the present investigation, for example, more precise information would have been very desirable.

The dependence of pollen production on fertility of site has been determined by calculating the regression of the annual mean values of male flower residue on dominant height of the stand at maturity (cf. S a r v a s 1962, p. 18—24, where more information on the variation in the measuring results is given). This has been done by fitting a straight line to the observations plotted on a logarithmic scale by the method of least squares. The following equations for the regression of the mean annual production (in grams) of the male flower residue on the dominant height (in meters) of the stand at maturity *(Pinus silvestris* and *Picea Abies* 100 years, *Betula verrcosa* 80 years, and *Betula pubescens* 60 years) have been obtained:

$$\begin{aligned} &\textit{Pinus silvestris} && y = 10^{-5} \cdot x^{4} \\ &\textit{Picea Abies} && y = 10^{-6} \cdot 3.1 \cdot x^{4} \\ &\textit{Betula verrucosa} && y = 10^{-3} \cdot x^{2.6} \\ &\textit{Betula pubescens} && y = 10^{-3} \cdot 7.1 \cdot x^{2.1} \end{aligned}$$

Using these equations and employing coefficient k to convert the quantities of residue into quantities of pollen (in grams) and these further, by taking into account the weight of the pollen grains, into number of pollen grains, the diagrams presented in Figures 1—4 are obtained giving the regression of the pollen production in grains per sq. mm. and per cu. m. on the dominant height of the stand.

In investigating the pollen production of forest trees there have appeared, however, also new factors having bearing on the interpretation of the subfossil pollen analyses. It has especially proved necessary to give attention to the injuries to male flowers caused by certain insects. Because of injuries the actual pollen crop often remains considerably less than the potential crop presented in Figures 1—4.

The injuries have been greatest in the male catkins of birch. The main cause of injuries has been the birch catkin moth *Argyresthia goerdartella* L. and the butterfly *Epiblema bilunana* Hw. The extent of the damage has varied greatly from region to region and also from year to year. In the maritime coastal region (Helsinki, Tuusula) the injuries have on the average

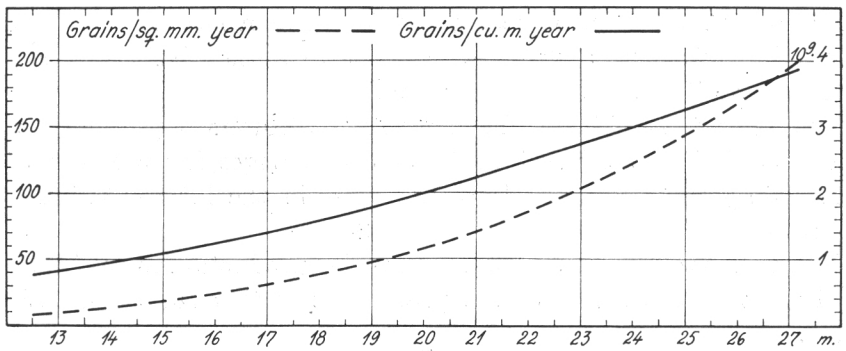


Figure 1. The regression of the pollen production of a mature (approx. 100 years) stand of *Pinus silvestris* on the dominant height of the stand. Pollen production has been calculated as number of pollen grains per mm^2 of ground surface and also per m^3 (incl. bark) of growing stock.

resulted in the destruction of approximately 80 % of the potential pollen crop. The differences between various regions of the more continental inland area have not been significant. They have averaged about 18 %.

In extracting the pollen from the male flowers of spruce, a great deal of small larvae has appeared mixed in with the pollen. The larvae live in the male flowers and apparently obtain their nutrition from the developing pollen. For example, in a representative sample of the male flowers of sample stand XXX in Tuusula studied with a wide-field microscope in spring 1960, there were larvae in 19 % of the male flowers. To a lesser extent there were

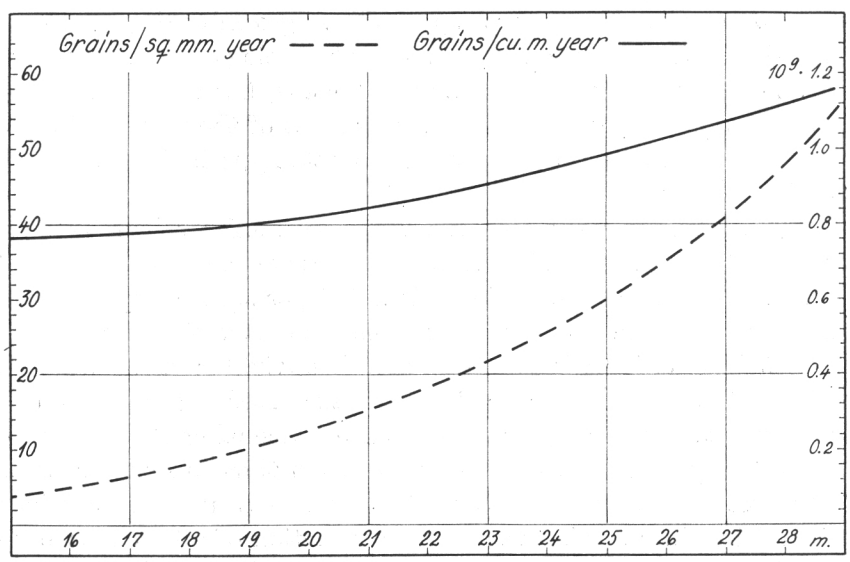


Figure 2. The regression of the pollen production of a mature (approx. 100 years) stand of *Picea Abies* on the dominant height of the stand.

larvae also in pine pollen. For the present it has not been possible to determine the loss of spruce and pine pollen due to these injurious insects, but on the average it is probably rather small.

Since the extent of insect damage to male flowers apparently depends on the type of climate and varies with climatic changes, it represents a factor of uncertainty that is especially troublesome in the interpretation of the pollen analyses.

The attempt to apply the findings on pollen production to the interpretation of the pollen analyses of the peat raises further several questions of forestry.

It must first be pointed out that the available information on the pollen crop of various tree species concerns only mature or nearly-mature forests. Our knowledge of the pollen crop of younger stands is still incomplete. It can, however, be noted that the pollen crop of forests which are not mature is generally very much less than that of mature forests, for which reason the pollen counted in the analyses of peat undoubtedly originates mostly from mature forests. Also, the information gained from the pollen analyses on the relative abundance of various tree species for this reason concern chiefly only mature forests. Therefore left out of the picture are, for example, the stands of pine and birch seedlings arisen on extensive burned-over areas as well as spruce intermediate and undergrowths in pine and birch stands.

From Figures 1—4 it is obvious that the pollen crop of stands varies with the fertility of site. With the interpretation of the subfossil pollen analyses in mind, this would mean that we would have to know fairly well the kinds of site on which the different tree species have grown during different geological periods. Through the knowledge of the ecology of the species rather far-reaching assumptions can, of course, be made, but since our knowledge of the climate prevailing in Finland during most of the post-glacial periods is only broadly drawn and still in many respects hypothetical, they will not be very dependable.

As appears from Figures 1—4, the pollen production calculated per solid cubic meter of growing stock is considerably less dependent on the variations in site quality than the production calculated per sq. mm. of ground area. For this reason it seems appropriate to limit the inspection in the following to the past distribution of the growing stock of the forests by tree species. There is all the more reason to do so because seedling stands producing almost no pollen and young forests have a much smaller share in the cubic content of the growing stock of a certain region than in its total area.

The forestry-wise interpretation of the pollen analyses is considerably complicated by the fact that the pollen production of different tree species does not depend in the same way on the fertility of site. Of the tree species now examined, the pollen production of pine, expressed in grains per cubic

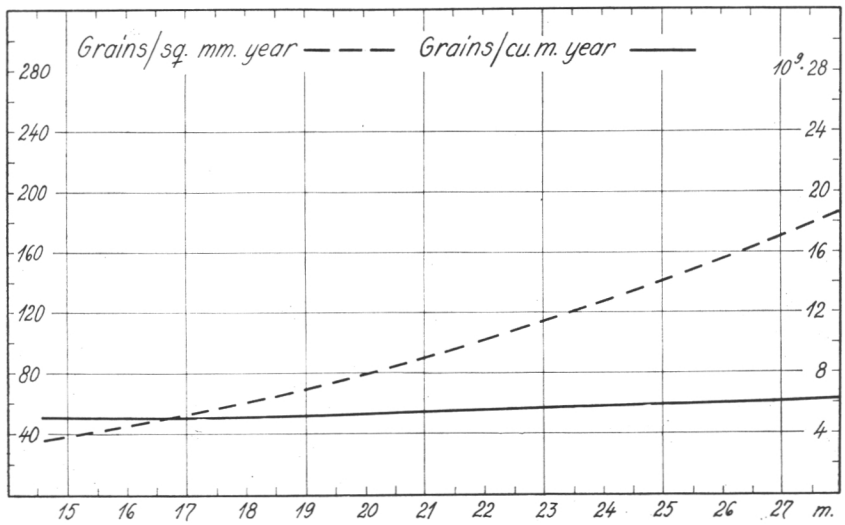


Figure 3. The regression of the pollen production of a mature (approx. 80 years) stand of *Betula verrucosa* on the dominant height of the stand.

meter of growing stock, varies most with site fertility, next is spruce, and least dependent is birch. Thus the relative proportions of the pollen productions of different tree species are not the same in regions with different climates or even in the same region during geological periods with different climates.

The close dependence of pollen production on site quality should also be examined from another point of view. Since swamps in general, and those swamps in particular which have formed the main basis for the pollen analyses used in the examination of the tree species composition over large areas, are of low fertility and in part comprise some of the most infertile sites, the pollen crop of their growing stock must be considered so small (cf. Fig. 1—4) as to have no great or anyway essential representation in the pollen buried in the peat. Here it ought also to be pointed out that apparently more pollen rains on swamps than on the surrounding firm forest lands. This is due to the fact that in the spring, when the trees flower, the cool swamps warm more slowly than the surrounding firm forest lands. Therefore there is less air turbulence, which is actually responsible for the support of the pollen, over the swamps than above the firm lands, and so the pollen precipitates downward. Perhaps even more important is that in the spring, as long as the swamps are colder than the surrounding lands, a clear downward movement of air masses is produced over the swamps as a counterbalance to the convection currents over the more quickly warming firm lands (cf. e.g., F r a n s s i l a 1949, p. 48). In this respect the swamps

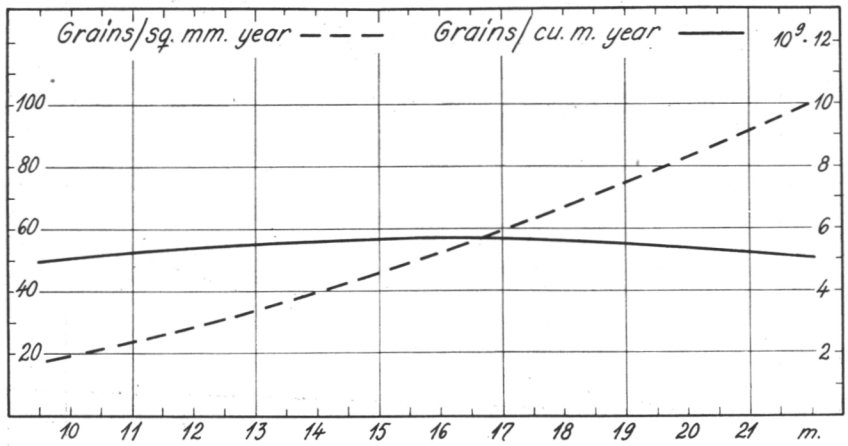


Figure 4. The regression of the pollen production of a mature (approx. 60 years) stand of *Betula pubescens* on the dominant height of the stand.

are comparable to lakes and seas (S a r v a s 1955). The points now brought out, namely, the very small pollen production of the swamps' own trees and the tendency of the swamps to »attract» pollen, are, of course, very positive in the interpretation of a subfossil pollen analysis.

In this connection attention ought also to be given to the marginal stands of swamps. Since these stands, in Finland usually Norway spruce and birch, often are essentially different from the true firm-land stands behind, the question arises as to what effect they have. Any precise answer to this question can scarcely be found at this moment, but undoubtedly the influence of marginal stands is at the edges and even in the centers of small swamps significant. In the middle parts of large swamps the influence of marginal stands apparently is of minor importance for the reason that the border stands most often form somewhat narrow marginal zone of trees with rather poor pollen crop because of low site fertility. Therefore, when it is desired to investigate earlier compositions of forests over broad areas, it would seem, however, proper to base the studies on the centers of medium-sized (about 1 km in diameter) swamps.

When the distribution according to tree species of the pollen accumulated in a certain peat layer and the relation between the pollen productions of the tree species are known, the percentages for the cubic contents of the respective tree species can readily be calculated from the percentages of the pollen analyses (of course, with all the above-mentioned reservations).

Before applying this method to the study of the tree species composition of past geological periods, one ought first to see what picture it gives of the present-day forests of Finland. For this purpose the author has selected a

Table 1. Pollen analyses of samples from the upper peat layer in Southern Finland.

Commune	Locality	Depth	Tree species			Author
		dm	*Pinus silvestris*	*Picea Abies*	*Betula spp.*	
			Pollen, %			
Liperi	Jaamankangas	—	84.5	7.5	8.0	Repo 1960, p. 186
Evijärvi	Valmossa	2—3	59.5	17.0	23.5	Valovirta 1960, p. 47
Köyliö	Ruotanansuo	2	50.0	10.9	39.1	Virkkala 1959, p. 10
Tyrvää	Hanhijärvi	1	53.6	14.6	31.8	» » , p. 30
Lappeenranta	Konnunsuo		25.0	—	75.0	Sauramo 1958, p. 163
Pusula	Löyttyjärvi	1	28.3	43.4	28.3	» » , p. 202
Humppila	Rautajärvi	1	45.7	5.4	48.9	» » , p. 230
Matku	Matkunjärvi	1	39.3	10.1	50.6	» » , p. 240
Renko	Lahmajärvi		50.5	5.3	44.2	» » , p. 247
Heinola	Taipale	1	52.9	15.4	41.7	» » , p. 271
Jämsä	Koukkulampi	3	62.2	8.9	28.9	» » , p. 287
Pihtipudas	Rintajankorpi	1	62.4	5.4	32.2	» » , p. 304
Ähtäri	Laajansuo	1	54.8	11.9	33.3	» » , p. 325
Puumala		1	50.5	2.1	47.4	» » , p. 339
Läskelä		0	22.9	2.1	75.0	» » , p. 348
Sortavala	Kirjavanlahti	1	39.0	7.8	53.2	» » , p. 349
Jaakkima	Kulinkumpu	1	45.0	—	55.0	» » , p. 350
Kontiolahti	Höytiäinen	2	61.7	—	38.3	» » , p. 392
Kuopio	Jänissalo	0	61.1	17.9	21.0	Donner 1957, p. 21
Kiukainen	Isosuo	1	52.9	16.5	30.6	Salmi 1955, p. 78
Pihlajavesi	Verkkoneva	1	63.2	13.8	23.0	Mölder and Salmi 1943, p. 80
Vähäkyrö	Murronneva	1	43.3	36.1	20.6	» » , p. 81
Soini	Naarusneva	1	62.2	15.3	22.5	» » , p. 84
Alavus	Löyönneva	1	80.0	10.0	10.0	» » , p. 85
Lapua	Kortesneva	1	66.7	16.7	16.6	» » , p. 86
Kauhava	Haapaneva	1	77.8	12.1	10.1	» » , p. 87
Pomarkku	Levissuo		39.8	15.3	44.9	Virkkala 1950, p. 37
Valtimo	Haapakylän suo	0	55.6	29.3	15.1	» 1948, p. 71
Lieksa	Peiponsuo	1	52.7	19.3	28.0	» » , p. 72
Koski	Vähäjärvensuo	—	51.5	19.6	28.9	Aurola 1938, p. 16
Marttila	Vähäniitynrahka	—	63.9	25.8	10.3	» » , p. 98
Marttila	Rajasuo	—	55.6	15.1	29.3	» » , p. »
Marttila	Haapaistenrahka	2	57.3	11.5	31.2	» » , p. »
Säkylä	Säkylänsuo	2	47.1	11.8	41.1	» » , p. 125
Viipuri	Pienjärvisuo	—	47.1	5.9	47.0	Hyyppä 1937, p. 15
Heinjoki	Kämäräsuo	—	49.4	8.8	41.8	» » , p. »
Utti	Haukkasuo	0	63.2	5.3	31.5	» » , p. 111
Kausala	Suursuo	0	55.6	16.7	27.7	» » , p. »
Taavetti	Likolampi	0	66.7	4.6	28.7	» » , p. 113
	Average		53.6	12.7	33.7	

group of pollen diagrams published in Finland in which the analysis has been extended to the surface layer (0—2 dm from the surface). In all, only 39 analyses have been gathered in this way and, furthermore, they are distributed rather unevenly in different parts of the country. (Not included in this compilation, however, are the pollen analyses available for the southern maritime coastal region because their pollen production has been found to differ greatly from that of inland forests.) It is clear that with so little data

one cannot attempt to determine local differences, but it possibly is adequate for a satisfactory picture of the tree species composition of the forests over the whole country. Contributing to this possibility is the fact that the differences in the tree species composition of different regions are quite small (see, e.g., Ilvessalo 1927, Fig. 20, p. 412) compared to the great differences between smaller areas. The results of the excerption have been compiled in Table 1.

On the basis of the results from the First National Forest Inventory (Ilvessalo 1927, Table 85) the following average site indices (dominant height of *Pinus silvestris* and *Picea Abies* at 100 years, *Betula verrucosa* at 80 years, and *Betula pubescens* at 60 years) for the forests in Southern Finland can be obtained: *Pinus silvestris*-dominated forests, about 23.0 m.; *Picea Abies*-dominated, 26.1 m.; *Betula verrucosa*-dominated, 23.3 m.; and *Betula pubescens*-dominated, 16.1 m. By applying this information one can see from Figures 1—4 that in the forests of Southern Finland the pollen production of these tree species expressed as grains per cubic meter are proportioned as 2.75 *(Pinus silvestris)* : 1.03 *(Picea Abies)* : 4.6 (the mean for *Betula verrucosa* and *B. pubescens* less 18 % for injuries). Compared with similar coefficients published earlier these resemble most those of Steinberg (1944), although differences are considerable (cf. also Faegri and Iversen 1950).

By calculating the mean of all the pollen percentages in Table 1 we arrive at the following result: *Pinus silvestris* 53.6 %, *Picea Abies* 12.7 %, and *Betula* species 33.7 %. The corresponding percentages for the cubic contents of these tree species are obtained as 50 %, 31 %, and 19 %. From the results of the first National Forest Inventory, which are most suitable for comparison, it is seen (Ilvessalo 1927, Fig. 19, p. 413) that the true distribution of cubic content among the major tree species was: *Pinus silvestris* 50 %, *Picea Abies* 30 %, and the *Betula* species 20 %. The result calculated with the help of the pollen analyses is thus almost exactly the same as that estimated in the field. The good control result thus obtained for the method employed encourages its application also to the pollen pictures gained from deeper peat layers.

To create a picture of the development of the tree species composition of Finland's forests from the glacial epochs to the present, it is good to start with the compiled results, published by Sauramo (1940, pp. 238—242), of the analytical studies carried out in Finland of pollen deposits in peat. The following endeavor to examine the development of the composition covers, as pointed out above, only about two thousand years because it seems obvious that the farther back one attempts to extend the picture the greater is the danger that he will arrive at the level of more or less pure speculation. An examination of even the most recent 2 000 years carries

Table 2. The average picture of the peat pollen analyses from Southern Finland at the Post-Litorina 2 and Post-Litorina 3 levels calculated according to S a u r a m o (1940) and the respective tree species distributions by cubic content of the major species.

Tree species							
Pinus silvestris	*Picea Abies*	*Betula spp.*	*Pinus silvestris*	*Picea Abies*	*Betula spp.*	*Pinus silvestris*	*Picea Abies*
Pollen, %			M^3 (incl. bark), %				
Post-Litorina 2 (for years ±0—1200)							
46.4	22.7	30.9	37.0	48.3	14.7	43.5	56.5
Post-Litorina 3 (for years 1200+)							
55.9	15.7	28.4	48.7	36.5	14.8	57.3	42.7
First National Forest Inventory (1921—24)							
—	—	—	50.2	29.8	20.0	63.0	37.0
Second National Forest Inventory (1936—38)							
—	—	—	44.9	34.9	20.2	56.3	43.7
Third National Forest Inventory (1951—53)							
—	—	—	41.1	39.6	19.3	50.9	49.1

with it a critical degree of uncertainty, so that the picture obtainable from this period, too, must for the present be considered hypothetical in many respects. S a u r a m o has divided the time which has passed since the beginning of our chronological system to the present into two geological subperiods: Post-Litorina 2 and Post-Litorina 3. Thus, the following discussion is limited to these periods, the boundary between which is considered to be about the year 1200.

The author, thinking especially of the great possibilities for error which at least for the present are involved in all estimates of this sort, has limited the estimations to the relative abundance of the different tree species for the southern half of the country only (following the boundary between Southern and Northern Finland used by I l v e s s a l o in his investigations). In making the estimates there was superimposed on S a u r a m o's charts a network of 100 evenly distributed points drawn on transparent paper. The pollen percentages at each point were counted from the map, and these were then converted in the manner described above to picture the tree species composition. The results of the completed computation are presented in Table 2.

It can be seen at glance that the tree species percentages differ considerably from the pollen percentages. Particularly from the professional forester's viewpoint, in which specifically the quantitative aspects of the com-

position are significant, they are essential differences. From a more strictly biological viewpoint, in which stress is laid mainly on the qualitative side, the difference is not perhaps so profound as it would at first appear. In brief, the difference is particularly in that spruce has a notably greater share and birch a smaller share in the composition of the forests (in cubic content) than in the pollen found in the swamps.

Especially interesting is the picture of the tree species composition of Southern Finland's forests in the Post-Litorina 2 period (years ± 0—1200).

It is seen that spruce's share in the cubic content of the growing stock was considerably greater than at present, rising to nearly 50 %. From the pollen analyses made in Finland it is known that the proportion of spruce in the growing stock was just during Post-Litorina 2 greater than during any other post-glacial period. In fact, it is perhaps most interesting to note that the proportion of spruce, even at its greatest, has never been more than a scant 10 % above present — a situation which we are evidently rapidly approaching. Apparently forest fires, in those far-off times probably started primarily by lightning, have effectively prevented a still more thorough invasion of the forests by spruce. During very dry summers fires could possibly, since man was little able to limit their spreading, rage over vast areas, as still happens in modern times, for instance, in Northern Russia. Perhaps from just such great fires the reason is to be sought for the great variations in the quantity of spruce, which on the basis of the subfossil pollen analyses are known to have occurred during Post-Litorina 2.

Along with spruce, birch deserves especial attention. In the time since the glacial epochs birch's share in the cubic content of the growing stock has been smallest during Post-Litorina 2. In spite of this it has accounted for almost 15 % of the cubic content of the growing stock — just a scant 5 % less than the proportion of birch in the present-day growing stock of Southern Finland. Thus birch has always belonged to Finland's forests as an essential, forest-forming tree species, whose importance, even before the period of burning over for crop so favorable to birch, has not been confined only to inferior sites such as certain types of swamps, rocky areas, edges of lakes and rivers, etc.

During Post-Litorina 3 (from about the year 1200 to the present) pine's share in the cubic content of the growing stock has been greater and spruce's share smaller than during Post-Litorina 2, but birch has remained about the same. Apparently, man has been chiefly responsible for the change. The number of fires increased, and toward the end of the period burning over for crop also began to leave its mark ever more clearly on the species picture of the forests. From all evidences, real significance of this practice in regard to the species picture of the forests of all of Southern Finland has been confined to a somewhat brief spanse of time, rising perhaps to a peak

in the first half of the 1800's, after which in 1860—1900 it, practically speaking, suddenly and completely ended.

The First National Forest Inventory took place, therefore, at just the time when the consequences of burning over for crop were being most strongly felt in the composition of the forests. From the results of the National Forest Inventories conducted under the direction of Ilvessalo (see, e.g., Ilvessalo 1956, Table 35, p. 80) it appears that, now that this practice has been ended, a change is again taking place in the tree species composition of Finland's forests. Hence, between 1921 and 1953 the proportion of spruce in the cubic content of the growing stock in Southern Finland has increased by 10 % and that of pine has decreased by 8 %. Spruce is now recapturing the position which burning over for crop cultivation and the accompanying increase in fires had seized from it. Applying the geological time schedule, the change that has taken place in the composition of Finland's forests during this century, and which is still going on before our eyes, is without doubt explosive in its speed.

From the viewpoint of forestry there necessarily arises the important question of how long spruce will continue to gain at the expense of pine and birch unless strong restricting silvicultural measures are judged necessary.

The present increase in the proportion of spruce will apparently within 10—20 years return it to the position it held during Post-Litorina 2. And spruce will undoubtedly continue to make even further proportional gains. This signifies, therefore, that the composition of Finland's forests is becoming dominated by spruce to an extent never before attained in the geological periods following the glacial epochs.

In this connection attention is turned once again to birch. It has to be noted that birch has retained the start gained from burning over for crop more firmly than pine. It was already observed that birch has in general firmly preserved its considerable position in the country's forests. In part the reason for the relatively stable proportion of birch in the course of the last 30 years must be seen against this distant perspective. But also a very important reason has undoubtedly been the fact that industry has used birch relatively much less than conifers, so that in many mixed stands of birch and conifers the proportion of birch has increased as the coniferous trees have been removed for industrial use.

Bibliography

Aurola, E. 1938. Die postglaziale Entwicklung des südwestlichen Finnlands. Bull. Comm. géol. Finl. 121.

Donner, J. The post-glacial shore-line displacement in the Kuopio district. Ann. Acad. scient. fenn. A III 49.

Eisenhut, G. 1961. Untersuchungen über die Morphologie und Ökologie der Pollenkörner heimischer und fremdländischer Waldbäume. Hamburg und Berlin.

Faegri, K. and Iversen, J. 1950. Textbook of modern pollen analysis. Copenhagen.

Franssila, M. 1949. Textbook of microclimate (original in Finnish). Helsinki.

Hyyppä, E. 1936. Über die spätquartäre Entwicklung Nord-Finnlands mit Ergänzungen zur Kenntnis des spätglazialen Klimas. Comtes rend. Soc. géol. Finl. 9, p. 401—65.

—»— 1937. Post-Glacial changes of shoreline in South Finland. Bull. Comm. géol. Finl. 120.

Ilvessalo, Y. 1927. The forests of Suomi (Finland). Comm. Inst. quest. forest. Finl. 11.

—»— 1956. The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. Comm. Inst. for. fenn. 47.

—»— 1960. The forests of Finland in the light of maps. Comm. Inst. for. fenn. 52.

Kujala, V. 1946. Some recent research data on birches. Comm. Inst. for. fenn. 34.

Mölder, K. and Salmi, M. 1954. Plate B 3 Vaasa, explanatory notes for soils map (original in Finnish).

Pohl, F. 1937. Die Pollenkorngewichte einiger windblütiger Pflanzen und ihre ökologische Bedeutung. Beihefte zum Botanischen Centralblatt 57 A. Dresden.

Repo, R. 1960. Eine überraschende Disjunktion von Bromus Benekeni im östlichen Fennoskandien. Arch. Soc. zool. bot. fenn. Vanamo 14, p. 181—90.

Salmi, M. 1955. Geologische Darlegung des Bronzeschwertfundes von Kiukainen. Suomen museo 57, p. 77—83.

Sarvas, R. 1955. Ein Beitrag zur Fernverbreitung des Blütenstaubes einiger Waldbäume. Zeitschr. Forstgen. u. Forstpflanzenzücht. 4, p. 137—142.

—»— 1962. Investigations on the flowering and seed crop of Pinus silvestris. Comm. Inst. forest. fenn. 53.

Sauramo, M. 1940. The natural development of Finland from the glacial epochs to the present (original in Finnish). Porvoo and Helsinki.

—»— 1958. Die Geschichte der Ostsee. Ann. Acad. scient. fenn. A III 51.

Steinberg, K. 1944. Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des Untereichsfeldes. Hercynia 3, p. 530.

Valovirta, V. 1960. Paläobotanische Untersuchung über einen nördlichen Fundort subfossiler Trapa natans L. in Süd-Pohjanmaa. Comptes rendus de la Soc. géol. Finl. 32, p. 41—65.

Virkkala, K. 1948. Late-glacial development of shorelines in southern Kainuu and northern Karelia. Comptes rend. Soc. géol. Finl. 21, p. 59—78.

—»— 1950. The time of spruce's invasion in Western Finland (original in Finnish). Terra, p. 35—41.

—»— 1959. Über die spätquartäre Entwicklung in Satakunta, W-Finland. Bull. Comm. geol. Finl. 183.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.12
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.12
Helsinki 1962

THE EFFECT OF THINNINGS ON THE YIELD OF PINE AND BIRCH STANDS

YRJÖ VUOKILA

Introduction

A problem faced in practical forestry, and also frequently the subject of scientific investigations is: How do thinnings affect the yield of stands, particularly the yield in cubic volume as expressed in barkless solid measure of stem wood, and the production of different dimensions of trees? Despite the great interest evinced in attaining a solution to this problem, so far the results achieved have been extremely controversial.

In the 1930's, a great deal of publicity was given to the conclusion of Bornebusch (1933) that *the volume growth per ha.* on some Danish sample plots *had increased* as a result of thinnings. This bears a resemblance to the later results of Assmann (1954, 1956) and Løvengreen (1950) who found a definite optimum basal area on either side of which the growth per ha. is reduced.

However, the best-known finding may be that of Wiedemann (1932, 1937), indicating that within fairly wide limits the *yield in cubic volume is independent of the treatment* of the growing stock. This concept seems to be generally accepted at the moment (cf. Hummel and Christie 1953). The most radical support for this opinion is that provided by Møller (1952, 1954) who found no reduction in growth capacity, even if the basal area of the stand were diminished to some 50 % of the maximum.

Holmsgaard (1956) seems to be the first investigator to report on an *initial fertilizing effect of thinnings with subsequent reduction*, which results in the long run in the loss of volume yield as compared with the unthinned stands. Similar findings were made by Carbonnier (1957). The results achieved by Dittmar (1959), based on heavy thinnings in young stands, also support the theory of initial increase and subsequent fall in the growth capacity of thinned stands.

3252—62

The investigation reports published in Finland have similarly been marked by somewhat contradictory conclusions. Y. Ilvessalo (1952) discovered certain differences in favour of thinned stands. Nyyssönen (1954, p. 114), again, stated that the yield in cubic volume from managed pine stands is at least on the same level as that obtainable without treatment. On the contrary, Vuokila (1960) came to the conclusion that the managed plots in planted spruce stands had yielded somewhat less in cubic volume than the natural unthinned plots.

As regards the *dimensional development of the trees* under natural and managed conditions, investigations are fewer, but the results are as controversial as those concerned with the cubic volume yield. In Finland, Nyyssönen (1954, p. 147) concluded that thinnings exert no significant effect on the production of the largest trees during a rotation in pine stands. Nevertheless, Vuokila (1960 a), taking as a basis the analysis of the sample trees on permanent sample plots, deduced that after thinning in pine stands, even the largest trees of the surviving growing stock are capable of reaction. Material from planted spruce stands (Vuokila 1960) made apparent a slight superiority of thinned plots in comparison with unthinned ones, as regards the total production of the largest trees.

Consequently, it is currently a matter of great difficulty to determine the truth concerning the effect of thinnings on the growing stock. Every additional item of information, especially if it is based on domestic material, is of value; it was this desire for information that prompted the present investigation. It is aimed at contributing to the knowledge at present held of the effects of thinnings from the mensurational points of view discussed above.

Research material

In order to solve certain problems encountered in forest mensuration, and in particular those connected with growth and yield, plans were formulated and field work initiated for the establishment of permanent sample plots in the Department of Forest Mensuration at the Forest Research Institute, immediately subsequent to Dr. Yrjö Ilvessalo becoming the Chief of the Department in 1922. Since that time, these sample plots have been re-measured regularly. Besides the Department Chief, credit must be given to Leevi Miettinen, MF, who was for a quarter century in charge of the field and calculation work concerned with permanent sample plots.

The number of permanent sample plots has steadily decreased by reason of various natural agencies such as storm, snow, insects, fungi, and also in consequence of the losses of territory because of the war. At the moment it is rather clear that the maintenance of permanent experiments will pre-

Table 1. Permanent sample plots comprising the material.

Group	Tree species	Forest site type [1]	Experimental Area	Sample plot	Treatment	Age of stand	
						when establishing sample plot	at latest remeasurement
I	pine	OMT	Vilppula	23 a	no treatm.	35	62
	»	»	»	23 b	heavy th.	35	62
II	»	MT	Punkaharju	13 a	no tr.	24	60
	»	»	»	13 b	heavy th.	24	60
	»	»	»	18 c	no tr.	26	60
	»	»	»	18 a	heavy th.	26	60
	»	»	Vesijako	11 b	no tr.	26	60
	»	»	»	11 a	heavy th.	26	60
III	»	CT	Vilppula	18 a	no tr.	38	70
	»	»	»	18 b	heavy th.	38	70
	»	»	»	19 a	no tr.	32	64
	»	»	»	19 b	heavy th.	32	64
IV	birch	OMT	Ruotsinkylä	1 a	no tr.	35	68
	»	»	»	1 b	light th.	35	68
	»	»	»	1 c	heavy th.	35	68
	»	»	»	2 c	no tr.	35	68
	»	»	»	2 a	heavy th.	35	68
	»	»	»	2 b	very h. th.	35	68
	»	»	Koli	1 a	no tr.	34	67
	»	»	»	1 b	light th.	34	67
	»	»	»	1 c	heavy th.	34	67
	»	»	»	1 d	very h. th.	34	67

sent so many difficulties also in the future that the construction of growth and yield tables for managed stands based upon them will be appreciably hampered in Finland. Nevertheless, even if permanent thinning experiments are reduced in number, they will yield valuable information on many problems, such as those treated in the present paper.

The material for the present investigation comprised 6 permanent pine *(Pinus silvestris)* series (12 plots) and 3 birch *(Betula verrucosa* and *pubescens)* series (10 plots). No spruce stands were included, as they were dealt with in an earlier investigation (V u o k i l a 1960).

The results are presented in definite groups, four in number, the criteria for grouping being the tree species and the forest site type according to C a j a n d e r (1909). Within each group, the stands were of about the same age when establishing the sample plot series, and the times of duration of the experiments were approximately the same. Grouping was applied with a view to removing as much as possible the differences in the initial growing stock between subplots; in unreplicated experiments, these constitute a serious source of error.

The research material is presented in Table 1. As can be seen from this Table, the pine experiments were located on good and very poor sites, while unfortunately medium sites were lacking.

[1] Forest site type according to C a j a n d e r (1909).

As regards pine series, comparisons have been made between the untreated plots and those treated with heavy thinnings from below. The birch sample plot series were more diversified, comprising three degrees of thinning. The principles underlying the thinning scheme of the Forest Research Institute of Finland have been described by L. Ilvessalo (1929) and Miettinen (1930).

The effect of thinnings on the yield of pine and birch stands

Basal area

On permanent sample plots, at each revision, trees are crosscalipered at breast height. Consequently, the development of the dbh. and of the characteristics based thereon are known to a high degree of accuracy. Here, the yield in basal area has been indicated in square metres per ha. over bark. The results obtained are given in Table 2.

Table 2 gives the average initial basal area and the average yield in basal area during the experiment for different treatments within each group. These two basal area figures were employed to calculate what has here been termed the »ratio of productivity», which indicates the relationship between the yield during the experiment and the initial basal area. The ratio of productivity has been used as a simple means of expressing the real effect of thinnings on the yield, that is, with a view to removing the effect of minor differences in the initial values. It must be admitted that this type of expression is rough, but is indispensable in the present instance. Furthermore, it must be stressed that this ratio is only an auxiliary characteristic of the present investigation, and that the values to be given have no other application.

Table 2 reveals that in two out of three pine groups, the ratio of productivity is on an average exactly the same for thinned and unthinned plots, while the difference in favour of the unthinned plots in one group is small. It may also be mentioned that as regards four out of six pine sample plot pairs involved, the basal area yield during the experiment was found to be greater on unthinned plots, whereas for two pairs the result was the reverse. There is thus some justification for concluding that the yield per basal area in pine stands is unaffected by heavy thinnings. The minor indication towards a reduction in basal area yield by reason of thinnings cannot be considered as significant. However, the present comparison does not include very heavy thinnings which may result in a different relationship between treated and untreated plots. Furthermore, we are now dealing with the basal area yield alone, and this does not give an accurate indication of the

Table 2. The effect of thinnings on the yield in basal area.

Group	Tree species	Forest site type	Treatment	Initial basal area, sq.m. per ha.	Yield in basal area during experiment, sq.m. per ha.	Ratio of productivity
I	pine	OMT	no tr.	34.8	21.6	0.62
			heavy th.	36.5	21.7	0.59
II	»	MT	no tr.	26.1	33.7	1.29
			heavy th.	26.6	34.2	1.29
III	»	CT	no tr.	4.7	21.2	4.51
			heavy th.	4.3	19.4	4.51
IV	birch	OMT	no tr.	26.1	21.4	0.82
			light th.	27.8	19.3	0.69
			heavy th.	25.8	19.0	0.74
			very h. th.	26.6	17.3	0.65

yield in cubic volume. The present finding serves to prove only that the reaction of diameter and basal area growth at breast height in pine stands is sufficiently sharp to avoid losses in the yield. This is in close accord with the earlier conclusion of the author (V u o k i l a 1960 a).

As regards the birch, Table 2 presents a different picture. To judge from the ratios of productivity, the treated plots on birch series, even those thinned only lightly, yielded substantially less during the experiment than the unthinned plots. It is rather obvious that the divergences to be seen in the Table are significant, even though the lack of replications means that no statistical proof can be presented. Particularly great differences can be noted between the basal area yield of unthinned and very heavily thinned plots.

Accordingly, there exist great differences between tree species with respect to the reaction of basal area growth of surviving trees after thinning. In pine stands, the reaction seems to be instantaneous and strong, and no loss in basal area yield is encountered. On the contrary, birch individuals seem incapable of increasing their growth to the same extent, and consequently, the yield in basal area is reduced by thinnings. This may be one of the underlying reasons for the poor productivity of birch stands in Finland.

C u b i c v o l u m e

Cubic volume here refers to stem wood, measured in solid cubic metres excluding bark. The results with respect to the yield expressed as cubic volume are to be seen in Table 3.

Table 3 offers a uniform answer to the problem of how thinnings affect the yield in cubic volume. The yield was consistently less on thinned plots

Table 3. The effect of thinnings on the yield in cubic volume.

Group	Tree species	Forest site type	Treatment	Initial cubic volume, solid cu.m. per ha.	Yield in cubic volume during experiment, solid cu.m. per ha.	Ratio of productivity
I	pine	OMT	no tr.	192	277	1.44
			heavy th.	203	251	1.24
II	»	MT	no tr.	121	392	3.24
			heavy th.	125	390	3.12
III	»	CT	no tr.	16	127	7.94
			heavy th.	14	105	7.50
IV	birch	OMT	no tr.	153	242	1.58
			light th.	164	227	1.38
			heavy th.	152	203	1.34
			very h. th.	157	194	1.24

than on unthinned ones. The ratios of productivity show differences which for the very heavy thinnings in birch stands amount to not less than 20 %. On pine sample plot series and for lighter treatments the difference is not so marked but very clear. In view of the limitations of the material there is not sufficient justification for stating any definite figures for the magnitude of yield reduction occasioned by different treatments. But in the light of the present material, there exists hardly any doubt that under Finnish conditions thinnings conduce to a significant reduction in the yield of cubic volume, as measured in solid cu.m. per ha. The heavier the thinning, the greater the reduction. This conclusion is further confirmed by the earlier findings of the author with respect to the corresponding yield in planted spruce stands (V u o k i l a 1960).

The study of individual sample plot series showed that no initial increase of growth had taken place after the thinnings had been started in the sense reported by H o l m s g a a r d (1956) and C a r b o n n i e r (1957). The reduction in the yield began immediately after the first thinnings.

The reduction found in the volume yield indicates that the differences proper between thinned and unthinned pine stands are created by the stem form of tree individuals. In an earlier report by the author (V u o k i l a 1960 a), it was stated that the growth reaction after thinning in pine stands is in the main concentrated over the lowest third of the stem, while in the middle third, thinnings have but little effect upon the growth, and may in the top section even reduce the diameter growth. Owing mainly to this change in the vertical distribution of growth after thinning, the yield per ha. in basal area at breast height is maintained unaltered, but the yield in cubic volume is simultaneously reduced. Of course, individual trees behave differently after thinning, but on the average the impairment of the stem form after thinning is established.

It can with reason be assumed that a similar phenomenon occurs in stands of all tree species. The differences found in the birch stands in favour of the unthinned growing stocks are further accentuated by the inability of this tree species to maintain unchanged the basal area growth per ha. after thinnings.

Large-sized timber

The results discussed above are primarily concerned with some biological aspects of thinning effects. From the standpoint of forestry, the importance of thinnings must be evaluated on economic grounds, however. The major consideration in favour of thinnings is of course the fact that by this means mortality can be prevented, and the wood utilized to the maximum degree. Another favourable consideration as regards thinnings is the improvement of diameter relations frequently found in thinned stands. However, controversy exists as to which dimensions do in fact really benefit from thinnings.

To contribute to the solution of this problem, the production of large-sized timber during the stand life is brought up for discussion. In this context, the term »large-sized» refers to stems thicker than 20 cm. at breast height. At the same time, it denotes the approximate limit at which the coniferous trees have obtained the minimum size for saw timber, while below it the stems are generally suitable for pulpwood, pitprops, etc.

As the sample plots were established at an early age, no comparision can be made with the initial status. Moreover, group III has been discarded because the growing stock had not as yet achieved the dimensions required. Group IV has been reduced to comprise only natural plots and those subjected to heavy thinnings, as only this treatment is common to all three sample plot series, a necessary factor in the present instance.

Numbers of large-sized stems produced during the life of experimental stands are given below.

Group	Treatment	Number of large-sized stems produced per ha.
I	no tr.	476
	heavy th.	570
II	no tr.	546
	heavy th.	639
IV	no tr.	318
	heavy th.	338

On the average, the different groups of sample plot series offer a very uniform result. It can be seen that during the life of the present research stands the production of large-sized stems has been greater on those plots

subjected to thinnings than on those left untreated. It is further apparent that in this respect the increasing effect of thinnings is more pronounced in pine than in birch stands. As a matter of fact, the number of large-sized stems produced on the untreated plots in two out of three birch sample plot series was greater, and in only one series less than that on the thinned plots, even though the average figures show a slight superiority of thinned plots. Consequently, the difference found in favor of thinned plots in birch stands cannot be regarded as significant. But as regards the pine, the thinnings obviously increased the number of trees able to reach the saw timber size.

The stem volume of trees larger than 20 cm. in dbh. produced during the life of the experimental stands is presented in the following tabulation.

Group	Treatment	Cubic volume of large-sized stems produced per ha., cu.m., solid measure
I	no tr.	200
	heavy th.	234
II	no tr.	233
	heavy th.	274
IV	no tr.	154
	heavy th.	151

This supports the conclusions drawn with respect to the number of large-sized trees. In the light of the present material, it can be taken that thinnings in birch stands have no effect on the production of large-sized timber. Nevertheless, the economic gain achieved in pine stands by means of thinnings is clearly indicated in the above tabulation.

The arithmetical mean diameter of large-sized stems provides further enlightenment on the effects of thinnings. The results of these calculations are as follows.

Group	Treatment	Mean dbh. of large-sized stems, cm.
I	no tr.	23.4
	heavy th.	23.9
II	no tr.	23.1
	heavy th.	23.1
IV	no tr.	23.7
	heavy th.	23.6

Despite the increase in cubic volume of large-sized trees by reason of thinnings in pine stands, the mean diameter of these trees is not changed significantly, as far as the present material can be taken as evidence. In birch stands, in the light of earlier results no increase in the mean diameter could even be expected.

A natural explanation for this is that the increase in the number and volume of the large-sized trees is mainly created by the in-growth, i.e. stems of minimum diameter to qualify as large-sized. These then counterbalance the possible diameter improvement which occurs elsewhere in the growing stock. Accordingly, the present finding does not necessarily mean that from the economic standpoint no favourable development takes place.

Dominant diameter

With a view to studying the development of the most dominating stems in the stand, the term »dominant diameter» is applied; this refers in this context to the mean dbh. of the 100 largest trees per ha., produced up to a certain age. Table 4 gives an idea of the increase in dominant diameter during the course of the experiments.

Table 4 proves that the pine and birch stands subjected to thinnings were unable to produce more trees of maximum dimensions than those left unthinned. Only the pine stands on very poor sites showed a slightly favourable response to thinnings in the present sense. On better sites, however, the increase in dominant diameter during the period of experiment was found to be somewhat less on thinned plots than on the unthinned ones.

The conclusion reached above does not necessarily indicate the inability of the largest trees of the surviving growing stock, after thinning, to react favourably to the expanded environment. As the question is that of the total production of the largest dimensions during prolonged experiments, the structure of the removal makes a decisive entry into the picture, as is discussed below.

Table 4. The effect of thinnings on the dominant diameter of the trees produced.

Group	Tree species	Forest site type	Treatment	Initial dominant diameter, cm.	Increase in dominant diameter during experiment cm.	Ratio of productivity
I	pine	OMT	no tr.	18.6	9.8	0.53
			heavy th.	19.8	9.3	0.47
II	»	MT	no tr.	15.4	12.2	0.79
			heavy th.	15.9	11.8	0.74
III	»	CT	no tr.	7.4	8.8	1.19
			heavy th.	6.9	9.4	1.36
IV	birch	OMT	no tr.	17.4	9.8	0.56
			light th.	18.0	10.1	0.56
			heavy th.	18.0	9.9	0.55
			very h. th.	18.2	10.6	0.58

Discussion

In the present paper, certain conclusions have been drawn as regards the effects of thinnings on the yield of pine and birch stands. It has been found, for example, that thinnings of the stands studied brought about a fairly substantial reduction — particularly in birch stands — in the yield of cubic volume, measured in solid cubic metres excl. bark per ha.

A hypothesis that thinnings would permanently stimulate volume growth per ha. has but little ecolocical or biological justification in the generally sparse stands of the northern countries. It is possible that the first silvicultural measures have a certain fertilizer effect, but there hardly exist any grounds for an assumption that during the rotation from thinned stands the yield would be higher than that from the unthinned ones, if mortality is included. Of course, individual trees benefit from the thinnings, but the yield per ha. cannot be increased permanently.

The most prevailing opinion may be that within fairly wide limits of density the yield in cubic volume is about the same. This presupposes that the growing stock is capable of immediate compensation for the loss in the growing capital after each thinning. One finding reported in the present paper is that the pine is in fact sufficiently rapid in its reactions at breast height to maintain about the same basal area growth per ha. as the unthinned stands. However, this growth reaction at breast height is partly made possible by the simultaneous reduction of growth at higher levels. Consequently, it seems reasonably safe to conclude that under Finnish conditions the yield in cubic volume per ha. is less in thinned stands than in unthinned ones, and particularly so in the case of birch. Nevertheless, no attempt has been made in this instance to determine the exact magnitude of reduction.

However, the phenomenon of yield reduction discussed above is of academic interest only. It is purely theoretical, as the mortality has been included in the yield figures. In unthinned stands, the mortality is undoubtedly greater that the reduction in volume yield attributable to thinnings. Consequently, by the prevention of mortality, thinnings actually increase the amount utilizable. From the business point of view, the smaller amount of wood utilized is naturally more important than the higher amount produced, but lost in part. Thinning experiments of the future should, accordingly, be concentrated more on those problems which have economic importance.

The total production of large-sized timber, and particularly of the largest dbh. dimensions, is a problem of major economic interest. One finding reported in the present paper is that in Finland the production of the largest dbh. dimensions cannot be stimulated by thinnings in pine and birch stands, while an earlier paper of the author (V u o k i l a 1960), relating to planted

spruce stands, could report on a minor degree of superiority of thinned stands in this sense.

The findings made in particular on the basis of the pine material in the present paper do not necessarily mean that after each thinning the largest trees of the surviving growing stock cannot react to the expansion of their growing space. An earlier paper (V u o k i l a 1960 a) did in fact show than even the biggest trees seem to benefit from thinnings in pine stands. The results given in the present paper are better explained by the structure of the removal. Even low thinnings remove some of the biggest trees because of their poor quality, or in order to favour the neighbor of still greater potential value. Whereas in unthinned stands the biggest trees survive almost exclusively at the expense of their weaker neighbors, in stands treated by thinnings trees of major dimensions are removed prematurely. In this way, the reaction to be observed in the dbh. growth of the largest individuals after thinnings is counterbalanced by the premature removal of these trees. It would not be a matter for surprise if the unthinned stands yielded more trees of maximum dimensions than the thinned stands. Certain indications in this direction were remarked in the pine material dealt with in this paper.

However, as regards the dimensional development of the pine stand, thinnings also have positive effects. The improvement in the diametric relations during a rotation resulting from thinnings is presumably concentrated on the production of medium dimensions which comprise also trees of saw timber size. This is explained mainly by the ability of medium-sized trees at each age to react strongly to the improvement of their environment, but also in part by the premature felling of larger trees earlier in the life of the stand. In the present pine material, there was found an increase in the production of »large-sized timber» which roughly corresponds to saw timber. No such increase was found in birch stands, however.

To summarize, under Finnish conditions thinnings induce a reduction of volume yield per ha. in stands of all tree species. With the possible exception of spruce, other tree species seem unable to increase the production of the maximum dbh. dimensions when subjected to thinnings. The production of medium dimensions, even of saw timber, is somewhat higher in thinned stands than in unthinned ones, with the exception of birch, which seems rather weak in its responses to thinnings. Consequently, the main benefit obtained through thinnings is that mortality is avoided, and early net incomes acquired.

References

Assmann, E. 1954. Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung Bayerischer Fichten-Durchforstungsreihen. — Forstw. Cbl., p. 257—271.

—»— 1956. Natürlicher Bestockungsgrad und Zuwachs. — Ibid., p. 257—265.

Bornebusch, C. H. 1933. Et Udhugningsforsøg i Rødgran. Referat: Ein Durchforstungsversuch in Fichte. — Det Forstl. Forsøgsv. Danmark, p. 117—214.

Cajander, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. — Acta For. Fenn. 1.

Carbonnier, C. 1957. Ett gallringsförsök i planterad granskog. Zusammenfassung: Ein Durchforstungsversuch in gepflanztem Fichtenwald. — Stat. Skogsforskningsinst., Upps. Nr 55.

Dittmar, O. 1959. Zur Frage des »Wuchsbeschleunigungseffekts» durch starke Durchforstung im jungen Fichtenbestand. Summary: Stimulating of growth through heavy thinnings in young spruce stands. — Archiv f. Forstw., p. 923—945.

Holmsgaard, E. 1956. Kommentarer til nogle tyske og svenske hugstforsøg i rødgran. — Dansk Skovf. Tidsskr., p. 135—146.

Hummel, F. C. and Christie, J. 1953. Revised yield tables for conifers in Great Britain. — For. Comm. For. Rec. 24.

Ilvessalo, L. 1929. Puunluokitus ja harvennusasteikko. Summary: A tree-classification and thinning system. — Acta For. Fenn. 34.38.

Ilvessalo, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Comm. Inst. For. Fenn. 40.1.

Løvengreen, J. 1950. Dependence of volume increment upon thinning grade, employed in thinning plans. — Proc. III World For. Congr. No. 3, p. 170—172.

Miettinen, L. 1930. Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. Referat: Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung. — Comm. Inst. For. Fenn. 16.

Møller, C. M. 1952. Tyndinges indflydelse på massetilvaeksten. I. — Sv. Skogsvårdsf. Tidskr., p. 319—342.

—»— 1954. The influence of thinnings on volume increment. — State Univ. New York, World For. Series Bul. 1.

Nyyssönen, A. 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — Acta For. Fenn. 60.4.

Vuokila, Y. 1960. Ala- ja yläharvennuksesta sekä niiden vaikutuksesta puuston kehitykseen Rautio istutuskuusikossa. Summary: On low thinning and crown thinning, and their effect on development of growing stock in planted spruce stand of Rautio. — Comm. Inst. For. Fenn. 52.8.

—»— 1960 a. Männyn kasvusta ja sen vaihteluista harventaen käsitellyissä ja luonnontilaisissa metsiköissä. Summary: On growth and its variations in thinned and unthinned Scots pine stands. — Ibid. 52.7.

Wiedemann, E. 1932. Die Rotbuche 1931. — Mitt. Forstwirtsch. Forstwissensch., p. 96—285.

—»— 1937. Die Fichte 1936. Zweiter Teil. — Ibid., p. 103—248.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.13
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.13
Helsinki 1962

DEVELOPMENT OF GROWING STOCK ON FARM WOODLOTS OF DIFFERENT SIZES

MIKKO ILVESSALO AND VEIKKO O. MÄKINEN

Introduction

In 1936—39 investigations into the forest resources, the condition of forest, and the use of wood on farm woodlots were carried out at the Forest Research Institute under the direction of Prof. N. A. Osara. The investigations were based on 354 bookkeeping farms supervised by the Central Board of Agriculture. The material was collected by Veikko Palosuo and Viljo Knuuti, forestry graduates. The work was interrupted by war. There was a plan to repeat the investigations into the holdings in question after 10—15 years in order to obtain badly needed information on the development of forest resources, state of forests, and forestry on private forest holdings of different sizes.

On the initiative of Prof. N. A. Osara — when the Head of the Department of Forest Economics at the Forest Research Institute, Prof. V. Pöntynen, had handed over relevant material — the remeasurement was started in 1955 under the direction of Prof. Yrjö Ilvessalo; it was carried on along with the work of forest inventory. The task was committed to the authors, who received much valuable help from the late Mr. A. Virtamo, M.A., Head of the Research Office for Agricultural Economics at the Central Board of Agriculture, and Mr. Reino Sirola, the agronomist.

The study was interrupted in 1957 because of other inventory research, and, as these have required all available time, it has not been possible to go on with it. It became apparent, too, that the study cannot be carried out in the extent planned earlier.

About one seventh of the holdings under study were situated in the area ceded to Russia; some holding-owners had given up bookkeeping and many

3254—62

holdings had been divided in the course of postwar land settlement and divisions of inheritence, etc., and some holdings have grown in size through acquiring more land. As it was not possible to continue the study effectively for the time being, it was thought expedient to present some results on the basis of 70 sample holdings examined which are comparable with the earlier material. The comparison will be limited to the forest resources and the state of forests of the holdings. The results will also be compared with the scant earlier data on farm woodlots and with the results of the National Forest Inventories.

We wish to express our cordial thanks to all the persons who have contributed to the study. We also thank the personnel of the Department of Mensuration, particularly Miss Alli Salovaara, M.A., for the help in the computation of the results of the study.

Carrying out the study

In order to obtain basic data for resurveying the forests of the holdings under study, any significant changes in relevant factors such as areas, proprietory relationships, etc., were determined. These were marked, to the extent required, on the maps used in the previous survey. These maps, showing survey lines and locations of sample plots, formed the basis of the new survey.

In resurveying the holdings under study, survey lines and sample plots were located in the same places as earlier, as accurately as possible. Thus, the density of the survey network was determined by the previous survey, and it was generally as follows:

Area of forest lot, ha	Survey network, m.	Number of sample plots
— 10.0	50 × 100	15—20
10.1— 15.0	80 × 80	20—23
15.1— 20.0	75 × 100	23—25
20.1— 50.0	100 × 100	25—50
50.1—100.0	100 × 150	50—75
100.1+	100 × 200	75—

The size of the circular sample plots was the same as in the previous survey, 5 areas (radius 12.62 m); from this area all trees 10 cm. d.b.h. or more were counted. In addition, trees smaller than 10 cm. d.b.h. were counted from an area of 1 are (radius 5.64 m) closest to the centre of the plot. In each sample plot sample trees were measured according to the instructions for the third National Forest Inventory (Ilvessalo 1951).

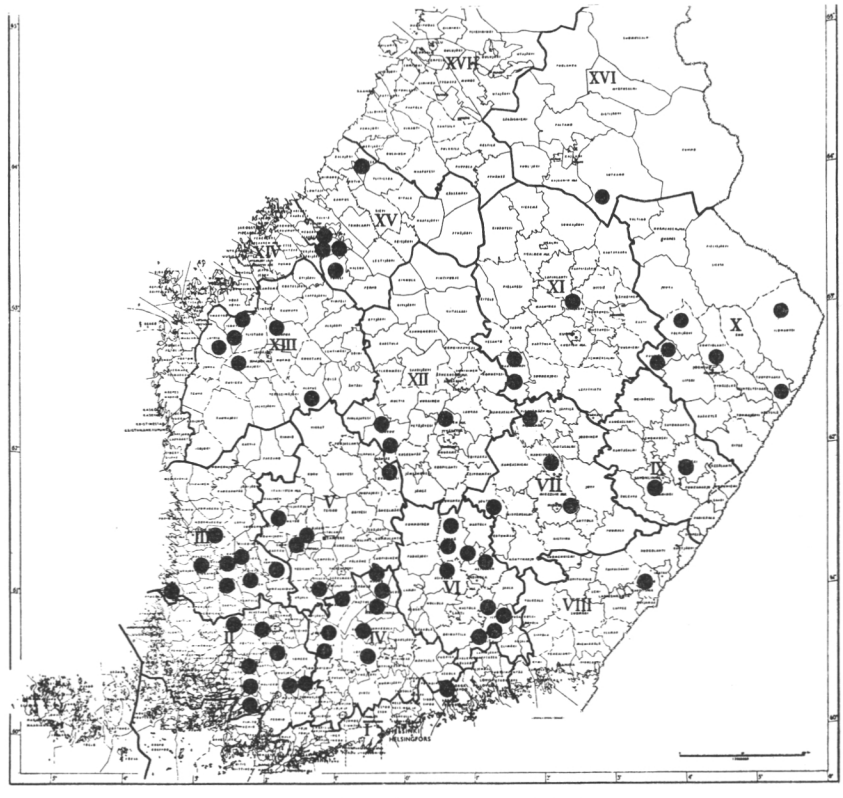


Figure 1. Location of study holdings.

Ocular surveys were carried out in the compartments between the sample plots. These consisted of determining forest site and swamp types, proportional distribution of tree species, age classes, silvicultural condition, and silvicultural measures. Age was estimated by classes of 20 years. In the previous survey three age groups of tree stands had been distinguished: young, middle-aged, and old. In this division, tree stands under 30 years old on sites of *Myrtillus* type and better were designated as young; this class also included, on the *Vaccinium* type sites and productive spruce swamps, stands 31—40 years old and on the *Calluna* type sites and productive pine swamps, stands 41—50 years old. Middle-aged stands in each group consisted of the three subsequent 10-year periods, and the rest were termed old stands.

In the previous inventory large timber trees were counted by the stem on tracts smaller than 10 ha if these were not parts of forest holdings larger than 15 ha. In the present inventory the number of large timber trees was always computed on the basis of sample plots.

Table 1. Distribution of the study farms by forestry board districts and classes of forest area.

Forestry board district	Forest area, ha.				
	under 20 ha.	20—50 ha.	50—100 ha.	100+ha.	Total
	Number of farms				
Helsingin	—	—	1	—	1
Lounais-Suomen	1	2	3	2	8
Satakunnan	1	1	3	3	8
Uudenmaan-Hämeen	1	1	1	5	8
Pohjois-Hämeen	—	3	—	2	5
Itä-Hämeen	2	3	2	2	9
Etelä-Savon	—	1	2	1	4
Etelä-Karjalan	—	1	—	—	1
Itä-Savon	—	1	1	—	2
Pohjois-Karjalan	1	2	1	2	6
Pohjois-Savon	1	1	1	—	3
Keski-Suomen	—	1	1	1	3
Etelä-Pohjanmaan	3	—	1	2	6
Keski-Pohjanmaan	—	2	3	—	5
Kainuun	—	1	—	—	1
Total	10	20	20	20	70

The material and its treatment

Figure 1 shows the location of the study holdings by parishes and Forestry Board Districts.

In Table 1 the holdings are grouped by size classes. The class under 20 ha comprises 10 holdings and other classes 20. The holdings are distributed into the areas of 15 District Forestry Boards. With one exception (a holding in the Forestry Board District of Kainuu in Sotkamo) all holdings are in the southern half of the country.

The results of the survey of 1936—39 were available in the form in which they had been sent to the holding-owners. For this reason such characteristics only will be compared as are present in these documents. The material of the latest inventory has been treated according to the principles of the third National Forest Inventory (Ilvessalo 1956). Mean values of groups of forest holdings have been obtained, in statistical computations, by weighting with the forest areas of holdings.

Forest land

Forest land has been treated in its entirety. Its division into productive and poorly-productive forest land as well as into forest site types and swamp types has also been dealt with. Tables 2 and 3 show these divisions.

Table 2. Distribution of the forest area into productive and poorly productive forest land.

Size groups of farm woodlots	Productive forest land		Poorly productive		Total			
	% 1936—39	% 1955—57	% 1936—39	% 1955—57	ha. 1936—39	%	ha. 1955—57	%
— 20 ha	95.0	93.2	5.0	6.8	12.6	100	13.4	100
20— 50 »	90.5	92.7	9.5	7.3	34.0	100	34.3	100
50—100 »	91.5	90.9	8.5	9.1	74.7	100	74.8	100
100+ »	91.6	90.4	8.4	9.6	162.1	100	149.8	100
All farms	91.5	90.9	8.5	9.1	79.2	100	75.8	100
Forests of private nature in South Finland [1])	85.7	86.3	14.3	13.7	—	100	—	100

Table 3. Distribution of the area of productive forest land into forest site and swamp types.

Size groups of farm woodlots	Myrtillus type		Vaccinium type + Calluna type		Productive spruce swamp		Productive pine swamp		Drained swamps	
	per cent of productive forest land									
	1936 —39	1955 —57	1936 —39	1955 —57	1936 —39	1955 —57	1936 —39	1955 —57	1936 —39	1955 —57
— 20 ha.	63.9	67.4	27.3	24.0	4.8	3.8	1.1	0.3	2.9	4.5
20— 50 »	58.2	56.7	22.5	26.1	17.1	5.2	1.9	1.0	0.3	11.0
50—100 »	55.1	53.8	26.4	29.7	15.5	6.1	2.8	2.5	0.2	7.9
100+ »	61.7	59.2	22.0	24.5	12.9	7.4	2.9	2.3	0.5	6.6
All farms	59.5	57.6	23.4	26.1	13.9	6.7	2.7	2.1	0.5	7.5
Private forests in South Finland	61.7	54.8	24.4	27.9	9.0	7.6	4.9	4.5	—	5.2

No notable changes have taken place in the ratio between productive and poorly-productive land. The proportion of the first mentioned class is, in all size classes of forest holdings, over 90 per cent of the forest land area. Computations on the basis of a study on the Finnish small-scale forestry (O s a r a 1935, p. 122) give 91.3 per cent as the corresponding proportion, whereas calculations on the basis of the second and third National Forest Inventories, for forests of private nature in the southern half of the country, yield 85.7 per cent; so the proportion in the latter case is a little smaller than in the bookkeeping holdings.

If we examine Table 2 by the size classes of farm woodlots we can see that, according to the latest inventory, when the size of farm woodlots increases the proportion of the productive forest land decreases. L a p p i-

[1]) South Finland here means approximately the part of the country which extends south of Lake Oulujärvi.

Seppälä (1940, pp. 20—22) has arrived at a similar result as regards ecclesiastical holdings. As to farm woodlots smaller than 20 ha, a slight reverse trend has been observed; one explanation for this is that in these holdings »apparently a larger proportion has been allocated for cultivation, etc., and therefore its proportion of forest land has decreased more than in larger holdings» (Linnamies 1943, p. 15).

Individual subjectivity may influence the determination of forest site types. In addition, concepts have changed in the course of decades and this interferes with the comparison of results of different periods (cf. Ilvessalo 1956, p. 42). In Table 3 so-called firm lands or mineral soils have been combined into two type groups and swamps have been divided into three groups. No changes worth mentioning have taken place in the ratio between the two first mentioned groups, which proves that the types have been determined in both inventories along fairly uniform lines. More changes have occurred in the grouping of swamps; the share of spruce swamps and pine swamps has decreased, but the share of drained swamps has proportionately increased. This change indicates an actual increase in forest drainage.

According to older studies the average forest land of small farm woodlots is relatively better than that of larger ones (cf. Osara 1935, p. 133 and Linnamies 1943, p. 17). Also the present study indicates such a difference, at least to the extent that in holdings smaller than 20 ha. the proportion of the best forest lands is clearly larger than in other size classes.

A comparison of the averages of all study holdings with those for the private forests of the southern half of the country shows that the distribution of site types is very similar in both cases. Thus, within the large type groups in question the difference in the average fertility of the soil is very small between bookkeeping farms and private forests.

Proportional distribution of age classes

The proportional distribution of age classes provides an important basis for forest management.

Table 4 reveals that according to the first inventory no open areas occurred in the study holdings; according to the second inventory open areas are as extensive, on the average, as they are generally in private forests according to the National Forest Inventory. As to the age classes, the aging of the growing stock is a prominent feature in all groups of holdings. In the three first age classes the percentages have decreased, but from the age class 61—80 on they have increased. The old age classes are prominent especially in two largest size classes. The proportion of these age classes is so large

Table 4. Proportional distribution of age classes on the productive forest land.

Size classes of farm woodlots	Clear		Age class, years											
			—20		21—40		41—60		61—80		81—100		101+	
			per cent of productive forest land											
	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57
— 20 ha.	—	. *)	9	5	22	17	43	28	25	35	1	12	—	3
20— 50 »	—	2	10	9	24	15	40	26	23	31	3	12	—	5
50—100 »	—	1	12	6	17	15	33	22	26	29	9	18	3	9
100+ »	—	1	10	5	12	12	42	16	24	34	10	20	2	12
All farms ..	—	1	11	5	15	14	39	20	25	32	8	18	2	10
Private forests in South Finland	1	1	6	5	21	15	40	33	24	30	6	12	2	4

that, when all holdings are considered, the forests of bookkeeping holdings are older, on the average than the private forests in the southern half of the country.

Investigations into private forests have revealed that the larger a holding the older its forests, on the average (cf. Osara 1935, p. 154—155 and Linnamies 1943, p. 25—28). It is evident from table 4 that the proportions of old age classes increase with the size of the holdings on bookkeeping forests also.

Cubic volume of growing stock

The cubic volume of the growing stock is examined from the point of view of the mean cubic volume per hectare. This is expressed as cubic metres solid measure, excluding stump, but including bark.

Mean cubic volume on the whole forest land

Table 5 shows that the mean cubic volume has increased considerably in all groups of holdings. Proportionally the largest change, 32 per cent, has occurred in the group of holdings of 20—50 ha. The smallest increase, 17 per cent, has taken place in the 50—100 ha. group. On all holdings together, the mean cubic volume has increased by 19.9 cu.m. or 24 per cent. This is more than twice as much as the increase which took place during the period between the first and the second National Forest Inventories, all private forests in the southern half of the country considered.

*) . under 0.5 %

Table 5. Mean volume on whole forest land.

Size classes of farm woodlots	in 1936—39	in 1955—57
	cu. m. per ha. incl. bark and standard error	
— 20 ha.	76.6	97.7
20— 50 »	68.6	90.9
50—100 »	89.2	104.0
100+ »	91.6	113.8
All farms	87.8±3.2	107.7±3.6
Private forests in South Finland	76.8	84.9

As for an average for all holdings, the increase in the mean volume during the time between the inventories, 19.9 cu.m., is 4.1 times higher than the corresponding standard error of difference ($\pm\sqrt{3.2^2 + 3.6^2}$). So the change in the mean volume is statistically highly significant. Standard errors by the size classes of forest holdings have not been computed, but they are certainly higher than those computed for all study holdings together, because the holdings in the groups are fewer in number and the variation is considerable, and the standard deviation is relatively high.

An examination of the mean cubic volumes per ha. by the size classes of forest holdings reveals that the mean volume in large holdings is higher than in small holdings. As for the first two groups of holdings, however, the proportion is the opposite, probably because the group of holdings under 20 ha consists of only 10 farm woodlots, two of which have forests of very high cubic volume, and hence the average has become high. In the next group the mean cubic volumes of farm woodlots have probably happened to be lower than usual, which also has had an effect on the ratio of the first two groups. Large holdings usually carry more old forests with high cubic volume than small holdings (Table 4) which directly leads to a higher mean volume.

Some earlier studies have proved that the mean volume generally increases as the area of the forest holding grows. Such an increase can be seen in O s a r a's (1935, p. 162) study on small forest holdings, with the exception of the group under 5 ha., in which the mean cubic volume is larger than in the next two groups. O s a r a points out in explanation that the forest is of small importance in the economy of the owner of such a holding. The small forest of the holding is sometimes preserved like a park, and the cubic volume can grow very high. L a p p i - S e p p ä l ä (1940, pp. 36—38) has observed that the mean cubic volume of ecclesiastical forests is the higher, the larger the holding in question is. L i n n a m i e s (1943, p. 28) states that the mean cubic volume generally increases as the forest holding grows in area.

Table 6. Fluctuations in mean volume.

Size classes of forest woodlots	Mean volume decreased, per cent			No change	Mean volume increased, per cent								
	30	20	10	±5 %	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	Number of farms												
— 20 ha. ...	—	—	1	1	1	1	1	—	3	—	—	—	2
20— 50 » ...	1	—	1	1	1	2	4	3	3	1	2	1	—
50—100 » ...	—	1	1	6	2	2	2	1	1	1	2	—	1
100+ » ...	—	1	1	—	4	4	4	1	2	2	—	—	1
All farms	1	2	4	8	8	9	11	5	9	4	4	1	4

Table 6 gives an idea of the magnitude and direction of the changes taken place in the mean cubic volume. This has increased in 55 holdings and decreased in 7. In eight cases it has remained about the same. In all size groups the changes have been of the same nature. The mean cubic volume has decreased by 10—30 per cent, but its increase has varied from 10 to 90 per cent, although in most cases the increase has been 10—50 per cent.

Mean volume by tree species

It has been observed on the basis of the National Forest Inventories that the area of our pine-dominated forests has decreased and the area of spruce-dominated forests has vastly increased (Ilvessalo 1956, p. 60). The same phenomenon has occurred as regards the amounts of growing stock (cf. Ilvessalo op.cit.p. 80). As for the bookkeeping farms of the present study, the proportional share of spruce of the mean cubic volume has increased since the previous survey, as is shown clearly in Table 7. The increase is relatively largest in the smallest holdings and smallest in the largest size class.

Table 7. Mean volume by species of trees on whole forest land.

Size classes of farm woodlots	Pine		Spruce		Birch		Others	
	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57	1936—39	1955—57
	cu. m. per ha. incl. bark and per cent							
—20 ha.	24.4 32	28.6 29	29.3 38	43.8 45	18.6 24	21.8 22	4.3 6	3.5 4
20— 50 »	26.6 39	33.8 37	22.5 33	34.4 38	15.9 23	20.9 23	3.6 5	1.8 2
50—100 »	35.9 40	41.7 40	37.8 42	47.5 46	12.8 15	13.3 13	2.7 3	1.5 1
100+ »	36.6 40	42.7 38	38.9 43	51.7 45	14.0 15	17.6 15	2.1 2	1.8 2
All farms	34.9 40	40.9 38	36.4 41	48.0 45	14.0 16	17.0 15	2.5 3	1.8 2
Private forests in South Finland	31.4 41	32.3 38	28.7 37	35.1 41	13.3 17	15.4 18	3.4 5	2.1 3

All holdings considered the increase in the share of spruce is 4 per cent, which is exactly the same as in all private forests; in the last mentioned forests the share of spruce has been, and is after the Third Inventory, 4 per cent smaller than in the study holdings. Table 4 shows that the forest soils of the study holdings are more fertile, on the average, than in private forests generally; these soils, suitable for spruce, are prevalent particularly in the size class of holdings under 20 ha.

As the share of spruce has increased the share of other tree species has decreased. The share of pine, which was about as large as that of spruce at the time of the previous survey, is now clearly smaller, although the percentile decrease is not large. The percentages of broad-leaved trees have changed very little. Aspen and alder, which are included in the group »others», were already sparse at the time of the first inventory. These tree species, as well as birch, are most common in the smallest holdings. Thus, the smaller mean cubic volume of small forest holdings is also more unfavourable as regards the composition of the growing stock. Only the amounts of aspen and alder have actually decreased. This has happened both in the study holdings and in the group of all private forests.

Mean volume by age classes

In this study the growing stock has been divided into three age classes. In earlier surveys young, middle-aged, and old forests have been distinguished; in the latest survey the age classes are: under 40 years, 41—80 years and 81+ years. As pointed out on p. 3 the age limits of young, middle-aged and old forests used in this study do not tally completely with these classes because the limits used now vary within a range of twenty years according to forest site types.

Table 8 shows, by the groups mentioned, the development of mean volumes according to age classes. With the exception of the group of holdings of 20—50 ha. the mean volume in the youngest age group has grown considerably and almost as much in all holding groups, except in the 20—50 ha. class. The average increase has been from 36 cu.m. to 49 cu.m., or 36 per cent.

The absolute increase in the mean volume is largest in middle-aged forests, but relatively the increase is about the same as in young forests. The average for all holdings is 36 per cent. The mean volume of middle-aged forests has increased relatively the most (44 per cent) also in the group of forest holdings of 20—50 ha.

As regards old forests the mean volume has increased in holdings under 20 ha. and over 100 ha. It has decreased considerably in holdings of 50—100 ha. and remained about the same in holdings of 20—50 ha. The average of

Table 8. Mean volume by age classes.

Size classes of farm woodlots	in 1936—39			in 1955—57		
	Age class, years					
	young	middle aged	old	—40 years	41—80 years	80+ years
	cu.m. per ha. incl. bark					
— 20 ha.	40	86	97	54	116	118
20— 50 »	43	82	107	41	118	108
50—100 »	37	97	147	51	132	124
100+ »	34	98	137	49	135	142
All farms	36	96	137	49	131	134

all holdings has also remained unchanged. The changes in different directions in the old forests can be explained by numerous regeneration cuttings. In small holdings hardly any regeneration cuttings have been carried out or they have been very light, and for this reason the mean volume may have clearly increased even in the old forests. In the holding class 20—50 ha. heavy cuttings have been applied to old forests, because the amount of growing stock has not changed much. For the notable decrease in the mean volume in the next group there is hardly any other explanation except regeneration cuttings. In the class of the largest holdings cuttings have been less heavy than the average, and consequently the mean volume has increased.

Mean volume by diameter classes

It is well known on the basis of the National Forest Inventories that the structure of the growing stock of our forests changed in the 1940's to the effect that the proportion of large timber trees increased (Ilvessalo 1956, pp. 92—96). This development was caused by a decrease in the sawmill and plywood industry during and after the war and also by an improvement in the treatment of forests, as silvicultural cuttings were more and more commonly substituted for diameter-limit cuttings (Ilvessalo op.c. p. 92). Table 9 shows that the proportion of large timber trees has increased also in the study holdings as far as the average of all of them is concerned. Considerable variation occurs, however, depending on the species of tree and the size of the holding.

Large timber trees in this connection are trees with a minimum dbh of 20 cm. As regards *pine*, the proportion of large timber trees has decreased a little in the size groups of holdings under 20 ha. and over 100 ha. This decrease is so small, however, that an increase concerning the other size groups brings about a rise of 10 per cent in the average of all holdings. As regards *spruce*, the changes are in the same direction as with pine.

Table 9. Mean volume by Dbh-classes.

Size classes of farm woodlots		Pine				Spruce				Birch				Others				Mean			
		Dbh-class, cm																			
		<10	10—20	20—30	30+	<10	10—20	20—30	30+	<10	10—20	20—30	30+	<10	10—20	20—30	30+	<10	10—20	20—30	30+
		per cent of volume																			
— 20 ha.	1. *	7	43	46	4	9	46	42	3	11	52	33	4	30	47	23	—	10	46	41	3
	2. **	7	45	46	2	10	52	37	1	17	58	25	0	31	48	21	—	12	51	36	1
20— 50 »	1.	7	45	45	3	14	55	29	2	17	61	21	1	56	35	9	—	14	52	32	2
	2.	5	36	51	8	9	45	40	6	12	55	31	2	63	26	9	2	10	43	41	6
50—100 »	1.	6	37	48	9	8	47	40	5	11	55	29	5	36	44	13	7	9	44	41	6
	2.	5	30	53	12	7	38	47	8	10	47	39	4	42	39	15	4	7	36	48	9
100+ »	1.	4	25	54	17	8	35	45	12	13	48	34	5	50	32	11	7	8	33	46	13
	2.	4	36	51	9	9	46	38	7	14	57	25	4	33	37	20	10	8	44	41	7
All farms	1.	5	38	49	8	9	47	38	6	14	57	26	3	38	39	16	7	9	45	40	6
	2.	5	28	53	14	8	37	45	10	12	49	35	4	48	34	13	5	8	36	46	10
All ownership groups in South Finland	1.	11	47	38	4	18	54	25	3	20	59	18	3	—	—	—	—	17	51	28	4
	2.	8	37	47	8	13	47	35	5	16	52	29	3	—	—	—	—	12	43	38	7

1.*) in 1936—39. — 2.**) in 1955—57.

The only difference is that the proportion of large pines is generally relatively higher than of large spruces. As for *birch*, the relative proportion of large trees has risen, as an average of all holdings, 10 per cent. Aspen and alder have correspondingly decreased 5 per cent.

The lower part of Table 9 shows the proportional distribution of large timber trees according to the second and third National Forest Inventories, for all ownership groups together, in the southern half of the country. When the growing stock of the bookkeeping holdings is compared with this, it appears that the former contains a larger proportion of large timber trees.

Number of sawtimber trees

In the resurvey of the study holdings in accordance with the instructions for the third National Forest Inventory (Ilvessalo, 1951), trees measuring at least 6 inches incl. bark at the height of 18 ft and yielding at least one log of the minimum size and at least of the third quality class, were counted as sawtimber trees. In addition, such broad-leaved trees were counted as sawtimber trees as measured at least 7 in, at 18 ft or 8 in. at 12 ft and met the requirements of at least the third quality class as veneer wood. In the surveys of the bookkeeping holdings in 1936—39 such trees were considered sawtimber trees as measured at least 20.1 cm dbh. This has been taken into consideration in the computations and the figures of both inventories have been converted to obtain comparability.

Between the two surveys the number of sawtimber trees per ha. has increased on the whole forest land in all holdings by an average of 28. The biggest increase has occurred in the 50—100 ha. size group of holdings. But if we examine the development in terms of percentages, the greatest increase, 49 per cent, has taken place in the size group of 20—50 ha. In the size group under 20 ha. the increase is the second largest, 42 per cent. Although the number of large timber trees during the time between the inventories has increased the most in the forest holdings with an area under 50 ha., these holdings still have clearly fewer sawtimber trees than the larger holdings.

Table 10. Average number of saw-timber stems per hectare on total forest land.

Size classes of farm woodlots	Saw-timber stems per ha.	
	in 1936—39	in 1955—57
— 20 ha.	84	119
20— 50 »	67	100
50—100 »	100	140
100+ »	110	133
All farms	102	130

Increment of growing stock

By volume increment in this context is meant the current annual volume growth of the stem wood excl. bark, expressed as cu.m. per ha. The computation of growth has been carried out by means of the volume tables for standing trees (Ilvessalo 1948) by applying the increment per cent in basal area of the last 5 year-period.

An examination of the results of different inventories concerning the increment fails to give a reliable idea of possible changes in the amount of growth, unless climate-caused fluctuations in growth are taken into consideration (cf.e.g. Ilvessalo 1942, p. 169; 1945; 1956, p. 133; 1959, p. 8—9; Eklund 1944, p. 318 and Mikola 1950, p. 8 and pp. 112—113). The growth-index series for the southern half of the country computed in connection with the third National Forest Inventory and its secondary treatment gave the following averages for the years for which the increment was computed:

	pine	spruce	birch
survey in 1936—39	95	109	103
» » 1955—57	100	90	103

The growth of pine in 1955—57 has been normal, but 5 per cent below normal at the time of the previous inventory. As for spruce, there was a difference of 19 per cent in the opposite direction. The growth of birch at the time of both inventories was 3 per cent above normal.

Mean increment on whole forest land

Table 11 shows the mean increment on the whole forest land; it also shows increment as corrected to the normal level according to the index. No separate examination of growth for productive forest land and poorly productive forest land is possible, since this separation was not made in the earlier survey.

It was observed in the section dealing with the cubic volume that the amount of growing stock had increased in all holding groups. Consequently it was reasonable to expect that also the increment of the growing stock would be higher than that in the earlier survey. The mean growth has increased in all holding groups, but not nearly in the same proportion as the mean volume. This smaller increase is explained partly by the shift in the age class structure in the direction of older age classes, the middle age having increased by 10 years. During the time between the surveys the mean growth has increased (without a correction of increment) by 0.2 cu.m. per

Table 11. Mean growth excl. bark on total forest land.

Size classes of farm woodlots	in 1936—39	in 1955—57	Growth corrected according to the index	
			in 1936—39	in 1955—57
	cu. m. per ha., excl. bark			
— 20 ha.	3.6	4.0	3.5	4.1
20— 50 »	3.2	3.5	3.2	3.6
50—100 »	3.5	3.7	3.4	3.8
100+ »	3.5	3.8	3.4	3.9
All farms	3.5	3.7	3.4	3.8
Private forests in South Finland	2.9	3.2	—	—

ha., or 6 per cent, on the average. The growth figures corrected to conform with the index are twice as high. The biggest change has occurred in the smallest group of farm woodlots: 11 per cent, and after correction 17 per cent. It has to be borne in mind that the forests are younger and the forest lands are more fertile, on the average, in this group than in the others.

In all private forests in the southern half of the country the mean growth has increased 0.3 cu.m. per ha., or a little more than the average in the bookkeeping holdings during the time between the National Forest Surveys II and III. However, the mean growth in the bookkeeping holdings, according to the last inventory, is 0.5 cu.m. per ha. higher than in all private forests of the southern half of the country.

Mean increment by age classes

The mean increment is examined on the basis of Table 12, in which the mean increment values without a correction according to the index are shown. The distribution into age classes is the same as that of the cubic volume. When all holding groups are considered as a whole, the mean increment in young and middle-aged forests is clearly higher than in the earlier survey. The rise is 21 per cent for the young forests and 15 per cent for the middle-aged forests. In the old forests the volume increment has fallen by 8 per cent. In this age group a small decrease of volume was already discernible, but in the increment the difference was clearer. This notable fall was probably caused by the decrease in volume and perhaps to a larger extent by the aging of the forests. The proportion of forests over 80 years old is relatively larger and they are older than in the previous survey.

When examined by the holding groups the volume increment follows the same general course as in the previous case, and in the two groups of largest holdings it is exactly the same. Forest holdings under 20 ha. are different in that their volume increment has risen considerably also in the old forests,

as was the case with their cubic volume. The forests of this holding group are not relatively as old as those of the other groups: of the stands more than 81 years old 4/5 fall in the age class 81—100 years, and only 1/5 are older than 100 years.

Silvicultural condition

In the National Forest Inventories (e.g. Ilvessalo 1927, 1942 and 1956) much attention has been paid to the silvicultural condition of the forests. In the survey of the forests of the bookkeeping holdings carried out in 1955—57 the same classification of the silvicultural condition of forests was used as in the third Inventory. The principles underlying the classification are described in the instructions for the third Inventory and in the publications of its results (Ilvessalo 1951, 1956 and 1957), and it is therefore unnecessary to repeat them here. It will be sufficient to mention that the forest stands were divided into two main groups, those capable of development and those incapable of development. Stands in the former group are to be developed further according to silvicultural principles. Stands of the latter group cannot be developed any further; the most appropriate measure would be their regeneration. Stands of the first four groups in Table 13 are capable of development and those of the other four incapable of development.

It emerges from Table 13 that good and satisfactory forests together occupy the main part — from 2/3 to 3/4 depending on the size class — of the area of the productive forest land. These two together are more prevalent, on the average, in the size classes 50—100 and 100+ than in the smaller holdings (cf. also Linnamies 1943, p. 42—44). The averages of all bookkeeping holdings, in comparison with those of the private forests according to the third National Forest Inventory, represent a clearly higher level as far as the silvicultural state is concerned. The following group, silvicultural measures delayed, is relatively even in all holding groups. According to the table, in the study holdings such stands comprise over 10 per cent of the area of the productive forest land. In all private forests of the southern half of the country their share is only 2 per cent higher. Stands improvable with rest are generally scant in the study holdings as well as in all the private forests of the southern half of the country.

The share of the last group of the stands capable of development, those impaired by selection cutting, is under 10 per cent of the area of the productive forest land, if the group of the smallest holdings is not counted. The corresponding figure for the private forests — according to the third Inventory — is about three times higher. On comparing these figures, as well as the percentages of good and satisfactory stands, a thought comes to

Table 12. Mean growth by age classes.

Size classes of farm woodlots	in 1936—39			in 1955—57		
	Age class, years					
	young	middle aged	old	—40 years	41—80 years	81+ years
	cu. m. per ha., excl. bark					
— 20 ha.	2.8	4.2	2.7	3.2	4.6	3.7
20— 50 »	3.1	3.7	3.6	2.5	4.4	3.4
50—100 »	2.5	4.2	4.2	2.9	4.6	3.5
100+ »	2.2	4.1	4.1	2.9	4.6	3.9
All farms	2.4	4.0	4.1	2.9	4.6	3.8

Table 13. Silvicultural condition.

Size classes of farm woodlots	Good and satisfactory	Measure delayed	Improvable with rest	Impaired by selection cutting	Change of tree species	Over-nature	Poor residual stand	Others to be regenerated
	per cent of productive forest land							
— 20 ha.....	67	11	5	11	4	—	1	1
20— 50 »	68	11	4	9	6	—	.	2
50—100 »	76	12	1	7	3	—	.	1
100+ »	71	14	1	8	4	. *)	.	2
All farms	72	13	2	8	4	.	.	1
Private forests in South Finland	43	15	5	25	4	.	5	3

mind that, despite clear instructions and preceding training, the »human factor» may have influenced in the positive direction the subjective determinations of the silvicultural condition of the forests of the bookkeeping farms.

Stands incapable of development and calling for regeneration are very few in the study holdings. They mostly consist of stands in need of a change of tree species; this case is the most usual in spruce forests on dry upland soils. The amount of over-mature stands and poor residual stands is insignificant. The amount of stands in the class »other stands to be regenerated», consisting mostly of technically poor growing stock, is also small.

Variation between study holdings

Negative views have been presented as to the suitability of agricultural bookkeeping farms for the purposes of studies whose results are generalized to cover other holdings. It has been reasoned that farming in the bookkeeping holdings is of a higher standard than the average and that the agri-

*) . under 0.5 %

Table 14. Variation between study farms.

Size classes of farm woodlots	Variation of volume			Variation of growth		
	Mean volume, cu. m. per ha.	Range	Standard deviation	Mean growth, cu. m. per ha.	Range	Standard deviation
— 20 ha.	97.7	87.7	23.8	4.0	2.4	0.7
20— 50 »	90.9	142.2	31.3	3.5	3.8	0.9
50—100 »	104.0	114.6	25.9	3.7	2.0	0.8
100+ »	113.8	141.5	31.3	3.8	2.6	0.8
All farms	107.7	155.6	30.3	3.7	3.8	0.8

cultural income is also higher. On determining the net return of agriculture for taxation the average yielded by the bookkeeping holdings has been reduced by 25 per cent, perhaps on the basis of the view just referred to.

It can be observed on the basis of the present study that also the forests of the bookkeeping farms are better than the private forests of the country, on the average. The amount of their growing stock is larger, its structure more favourable and its increment higher; also the silvicultural condition of the forests is better than in our private forests, on the average. Individual holdings, however, can deviate considerably from the average, since there is always some variation between holdings. In order to clarify the variation occurring in the bookkeeping farms, series of figures expressing, by classes of holdings, the variation range and the standard deviation of the mean volume and mean growth have been included in Table 14.

The range of variation — which, being the difference of the largest and smallest value in a population, gives generally a very inexact idea of the dispersion — is very wide and it varies greatly from holding group to holding group. Thus there are holdings with a very low mean volume and mean growth and others with high corresponding values. In the holding group under 20 ha. the variation range is at its lowest and also the mean growth is relatively small. In this group the holdings are really quite equal. True, the growing stock of the two holdings is clearly better than that of the others, and this has raised the average, since this class consists of only 10 holdings.

The material is the most heterogeneous in the holding group of 20—50 ha.; here the variation range and the standard deviation are the highest. This holding group has occurred in the series of almost every table as an exceptional case. The averages have generally been the higher the larger the forest area of the holding group, but the 20—50 ha. holding group has shown a downward deviation. This deviation has been examined and its cause appears to be that this group includes a holding with an exceptionally good growing stock and that holdings with relatively poor growing stock were more numerous in it than on the average; the latter holdings have caused the poor results of this group.

References

E k l u n d, B o. 1944. Ett försök att numeriskt fastställa klimatets inflytande på tallens och granens radietillväxt vid de båda finska riksskogstaxeringarna. — Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift.

I l v e s s a l o, Y r j ö. 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—24 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. S u m m a r y: The Forest of Suomi (Finland). Results of the General Survey of the Forests of the Country carried out the years 1921—1924. — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 11.

—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. R e f e r a t: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. S u m m a r y: The forests resources and the condition of the forests of Finland. The second National Forest Survey. — Ibid. 30.

—»— 1943. Metsänhoitolautakuntien toimintapiirien metsät. II:n valtakunnan metsien arvioinnin tuloksia. Helsinki.

—»— 1945. Puiden kasvun vaihtelu ja sen merkitys kasvuntutkimuksissa. — Metsätaloudellinen Aikakauslehti. N:o 1.

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

—»— 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. S u m m a r y: Third National Forest Survey of Finland. Plan and Instructions for field work. — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 39.3.

—»— 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. S u m m a r y: The forests of Finland and their development from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three National Forest Inventories. — Ibid. 47.1.

—»— 1957. Suomen metsät metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain. Valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia. S u m m a r y: The Forests of Finland by Forestry Board Districts. Results of the National Forest Inventory. — Ibid. 47.3.

—»— 1959. Suomen metsien hakkuumahdollisuudet metsävarojen kehittämiseen tähtäävän hakkuusuunnitteen valossa. S u m m a r y: Cutting possibilities of the forests of Finland in the light of allowable cut, aiming at the development of forest resources. — Ibid. 51.9.

L a p p i - S e p p ä l ä, M. 1940. Suomen evankelislutherilaisten seurakuntien kirkollisvirkatalojen metsät ja metsätalous. R e f e r a t: Die Wälder und die Waldwirtschaft der evangelisch-lutherischen Kirchengemeindegüter in Finnland. — Acta Forestalia Fennica 49.6.

L i n n a m i e s, O l a v i. 1943. Eri suuruisten yksityismetsälöiden metsävaroista ja metsien tilasta. R e f e r a t: Untersuchungen über die Waldvorräte und den Zustand der Wälder der verschieden grossen Waldbetriebe. — Ibid. 52.2.

M i k o l a, P e i t s a. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. S u m m a r y: On variations in tree growth and their significance to growth studies. — Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 38.5.

O s a r a, N. A. 1935. Suomen pienmetsätalous, R e f e r a t: Die Kleinwaldwirtschaft in Finnland. — Ibid. 21.1.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.14
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.14
Helsinki 1962

AUF DIE HÖHE GESTÜTZTE AUSBAUCHUNGSTAFELN FÜR KIEFER, FICHTE UND BIRKE

PAAVO TIIHONEN

Einleitung

Die die Schaftform des Baumes charakterisierenden Ausbauchungsreihen sowie die deren Zusammenfassung bildenden Ausbauchungstafeln sind bereits seit reichlich einem Jahrhundert zusammengestellt worden. In den ausgeführten Untersuchungen konstatiert man indessen gewisse gemeinsame Züge. Unter ihnen mögen u.a. die angepassten Ausgleichungsmethoden, die graphische und mathematische (analytische) Ausgleichung erwähnt werden. Eine noch zentralere Frage bildete indessen die Wahl der zu verwendenden Klassifizierungsgrundlagen. Es kann konstatiert werden, dass als Klassifizierungsgrundlagen im allgemeinen die bei gewöhnlichen Messungs- und Abschätzungsarbeiten der Bäume und Waldbestände zu verwendenden Merkmale benutzt wurden, und zwar entweder ein Höhen-, Form- beziehungsweise Durchmessermerkmal oder aber eine Kombination von zwei, ja selbst drei Merkmalen dieser Art (Burckhardt 1852; Maass 1908; Jonson 1910, 1911; Zimmerle 1933, 1941; Krenn-Prodan 1944; Eide und Langsaeter 1928—30; Tiihonen 1961 a, 1961 b u.s.w.).

Gelegentlich der Arbeit der Zusammenstellung von Ausbauchungstafeln, die in verschiedenen Ländern und zu verschiedenen Zeiten verrichtet worden ist, treten natürlich neben gemeinsamen Zügen zahlreiche Sonderzüge in die Erscheinung, die für jede einzelne Forschungsarbeit charakteristisch sind. So basierte beispielsweise die Zusammenstellung der kürzlich vollendeten Ausbauchungstafeln für finnische Kiefer, Fichte und Birke (Tiihonen 1961 a, 1961 b) in erforderlichem Ausmass auf dem ergänzten »Massentafeln stehender Bäume»-Material von Ilvessalo (1947). Aus der die Zusammenstellung betreffenden Untersuchung ging hervor, dass es möglich war, die Ausbauchungstafeln mit den erwähnten, in Finnland allgemein ver-

3253—62

wendeten Massentafeln zu kombinieren, und zwar so, dass sie als Grundlage für die Zusammenstellung von Holzsortimententafeln dienen konnten, die die gegenwärtigen Bedürfnisse zu befriedigen vermochten. Die beiden soeben erwähnten Eigenschaften waren insbesondere vom Standpunkt der Praxis von grosser Bedeutung.

Als Klassifizierungsgrundlagen für die zusammengestellten Ausbauchungstafeln wählte man folgende Merkmale: Höhe, Ausbauchung und Brusthöhendurchmesser sowie teilweise nur Höhe und Ausbauchung. Bei der Untersuchung der Verwendungsmöglichkeiten der Tafeln stellte es sich heraus, dass bei der Lösung von praktischen Aufgaben vor allem die Bestimmung der Ausbauchung Unzuträglichkeiten verursachen kann, wenn auch die eventuelle Unzuträglichkeit mit leichter Mühe erheblich eingeschränkt werden kann.

DieBeschränkung der Messungen auf eine Bestimmung der Höhe und des Brusthöhendurchmessers bedeutet einen vom Charakter der Aufgabe abhängigen variierenden Vorteil; sie erfolgt indessen in erster Linie auf Kosten der Zuverlässigkeit der erzielten Resultate. Die Grunduntersuchung betreffend die Zusammenstellung von Ausbauchungstafeln ergab, dass die Ergebnisse der Kontrollrechnungen, die ausschliesslich auf Ausbauchungsreihen basieren, die allein von der Höhe beziehungsweise der Höhe und dem Brusthöhendurchmesser ausgehen, die Verwendung von Reihen solchen Charakters berechtigen können, insbesondere wenn es sich um Aufgaben handelt, an die keine allzu grossen Ansprüche gestellt werden. Die Tafeln wären dann auch relativ zusammengedrängt und ihre Verwendung im Hinblick auf Geländeverhältnisse einfacher als die Verwendung von Tafeln, die umfangreich sind und auf drei Merkmalen basieren. Man gelangte auf Grund des Gesagten zur Ueberzeugung, dass auch die Berücksichtigung einer Zusammenstellung von Ausbauchungstafeln, die auf der Höhe sowie auf der Höhe und dem Brusthöhendurchmesser basieren, im Untersuchungsprogramm begründet und berechtigt ist.

Nachdem die Zusammenstellung von Ausbauchungsreihen, die auf der Höhe, der Ausbauchung und dem Brusthöhendurchmesser sowie auf den sie ergänzenden Höhe- und Ausbauchungsreihen basierten, zu Ende geführt worden war, machte man sich in der Abschätzungsabteilung an der Forstlichen Forschungsanstalt daran, die präliminären Untersuchungen in bezug auf die beiden anderen vorher erwähnten Alternativen fortzusetzen. Das erste Ergebnis bilden die in dieser Veröffentlichung angeführten Ausbauchungstafeln für Kiefer, Fichte und Birke, die auf der Höhe basieren. Ausser den Tafeln selbst wird kurz die Zusammenstellung der Tafeln sowie deren Verwendung und Zuverlässigkeit geprüft. In bezug auf zahlreiche Untersuchungen von Details begnügt man sich indessen zwecks Kürzung der Darstellung mit nur sehr kurzen Auseinandersetzungen beziehungsweise mit einem Hinweis auf früher veröffentlichte Werke.

Bezeichnungen für die in der Untersuchung verwendeten Merkmale

In der den Ausbauchungstafeln vorangehenden Beschreibung verwendet man folgende vom Internationalen Verband der Forstlichen Forschungsanstalten (International Union of Forest Research Organizations 1959) empfohlene Merkmale:

d = Durchmesser in 1.3 m Höhe
d_6 = Durchmesser in 6 m Höhe.

Dazu wird die Bezeichnung $d—d_6$ = Ausbauchung = Unterschied zwischen den Durchmessern in Brusthöhe und in 6 m Höhe benützt.

In der vorliegenden Untersuchung laufen die Bezeichnungen auf Durchmesser mit Rinde hinaus, und der Ausgang ihrer Messhöhe wird durch die niedrigst mögliche Fällhöhe an dem Wurzelanlauf des Stammes bestimmt.

Material

Die eigentliche Zusammenstellung der Ausbauchungstafeln basierte, wie in der Einleitung bereits angedeutet wurde, in erforderlichem Ausmass auf dem ergänzten Probestämmenmaterial der Massentafeln. Die Ergänzung umfasste insgesamt eine Messung von 2 311 Stämmen. Nach erfolgter Ergänzung umfasste das Material 3 660 Kiefern-, 2 743 Fichten- und 2 858 Birkenprobestämme. In bezug auf die Zusammensetzung des Materials sei auf die früher angeführten Angaben hingewiesen (T i i h o n e n 1961 a, S 14—18; 1961 b, S 10—12). Hier möge nur wiederholt werden, dass die Durchmesser m.R. bei der Gesamthöhe $\leq$12 m in 0.5, 1.5, 2.5 ... m Höhe, stets mit Abstand von 1 m gemessen wurden, sowie bei der Gesamthöhe >12 m in 0.5, 2, 4 ... m Höhe, stets mit Abstand von 2 m. Ausserdem wurden die Brusthöhendurchmesser gemessen sowie bei kürzeren Bäumen ($\leq$12 m) auch die Durchmesser in 6 m Höhe.

Neben dem erwähnten Untersuchungsmaterial setzte die Forschung auch ein erforderliches Kontrollmaterial voraus. Dieses erhielt man in der Hauptsache von den festen Probeflächen der Forstlichen Forschungsanstalt. Berechnungen wurden auch mit Hilfe von Kiefernprobestämmen ausgeführt, die aus Österbotten und Lappland zusammengetragen wurden. Bei der Kontrolle der Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials sowie bei den die Zusammenstellung der Ausbauchungsreihen betreffenden Untersuchungen stützte man sich ferner auf das 21 900 Probestämme umfassende Probematerial, das dem Inventurmaterial der III. Reichswaldabschätzung (I l v e s s a l o 1956) entnommen wurde.

Aufstellung der Ausbauchungstafeln

Berechnungsmethode für die Ausbauchungsreihen

Als man sich an die Aufstellung der Tafeln heranmachte, stellte es sich heraus, dass die Berechnung der Ausbauchungsreihen auf drei verschiedene Weisen durchgeführt werden konnte. Erstens konnte man sich stützen entweder auf das Untersuchungsmaterial als solches oder auf eine entsprechende Ergänzung beziehungsweise Beschränkung des selben. Eine zweite Alternative war, die Reihen getrennt für die südliche und die nördliche Hälfte des Landes aufzustellen. Die dritte, theoretisch am besten begründete Möglichkeit war, sich auf die bereits vollendeten auf Höhe, Ausbauchung und Brusthöhendurchmesser fussenden Reihen beziehungsweise auf die Reihen zu stützen, die auf der Höhe und der Ausbauchung basierten. Die Entscheidung wurde getroffen auf Grund der im Folgenden kurz angeführten Untersuchung.

Zunächst prüfte man die Zusammensetzung des Untersuchungsmaterials. Es ergab sich dabei vor allem, dass das Material verhältnismässig mehr schlanke, leicht ausbauchende Stämme enthielt, als auf weiten Waldgebieten vermutlich zu erwarten war.

Die Prüfung wurde fortgesetzt an Hand des Materials, das die III. Reichswaldabschätzung ergab. Es konnte dabei festgestellt werden, dass die in bezug auf die Stärkestufen der Bestände zwischen der südlichen und der nördlichen Hälfte des Landes konstatierten Unterschiede (Ilvessalo 1956, S. 94; 1957, S. 60) auch entsprechend der Stammzahl in den zusammengetragenen Ausbauchungsverteilungen in die Erscheinung traten. Bemerkenswert war die Feststellung, dass, mit Ausnahme von einzelnen, in erster Linie an der Fichte und der Birke in die Erscheinung tretenden Ausnahmen, die Unterschiede sich in beinahe allen untersuchten Höhenklassen von 8—23 m bei einer Stufenweite von 1 Meter geltend machten. Die Ausbauchungsklassen- (Klassen unter 2.5, 3—4, 5—6 und 7+cm) Stammzahlverteilungen erwiesen, dass im südlichen Teil des Landes in den zwei kleinsten Ausbauchungsklassen relativ mehr Stämme vorkamen als im nördlichen Teil des Landes, in dem wiederum zu den Klassen 5—6 sowie 7+cm nach Holzart und Höhenklasse — wenn auch wahrscheinlich nicht nach ihrer Anzahl — mehr Stämme gehörten als im südlichen Teil des Landes.

Ausser der Verteilung nach Ausbauchungsklassen untersuchte man auch die d-klassenweise auftretenden (Stufenweite 2 cm) Verteilungen an zwei Stellen der beiden Landeshälften in den allgemein auftretenden 3—4 und 5—6 cm Ausbauchungsklassen. Die Prüfung wurde auch diesmal nach Höhenklassen durchgeführt. Es konnte bei dieser Gelegenheit festgestellt werden, dass in beinahe allen untersuchten Klassen die Kiefern und Fichten der nördlichen Landeshälfte im Durchschnitt etwas stärker waren als in der

südlichen Landeshälfte. Der Unterschied war allerdings im allgemeinen nur ein solcher der 1—2 d-klasse. Bei der Birke konstatierte man oft entsprechende Unterschiede, doch war die Differenz hier viel geringer, im Durchschnitt nur eine solche ca der ½—1 d-klasse beziehungsweise 1—2 cm.

Das dritte Prüfungsobjekt bildeten die bereits zusammengestellten Ausbauchungstafeln. Am wichtigsten war hier die Feststellung, dass die in der selben Ausbauchungsklasse d-klassenweise in die Erscheinung tretenden Ausbauchungsprozente sich im Durchschnitt mit dem Brusthöhendurchmesser vergrössern, abgesehen von hauptsächlich an der Birke vorkommenden Ausnahmen in den Gipfelteilen der hohen Stämme. Des weiteren verringern sich die d-klassen- und ausbauchungsklassenweise auftretenden Durchschnittsreihen bei einer Vergrösserung der Ausbauchung.

Auf Grund der Prüfung der Ausbauchungsreihen konnte festgestellt werden, dass, bei einer Zugrundelegung von bereits aufgestellten ausbauchungsklassenweise auftretende Reihen für ausschliesslich auf der Höhe basierende aufzustellende Reihen und deren Abwiegen mit passenden Zahlen (vgl. T i i h o n e n 1961 a, S. 98), das Abwiegen für die verschiedenen Landesteile mittels verschiedener Zahlenreihen vorgenommen werden müsste. Da andererseits die d-klassenweise auftretenden Verteilungen in den verschiedenen Teilen des Landes verschieden sind, als Grundlage die d-klassenweise auftretenden Ausbauchungsreihen gewählt werden müssten. Das Abwiegen würde sich in so einem Fall sehr umständlich gestalten und das Resultat des selben würde gleichzeitig offenbar unsicher sein.

Eine andere Alternative, und zwar eine Zusammentragung von zusätzlichem Material vor allem aus der nördlichen Landeshälfte, musste gleichfalls aus praktischen Gründen verworfen werden. Am ehesten konnte man noch an eine Beschränkung des Materials denken, und zwar in erster Linie im Hinblick auf die kleinste Ausbauchungsklasse.

Indem man Ueberlegungen darüber anstellte, wie das Material als solches zu verwenden sei, schenkte man nach wie vor sein Interesse sowohl den aufgestellten Ausbauchungs- und d-klassenverteilungen als auch den bereits fertigen Ausbauchungsreihen. Es konnte dabei festgestellt werden, dass die im Bestandesaufbau zutage tretenden Verschiedenheiten vom Standpunkt der Aufstellung der Ausbauchungsreihen gewissermassen in verschiedenen Richtungen wirksam sind. Die Ausbauchungsklassen-Verteilungen weisen auf beachtenswerte Unterschiede hin, falls man für die verschiedenen Landesteile besondere Durchschnittsreihen aufstellen würde; die d-klassen-Verteilungen schwächen wiederum die ausschliesslich auf Grund einer Ausbauchungsklassen-Prüfung zu erhaltenden Unterschiede ab. Die erwähnte Feststellung bewirkt auch den Umstand, dass der im Untersuchungsmaterial als Nachteil empfundene relativ grosse Anteil von leichtausbauchenden Bäumen in bezug auf seine Wirkung erheblich abgeschwächt wird, da das

Material andererseits reichlich Bäume von geringem Durchmesser enthält, deren Ausbauchungsprozente sich in erheblichem Ausmass den Prozentzahlen der stärkeren jedoch bedeutend ausbauchenden Stämme nähern. Die erheblichsten Nachteile schienen auf die Prozente der Gipfelteile des Stammes beschränkt zu sein. Die Bedeutung eines dünnen Gipfelteils im Vergleich zum ganzen Stamm ist auf der anderen Seite oft sehr gering.

Auf Grund der oben kurz angeführten Prüfung wurde beschlossen, dass die Aufstellung der Ausbauchungsreihen sich auf das bereits zusammengetragene Material als solches zu stützen habe. Man hielt es indessen für angebracht, dass in der im Folgenden darzulegenden Ausgleichung der Ausbauchungsreihen sowie in den später anzustellenden Prüfungsberechnungen in bezug auf die Ausgleichung man nach Möglichkeit danach streben sollte, die Verwendungsmöglichkeiten der Reihen im Hinblick auf das ganze Land zu berücksichtigen.

Ausgleichungsmethode

Die zweite Aufstellungsphase der Tafeln war identisch mit einer graphischen Ausgleichung der Ausbauchungsprozente. Zur Verwendung dieser Methode entschloss man sich auf Grund der früher durchgeführten Untersuchungen (vgl. Tiihonen 1961 a, S. 96). Die Ausgleichung wurde in zwei Phasen durchgeführt. Zuerst wurden die Reihen getrennt nach Höhenklassen ausgeglichen, wonach von den Durchschnittskurven aller Höhenklassen die Ausbauchungsprozente der in die zweite Ausgleichungsphase aufzunehmenden Messhöhen abgelesen werden konnten, die da waren 2, 3, 4 ... u.s.w., stets in Abständen von 1 Meter. Die zweite Ausgleichungsphase wird durch Abb. 1 veranschaulicht. Als Beispiel ist die zweite Ausgleichungsphase der Kiefernreihen gewählt worden. Zwecks Verkleinerung der Skizze sind nur die 13—18 m Höhenklassen berücksichtigt worden.

Nach erfolgter graphischer Ausgleichung wurden die ziffernmässigen Unterschiede der entsprechenden Prozente der aufeinander folgenden Messhöhen und der nebeneinander befindlichen Höhenklassen geprüft. Auf diese Weise konnten die zwischen gewissen Serien in die Erscheinung getretenen Unregelmässigkeiten eliminiert werden. Nach dem im Folgenden vorzunehmenden Vergleich wurden die Ausbauchungsreihen den Baumarten nach miteinander zu Ausbauchungstafeln vereint. Die Tafeln sind dem Schlussteil der Untersuchung beigefügt worden.

Vergleich auf Grund der Baumarten

Die letzte Phase bei der Aufstellung der Tafeln war identisch mit einem Vergleich zwischen den Ausbauchungsreihen der verschiedenen unter-

suchten Baumarten. Zweck des Vergleichs war, teilweise nach einer Eliminierung der in den Prozentzahlen möglicherweise noch vorkommenden Unregelmässigkeiten zu streben. Auf der anderen Seite wurde untersucht, inwiefern die Ausbauchungsreihen den Baumarten nach sich dermassen voneinander unterschieden, dass eine getrennte Behandlung der Reihen den Baumarten nach notwendig war. Die folgende Aufstellung enthält drei Beispiele, die sich auf diesen Vergleich beziehen. Zwecks Begrenzung der Aufstellung sind nur die Ausbauchungsprozente der geraden Messhöhen berücksichtigt worden.

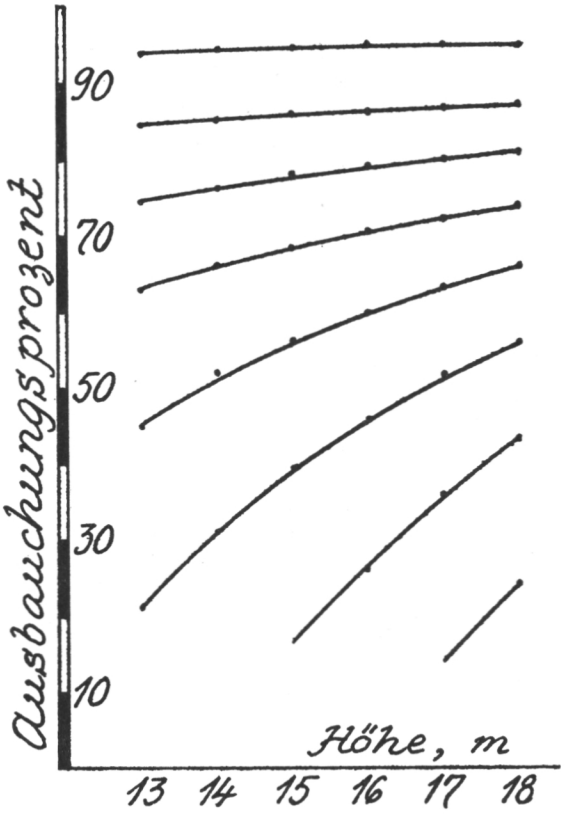


Abb. 1. Ein Beispiel über die zweite Ausgleichungsphase der Ausbauchungsreihen. Kiefer, Höhenklassen 13—18 m, Messhöhen: 2 (die oberste Ausgleichungslinie), 4, 6 u.s.w. ... 16 m (die unterste Linie).

Höhenklasse, m	Holzart	Messhöhe, m 2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
		Ausbauchungsprozent										
	Kiefer	93	82	68	49	23						
11	Fichte	95	83	67	46	20						
	Birke	93	78	60	38	14						
	Kiefer	95	87	80	72	63	52	36	14			
17	Fichte	96	88	80	71	59	46	31	14			
	Birke	95	87	79	70	58	43	25	8			
	Kiefer	95	88	82	78	72	66	60	52	41	28	11
23	Fichte	96	90	85	79	72	65	57	47	37	21	12
	Birke	95	90	85	79	73	65	55	44	31	18	6

Die Zahlenreihen der Aufstellung zeigen, dass bei sämtlichen Holzarten auf den niedrigsten Messhöhen Uebereinstimmungen konstatiert werden können, die sich mit steigender Höhe auch nach oben verschieben. Auf der anderen Seite ergeben sich aber in den kleinen Höhenklassen sowie allgemein in den mittleren sowie vor allem in den Gipfelteilen des Stammes bemerkenswerte Unterschiede. Die ausgeführten Berechnungen des mittleren Fehlers bestätigten die Bedeutung der Unterschiede. Da eine Vereinigung der Ausbauchungsreihen in allen Höhenklassen mit Rücksicht auf die Gesamthöhe des Stammes nicht zu motivieren war, hielt man es vom Standpunkt der Praxis aus für vorteilhafter, die Reihen jeder Holzart in verschiedenen Tafeln anzuführen. Wie oben bereits erwähnt wurde, sind die Tafeln dem Schlussteil der Untersuchung beigefügt worden.

Verwendung der Ausbauchungstafeln

Die aufgestellten Ausbauchungstafeln können entweder auf die Weise verwendet werden, dass nur die Höhenklasse des zu untersuchenden Baumes bestimmt wird, oder so, dass neben der Höhenklasse auch der Brusthöhendurchmesser mit Rinde des fraglichen Baumes gemessen wird. Im vorhergehenden Fall beschränkt sich die Untersuchung auf die relativen Durchmesser, im letzteren Fall kann man dagegen auch die absoluten Durchmesser abschätzen.

Sich auf ein einziges Merkmal stützend, sind die Tafeln vor allem geeignet, die Schaftform ungefähr zu beschreiben. Die Praxis sollte sich des weiteren auf die Beschreibung der durchschnittlichen Schaftform der Baumgruppen beschränken, vor allem in der südlichen Landeshälfte. Neben der Untersuchung der Schaftform des ganzen Baumes, kann man auch die Grösse sowie die Lage am Baum der einzelnen Durchmesser abschätzen. Dabei muss man allerdings an den relativ scharf ausgeprägten Durchschnittscharakter der Reihen denken. Gemäss den mit Hilfe der Tafeln ausgeführten Kontrollberechnungen ist es möglich, die Durchmesser der Stock- und mittleren Teile des Stammes zu bestimmen, und zwar auf ca 0.5—3 % genau, sofern nämlich die den Höhenklassen nach zu untersuchenden Baumgruppen mindestens 20—30 Stämme umfassen, die ausserdem die allgemein vorkommenden Ausbauchungs (d—d_6) und d-klassen repräsentieren. Die Unterschiede bei den Gipfelteilen des Stammes können in einzelnen Fällen sehr viel grösser sein als die oben angeführten Fehlergrenzen, speziell in der nördlichen Hälfte des Landes.

Man kann die Verwendungsmöglichkeiten sowie die Zuverlässigkeit der aufgestellten Ausbauchungstafeln dadurch in einem gewissen Grade erhöhen,

dass man die nach Höhenklassen aufgestellten Reihen mit den früher angeführten Ausbauchungsreihen vergleicht. Auf diese Weise ist es möglich, ein ungefähres Bild davon zu erhalten, welcher Ausbauchungsklassen- beziehungsweise welcher d-klassen-Reihe in den verschiedenen Ausbauchungsklassen die sich ausschliesslich auf die Höhe beziehende Reihe sich jeweils am meisten nähert. Die Verwendung dieses Verfahrens würde allerdings offenbar eine Aufstellung von zum mindesten knapp gefassten Hülfstafeln voraussetzen. Auf Grund der ausgeführten Untersuchungen scheinen die Möglichkeiten einer Anwendung sich ausschliesslich auf die Kiefer zu beschränken.

Zuverlässigkeit der Ausbauchungstafeln

Bei der Untersuchung der Zuverlässigkeit der Ausbauchungstafeln war die Hauptaufmerksamkeit auf die Kontrollberechnungen gerichtet, die nach Höhenklassen in grossem Umfang sowohl auf Grund des Untersuchungsmaterials als auch auf Basis des Kontrollmaterials ausgeführt wurden. Aus der Tabelle 1 sind zunächst Beispiele der Resultate der mit Hilfe des Untersuchungsmaterials ausgeführten Kontrollberechnungen ersichtlich. In bezug auf die erzielten Resultate möge festgestellt werden, dass die in den Berechnungen berücksichtigten Probestämme den Höhenklassen nach unter den allgemein vorkommenden 3—4 und 5—6 cm Ausbauchungsklassen gewählt wurden, unter Berücksichtigung einer gleichmässigen Auswahl.

Tabelle 1. Beispiele für die durchschnittlichen Unterschiede zwischen den durch Ausbauchungsreihen erhaltenen und den wirklichen Durchmessern in einigen Höhenklassen des Untersuchungsmaterials.

Holzart	Höhenklasse, m	Anzahl der Probestämme	Messhöhe, m				
			2	4	6	10	12
			Unterschied gegenüber dem wirklichen Durchmesser im Durchschnitt, %				
Kiefer	13	26	—1.1	—3.7	—2.9	—5.6	
	15	25	+1.8	+1.7	+1.7	—1.6	—5.3
	17	25	+1.0	+1.0	+0.1	—1.6	—1.1
	19	22	+1.3	+0.4	+0.7	+0.6	+0.5
Fichte	13	30	—0.1	+0.5	—2.3	—1.3	
	15	24	—0.2	+0.7	+0.4	+0.6	+1.6
	17	27	—0.3	—1.3	+0.5	+3.4	+5.3
	19	28	—0.4	—1.1	—0.2	+1.3	+1.2
Birke	13	20	—0.3	—0.8	—0.2	+9.6	
	15	20	+1.2	—0.9	—1.0	+0.4	+5.9
	17	21	—0.7	—0.9	—0.9	+1.7	+9.6
	19	28	—0.5	—1.2	—4.4	—0.5	—0.6

Die Zahlen der Tabelle 1 zeigen, dass in bezug auf sämtliche Holzarten häufig zum mindesten befriedigend zuverlässige Ergebnisse erzielt wurden, welcher Umstand das Gelingen der Ausgleichung bestätigt. Einzelne recht bedeutende Unterschiede, wie sie auch in bezug auf andere Höhenklassen vorkommen, weisen auf der anderen Seite auf empfindlich in die Erscheinung tretende relativ grosse zufällige, ja selbst systematische Fehler hin (vgl. auch T i i h o n e n 1961 a, S. 101). Insbesondere auf den höheren Messhöhen ist die Variation des Durchmessers erheblich, sodass die Fehlermöglichkeiten relativ gross sind, vor allem wenn eine kleine Probeholzpartie in Frage kommt. Als Beispiel der Variationsbreite und gleichzeitig als Exempel der Unterschiede, die zwischen den einzelnen Probestämmen bestehen, werden in der unten folgenden Aufstellung die Resultate der Kontrollberechnungen angeführt, die sich auf die Birke von der Höhenklasse 21 m und der Messhöhe 12 m beziehen. Man konstatiert, dass die Variation von Baum zu Baum unregelmässig ist und dass die einzelnen Unterschiede mitunter sehr erheblich von dem relativ geringfügigen Durchschnittsunterschied der gesamten als Exempel gewählten Probeholzpartie abweichen.

Probestamm N:o	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Unterschied, %	+12.2	—11.5	—7.9	+1.4	—2.1	+3.6	—4.1	+3.6	+6.7

Probestamm N:o	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Unterschied, %	+7.4	—1.4	—0.7	—6.4	—3.3	+8.8	—6.3	—3.8	—16.1

Probestamm N:o	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Unterschied, %	—1.9	+4.7	+12.0	+6.7	+4.6	—1.2	+3.2	—1.2	+7.2

Durchschnittlicher Unterschied +0.8 %

Aus Tabelle 2 sind Beispiele von Kontrollberechnungen ersichtlich, die auf Grund der von den festen Probeflächen der Forstlichen Forschungsanstalt zusammengetragenen Probestämme ausgeführt worden sind. Man kann konstatieren, dass ein recht grosser Teil der erzielten durchschnittlichen Unterschiede auch jetzt nur gering ist, dass aber vor allem auf den höchsten angeführten Messhöhen, im Vergleich zu den Ergebnissen der Tabelle 1, gewisse noch grössere Unterschiede ersichtlich sind. Die Zahl der Probestämme ist jetzt gewiss kleiner; eine detaillierte Untersuchung der Unterschiede bestätigte indessen das in den bereits früher angeführten Kontrollberechnungen erhaltene Bild, demzufolge die aufgestellten Ausbauchungstafeln nicht für eine Verwendung in bezug auf einzelne Bäume, ja nicht einmal in bezug auf ganz kleine Baumgruppen geeignet sind. Die ausgeführten Kontrollberechnungen ergaben vielmehr, dass eine Partie von wenigstens 20—30 Bäumen einer Höhenklasse als Minimum anzusehen ist.

Kontrollberechnungen wurden auch ausgeführt auf Grund von aus Österbotten und Lappland zusammengetragenen Probestämmen. Eine Prüfung der Ergebnisse muss hier auf die Kiefer beschränkt werden, da die Mengen der Probestämme der übrigen Baumarten noch geringer waren als die bereits recht kleinen Mengen der Kiefernprobestämme. Aus der folgenden Aufstellung sind die Durchschnittsunterschiede der 25 Kiefern bildenden Probeholzpartie ersichtlich, die aus Österbotten zusammengetragen worden ist.

Höhe	18.4 m	Messhöhe, m							
		3	5	7	9	11	13	15	17
Ausbauchung	4.4 cm	Durchschnittlicher Unterschied, %							
d	24.1 cm	+0.9	−1.6	−2.2	−2.9	−2.9	−2.7	−4.9	−7.7

der Probestämme, im Durchschnitt.

Man ersieht aus dem oben Angeführten, dass, mit Ausnahme der niedrigsten Messhöhe, die Unterschiede negativer Art sind. Die Schaftform der mittleren und Gipfelteile der Probestämme war mithin im Durchschnitt vollstämmiger als die von den Ausbauchungsreihen gekennzeichnete Schaftform. Da die Probestämme in geschlossenen Naturbeständen aufgewachsen sind, ist das Resultat möglich, wenn auch eine Verallgemeinerung der Resultate im Hinblick auf die relativ kleine Zahl der Probestämme ein Moment der Unsicherheit enthält.

Tabelle 2. Beispiele für die durchschnittlichen Unterschiede zwischen den mit Hilfe der Ausbauchungsreihen erhaltenen und den wirklichen Durchmessern in einigen Messhöhen der aus den festen Probeflächen angesammelten Probestämme.

Holzart	Höhe	Ausbauchung	d	Anzahl der Probestämme	Messhöhe, m				
	der Probestämme, im Durchschnitt				2	4	6	10	12
	m	cm	cm		Unterschied gegenüber dem wirklichen Durchmesser im Durchschnitt, %				
Kiefer	13.1	2.9	11.1	12	+0.6	+1.4	+2.2	— 1.2	
	15.1	2.9	13.8	16	+0.4	−0.1	−1.4	— 4.7	
	17.0	3.1	15.1	18	+1.2	+2.1	+1.0	+ 0.3	— 1.3
	19.0	4.0	20.6	15	+0.7	+0.9	+0.5	+ 0.2	— 0.1
Fichte	13.0	3.0	13.1	21	−0.3	−1.7	−4.8	— 6.2	
	15.2	3.0	15.4	14	+0.9	+0.2	−2.9	— 6.9	— 9.5
	17.2	2.8	17.2	19	+0.1	−2.3	−4.2	— 9.9	−13.3
	19.1	3.9	22.5	17	+0.9	+1.0	−0.8	— 6.4	— 9.4
Birke	13	2.7	8.5	18	−0.4	+3.9	+1.8	−15.8	
	15	2.8	11.9	18	−0.1	−1.0	−2.0	— 8.9	−13.7
	17	2.9	14.9	18	+0.1	−1.1	−2.0	— 4.3	−11.2
	19	3.4	19.3	18	−1.0	−0.4	−0.7	— 1.1	— 2.6

Tabelle 3. Die durchschnittlichen Unterschiede zwischen den mit Hilfe der Ausbauchungsreihen erhaltenen und den wirklichen Durchmessern der aus dem nördlichen Finnland (Lappi) angesammelten Probestämme.

Höhe der Probestämme, im Durchschnitt	Ausbauchung	d	Anzahl der Probestämme	Messhöhe, m							
				2	4	6	8	10	12	14	16
m	cm	cm		Unterschied gegenüber dem wirklichen Durchmesser im Durchschnitt, %							
14	5.7	22.9	10	—0.6	—0.3	+2.7	+8.8	+16.8			
15	5.4	26.7	10	—1.9	—2.0	—1.8	+0.4	+ 7.8	+19.3		
16	5.6	27.5	13	—1.3	—2.7	—0.9	.	+ 5.2	+11.4		
17	5.2	29.0	12	—1.3	—2.5	—2.3	—2.0	.	+ 5.8	+16.6	
18	5.9	30.0	10	—0.3	+0.3	+0.8	+1.1	+ 3.6	+ 6.6	+10.8	
19	5.5	32.9	7	—0.6	—3.0	—2.6	—2.8	— 0.4	+ 1.8	+ 1.6	+4.7

In der Tabelle 3 werden schliesslich die Resultate der Kontrollberechnungen dargelegt, die mit Hilfe der aus Lappland stammenden Probestämmen ausgeführt worden sind. Man sieht, dass, abgesehen von einigen Ausnahmen, die durchschnittliche Schaftform der Probestämme auf zwei, zum Teil sogar auf mehreren Messhöhen, vollstämmiger war als die von den Ausbauchungsreihen gekennzeichnete Schaftform. Als Grund hierfür ist in erster Linie das relativ grosse Format der Probestämme anzusehen, zum Teil auch der Umstand, dass die verhältnismässig dicke Rinde ziemlich weit nach oben reicht. Das Vorzeichen der Unterschiede in den Gipfelteilen ist ohne Ausnahme positiver Art, sodass die fraglichen Schäfte verhältnismässig stark ausgebaucht sind. Eine starke Ausbauchung des Gipfelteiles des Kiefernstammes ist denn auch in Nordfinnland eine ganz allgemeine Erscheinung. So verhält es sich insbesondere im Hinblick auf die zu untersuchenden Probestämme, da der grösste Teil der selben in verhältnismässig lichten Beständen aufgewachsen ist. Man kann vermuten, dass man auch bei der Fichte, ja möglicherweise auch bei der Birke, entsprechende Unterschiede erzielen würde. Unter Hinweis auf die oben erwähnte Untersuchung der Ausbauchungs- und d-klassen-Verteilungen hat es den Anschein als ob die Genauigkeit der Ausbauchungstafeln mithin in der nördlichen Hälfte des Landes vor allem im Hinblick auf die Gipfelteile des Schafts geringer sei als in der südlichen Hälfte des Landes. Man hat alle Veranlassung, diesem Umstand bei der Verwendung der Tafeln eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Da die Verwendung der Tafeln nur im Hinblick auf Aufgaben ungefähren Charakters angebracht ist, bei denen es schwierig sein kann, die erforderlichen ergänzenden Untersuchungen durchzuführen, hat man es bei der Beschreibung der Verwendung der Tafeln für angebracht gehalten, deren Benutzung vor allem in der südlichen Hälfte des Landes zu empfehlen.

Ausbauchungstafel für Kiefer

Höhenklasse, m	Messhöhe, m																										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Durchmesser in % vom Brusthöhendurchmesser																											
8	92	82	72	60	47	28																						
9	92	84	76	67	56	42	26																					
10	93	86	80	72	63	52	39	24																				
11	93	87	82	75	68	59	49	37	23																			
12	93	88	83	77	72	65	56	46	35	21																		
13	94	89	84	79	75	69	63	55	45	33	20																	
14	94	89	85	81	77	71	66	59	52	43	31	19																
15	95	90	86	82	78	73	68	63	56	49	40	29	17															
16	95	90	86	82	79	75	70	65	60	54	46	37	27	15														
17	95	91	87	83	80	76	72	68	63	58	52	44	36	25	14													
18	95	91	87	84	81	77	74	70	66	61	56	50	43	34	24	13												
19	95	91	87	84	81	78	75	72	68	64	59	54	48	41	33	23	13											
20	95	91	87	84	82	79	76	73	70	66	62	57	52	46	39	31	23	13										
21	95	91	87	84	82	79	76	73	70	67	64	60	55	50	44	37	30	22	12									
22	95	91	87	85	82	79	77	74	71	68	65	62	58	53	48	43	36	29	21	11								
23	95	91	88	85	82	80	78	75	72	69	66	63	60	56	52	47	41	35	28	20	11							
24	95	91	88	85	82	80	78	75	73	70	67	64	61	58	54	50	45	39	33	26	19	10						
25	95	91	88	85	83	80	78	76	74	71	69	66	63	60	56	52	48	43	38	32	25	18	10					
26	95	92	88	86	83	81	79	77	74	72	70	67	64	61	58	55	51	47	42	37	31	25	18	10				
27	95	92	88	86	83	81	79	77	75	73	71	68	65	63	60	57	54	50	46	41	36	30	24	17	10			
28	95	92	88	86	84	82	80	78	76	73	71	69	66	64	61	58	55	52	48	44	40	34	29	23	16	9		
29	95	92	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	67	65	62	59	57	54	50	46	42	38	33	27	21	15	8	
30	95	92	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	67	65	63	60	58	55	51	48	44	40	36	31	25	19	13	8

Ausbauchungstafel für Fichte

Höhenklasse, m	Messhöhe, m																										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Durchmesser in % vom Brusthöhendurchmesser																											
8	92	82	72	59	43	27																						
9	94	86	77	66	54	41	25																					
10	95	87	81	72	62	50	37	22																				
11	95	89	83	75	67	57	46	33	20																			
12	95	90	85	78	70	62	53	42	31	20																		
13	96	91	86	80	73	66	59	50	40	29	19																	
14	96	91	87	82	76	69	63	55	47	37	28	18																
15	96	92	88	83	78	72	67	60	53	45	36	27	17															
16	96	92	88	84	79	74	69	63	56	49	41	33	25	16														
17	96	92	88	85	80	76	71	65	59	53	46	39	31	23	14													
18	96	93	89	86	81	77	73	68	62	56	50	43	36	29	21	13												
19	96	93	89	86	82	78	74	69	64	59	53	47	41	35	28	20	13											
20	96	93	90	87	83	80	76	71	67	62	57	52	46	40	34	27	20	13										
21	96	93	90	87	84	81	77	73	68	64	60	55	50	45	39	32	26	19	12									
22	96	93	90	87	84	81	78	74	70	66	62	58	53	48	43	37	31	25	19	12								
23	96	93	90	88	85	82	79	76	72	69	65	61	57	52	47	42	37	31	25	18	12							
24	97	94	91	88	86	83	81	77	74	71	67	63	59	55	50	45	40	35	29	23	17	11						
25	97	94	91	89	86	84	82	79	76	72	69	65	61	57	53	48	43	38	33	28	22	16	11					
26	97	94	92	89	87	85	83	80	77	74	71	67	63	59	55	51	47	42	37	32	27	21	16	10				
27	97	94	92	90	88	86	84	81	78	75	72	69	65	61	57	53	49	45	40	36	31	26	20	15	10			
28	97	94	92	90	88	86	84	81	79	76	73	70	67	63	59	55	51	47	43	39	34	29	24	19	14	9		
29	97	94	92	90	88	86	84	82	79	76	73	71	68	65	61	57	53	50	46	42	37	33	28	23	18	13	8	
30	97	94	92	90	88	86	84	82	80	77	74	72	69	66	63	59	55	52	48	44	40	36	32	27	22	16	11	7

Ausbauchungstafel für Birke

Höhenklasse, m	Messhöhe, m																										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Durchmesser in % vom Brusthöhendurchmesser																											
8	90	78	65	51	36	20																						
9	91	82	71	59	46	32	18																					
10	92	84	75	65	54	42	29	16																				
11	93	86	78	69	60	49	38	26	14																			
12	94	87	81	73	65	56	46	35	24	12																		
13	94	88	83	76	69	61	53	44	34	22	11																	
14	94	89	84	78	72	66	58	50	41	31	21	11																
15	95	90	85	80	75	69	62	55	47	39	30	20	10															
16	95	91	86	82	77	72	66	60	53	45	36	27	18	9														
17	95	91	87	84	79	75	70	64	58	51	43	34	25	16	8													
18	95	92	88	85	81	77	72	67	62	55	48	40	32	23	15	8												
19	95	92	89	86	82	78	74	70	65	59	53	46	38	30	22	15	8											
20	95	92	89	86	83	80	76	72	67	62	56	50	43	35	28	21	14	7										
21	95	92	89	87	84	81	77	73	69	65	60	54	47	41	34	27	20	13	7									
22	95	92	90	87	84	81	78	75	71	67	63	57	51	45	39	32	25	19	13	7								
23	95	92	90	87	85	82	79	76	73	69	65	60	55	50	44	37	31	24	18	12	6							
24	95	92	90	87	85	83	80	77	74	71	67	63	59	54	48	42	36	30	23	17	11	6						
25	95	92	90	87	85	83	81	78	75	72	69	65	61	57	51	46	40	34	28	22	16	11	6					
26	95	92	90	87	85	83	81	79	76	73	70	67	63	59	54	49	44	39	33	27	21	15	10	5				
27	95	92	90	88	85	83	81	79	77	74	71	68	65	61	57	52	47	42	36	31	25	19	14	9	5			
28	95	92	90	88	86	83	81	79	77	75	72	69	66	63	59	55	50	45	40	34	29	23	18	13	9	5		
29	95	92	90	88	86	84	82	80	78	76	73	70	67	64	61	57	53	48	43	37	32	26	21	16	12	8	4	
30	95	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	71	68	65	62	59	55	50	45	39	34	29	23	18	14	10	7	4

Literaturverzeichnis

Burckhardt, H. 1852. Forstliche Hülfstafeln. I. Abteilung. Hannover.

Eide, Erling og Langsaeter, Alf. 1928—30. Avsmalningstabell för granskog. Table of Taper for Norway Spruce Forests. — Medd. fra det Norske Skogforsøksvesen. Bind III.

Ilvessalo, Yrjö. 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja (MTJ) 34.

—»— 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three national forest inventories. — MTJ 47.

—»— 1957. Suomen metsät metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain. Valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia. Summary: The forests of Finland by forestry board districts. Results of the national forest inventory. — Ibid.

International Union of Forest Research Organizations. 1959. The standardization of symbols in forest mensuration.

Jonson, Tor. 1910. Taxatoriska undersökningar om skogsträdens form. I. Granens stamform. — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift. H. 11.

—»— Taxatoriska undersökningar öfver skogsträdens form. II. Tallens stamform. — Ibid. H. 9—10.

Krenn, K - Prodan, M. 1944. Die Bestimmung der echten Schaftholzformzahl und Ausbauchungsreihe aus dem echten Formquotienten. — Mitt. d. Akad. der deutschen Forstwesen. Band VIII.

Maass, Alex. 1908. Kubikinnehållet och formen hos tallen och granen inom Särna socken i Dalarna. — Medd. f. Statens Skogsforskningsinstitut (Skogsförsöksanstalt).

Tiihonen, Paavo. 1961 a. Tutkimuksia männyn kapenemistaulukoiden laatimiseksi. Referat: Untersuchungen über die Aufstellung der Ausbauchungstafeln für Kiefer. — MTJ 53.

—»— 1961 b. Männyn, kuusen ja koivun kapenemistaulukot. Referat: Ausbauchungstafeln für Kiefer, Fichte und Birke. Ibid. 54.

Zimmerle, H. 1933. Beiträge zur Biologie der Kiefer in Württemberg. — Mitt. der Württembergischen Forstlichen Versuchsanstalt.

—»— 1941. Beiträge zur Biologie der europ. Lärche in Württemberg. — Ibid.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.15
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.15
Helsinki 1962

ÜBER KRUMMSTÄMMIGKEIT UND VERZWEIGUNG DER FINNISCHEN KIEFER

ESKO KANGAS

Im Zusammenhang mit vielen Forschungen über die Schäden der Kiefer in den Kiefernpflanzenbeständen (K a n g a s 1931, 1937, 1940) ist das Augenmerk auf zwei Umstände gerichtet worden, nämlich auf die Häufigkeit der Schäden, die auf irgendeine Weise den Längenwachstumspunkt der jungen Kiefer vernichten oder von seiner normalen Stelle verlagern, sowie ferner darauf, dass die wachsende Kiefer bestrebt ist, möglichst bald den so entstandenen, das Längenwachstum beeinträchtigenden oder hemmenden Schaden zu beheben. Die Frequenz und Beschaffenheit der Schäden wird in den genannten Untersuchungen ausführlich besprochen. Die letztere Frage hingegen ist nur teilweise geklärt worden (hauptsächlich bezüglich des Anfangsstadiums). Obwohl die Untersuchungen über diesen Problemkreis, und zwar besonders über die Folgen, die sich beim weiterwachsenden Baum aus der Behebung des Schadens ergeben, nicht im ursprünglich geplanten und bereits begonnenen Ausmass weitergeführt werden konnten, ist die Erscheinung doch durch laufende Beobachtungen nahezu 15 Jahre hindurch verfolgt worden. Da die Frage der Folgen, welche der Verlust des Längenwachstumspunktes für die Kiefer hat, bedeutsam und interessant ist, dürfte sich eine eingehendere Betrachtung lohnen, selbst wenn dies nur aufgrund von beschränkten Material möglich ist.

Bei den Feldarbeiten, die in der Hauptsache 1946—48 durchgeführt worden sind, ist mir Mag. agr. et forest. U. R u m m u k a i n e n behilflich gewesen. Dieser Teil der Untersuchung ist mit Unterstützung der Forstlichen Forschungsanstalt und des Finnischen Kulturfonds ausgeführt worden, wofür ich meinen besten Dank aussprechen möchte.

Ursachen der Krummstämmigkeit und Verzweigung der Kiefer

Schäden, die zur Vernichtung des Längenwachstumspunktes führen, sind in unserem Land bei der Kiefer häufig und mannigfaltig. In meinen Unter-

3522—62

Tabelle 1. Häufigkeit der von *Evetria*-Arten beschädigten Bäumen und deren prozentualer Anteil an den Kiefernpflanzenbeständen in verschiedenen Teilen des Landes (K a n g a s op.c.).

Kirchspiel und Wald	Bestands-		Anzahl der Probeflächen	Anzahl der untersuchten Bäume	Schädigungen durch *E. resinella*		Schädigungen durch andere *Evetria*-Arten	
	höhe, m	alter, J.			Bäume, St.	% von der Gesamtanzahl der Bäume	Bäume, St.	% von der Gesamtanzahl der Bäume
Kivennapa, Ikolanjärvi	1.7—1.9	16—17	3	683	271	39.7	189	27.7
Pyhäjärvi, Tornikangas	1.3—2.0	15—16	2	753	324	43.0	199	26.4
Lammi, Hautajärvenmaa	1.9—2.1	13	2	398	210	52.8	60	15.1
Ruovesi, Siikakangas	0.35—1.6	14—21	3	1 035	592	57.2	278	26.9
Kankaanpää, Hämeenkangas ..	1.35—3.2	20—33	6	600	193	32.1	31	5.1
Kankaanpää, Pohjankangas ..	1.0—2.0	16—21	4	776	518	66.8	414	53.3
Säräisniemi, Säräisniemi	1.3—1.5	16—17	2	293	148	50.5	64	21.8
Rovaniemi, Kaihuanvaara	1.5	13	1	480	201	41.8	48	10.0
Sodankylä, Naamakoskenvaara	1.5	20	1	331	151	45.7	79	23.9

suchungen über die Schäden in den Kiefernpflanzenbeständen (K a n g a s op.c.) variierte der Anteil der derartig geschädigten Bäume von 5 % bis zu 95 % von der ganzen Baumzahl der Bestände (vgl. J u u t i n e n 1962), und die Zahl der Faktoren, die solche Schäden herbeigeführt hatten, betrug etwa 20. Die meisten von diesen Schadenurhebern (11) gehörten zu den Insekten, und besonders verheerend waren die zu den Kleinschmetterlingen zählenden *Evetria*-Arten, zuvörderst *E. resinella* L. In den meisten untersuchten Waldbeständen war eben der Befall durch *E. resinella* in der Mehrzahl der Fälle Ursache für den sog. Stammwechsel. Aus Tabelle 1, worin die meisten in den bedeutendsten Untersuchungsgebieten gewonnenen Resultate zusammengestellt sind, lässt sich der Anteil der *Evetria*-Arten an den fraglichen Schäden entnehmen. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, dass bei einer Pro gradu-Arbeit (R i s l a k k i) in Uusimaa (insgesamt 42 Probeflächen mit je 100 Pflanzen in verschiedenen Kirchspielen, insgesamt 110 ha Pflanzenbestände) der Anteil der ausgesprochen von *E. resinella* geschädigten Kiefern in den 0.75—2.25 m langen Pflanzenbeständen durchschnittlich 53 % von der ganzen Stammzahl ausmachte, und von allen Stammwechselfällen 97.5 % von *E. resinella* hervorgerufen waren.

Ausser den *Evetria*-Arten kommen von den Insekten, die bei der Kiefer Vernichtung des Vegetationspunktes herbeiführen können, vor allem noch die *Blastophagus*-Arten in Frage, ferner *Heringia dodecella* L., *Cacoecia piceana* L. und von den Pilzen *Melampsora pinitorqua* (Rostr.) (K a n g a s 1937). Auch noch manche anderen Pilzarten *(Crumenula pinea* (Karst.) u.a.) können bedeutsam werden (K a n g a s 1949 a). Weiter kommen gelegentlich noch Schädigungen durch Elchverbiss, Schneebruch u. dergl. vor (K a n g a s 1937, 1949 b).

Zustandekommen von Krummstämmigkeit und Verzweigung bei der Kiefer

Die Folgen der Vernichtung des Längenwachstumspunktes oder seine Verlagerung neben die Längsachse des Baumes bei der Kiefer sind weitgehend davon abhängig, welcher Urheber in Frage steht, und was für Schaden er verursacht, sowie ferner welcher und ein wie grosser Teil des Baumes (Knospe, Spross oder ein noch grösserer Teil des Wipfels) vernichtet wird. Viele von verschiedenen Urhebern angerichtete Schäden sind schon früher eingehend untersucht worden (z.B. Rizema Bos 1903, Lagerberg & Sylvén 1913, Thomann 1914, Trägårdh 1915, 1921, Gasow 1925, Kangas 1931, 1934, 1937, Fischer 1941, Wagenknecht 1941, Crooke 1951). Hier soll daher nur eine Art Gesamtübersicht von den Folgen der fraglichen Schäden an der Kiefer gegeben werden. Die Grundlage dieser auf das Wesentliche beschränkten Zusammenfassung bilden ausser den oben genannten und zahlreichen anderen Untersuchungen die im Zusammenhang mit meinen eigenen früheren Studien über die Schäden der Kiefernpflanzen (Kangas op.c.) und mit dem Sammeln des hier darzulegenden Forschungsmaterials sowie auch später noch laufend gemachten Beobachtungen über die Reaktion der Kiefer auf die Vernichtung des Vegetationspunktes.

Im Reagieren der Kiefer auf die Vernichtung des Längenwachstumspunktes lassen sich gewisse ausgeprägte Gesetzmässigkeiten wahrnehmen, die in den allermeisten Fällen dazu führen, dass sich aus gleichartigen Schädigungsvorgängen die gleichen Folgen ergeben. Diese Gesetzmässigkeiten sind oft unabhängig davon, was den Schaden verursacht hat, aber andererseits wieder kann der von manchen Arten hervorgerufene Schaden so typische Folgen haben, dass man den Schädling nicht selten mit ziemlicher oder sogar grosser Bestimmtheit sogar noch Jahrzehnte nach dem Prozess erkennen kann, sofern man genügend verschiedene Fälle observiert hat (z.B. *E. resinella* sowie *E. buoliana* S. V. und *pinicolana* Deubl.). Dank dieser Regelmässigkeiten kann man die verschiedenen Arten des Reagierens verallgemeinert folgendermassen beschreiben.

1. Der Längenwachstumspunkt wird in der Gipfelknospe zerstört. Dies hat zur Folge, dass die aus den die Gipfelknospe umstehenden Seitenknospen hervorgehenden Triebe (Astquilrtriebe) sich senkrecht stellen und den ausbleibenden Gipfeltrieb zu ersetzen bestrebt sind. In diesem Falle erreicht der fragliche Seitentrieb, sofern nur einer an die Stelle des Gipfeltriebs tritt, schon im Laufe seiner Längenentwicklung — m.a.W. in der gleichen Vegetationsperiode — die Stellung des Gipfeltriebs, und der Stammwechsel ist so vor sich gegangen, dass im Stamm an der Wechselstelle keine Krümmung zurückbleibt, oft nicht einmal am Anfang. Andererseits kann auch eine leichte Krümmung zustandekommen, wenn mehr als ein Seitentrieb bestrebt ist, den Gipfeltrieb zu ersetzen. Gewöhnlich dauert es nämlich ein Jahr oder mehr, ehe einer davon endgültig die Stellung des Baumwipfels erobert hat. Wegen des beim Stamm-

wechsel anfänglich herrschenden »Gedränges» kommt es an der Wechselstelle im endgültigen »neuen» Wipfel nicht selten zu einer leichten Krümmung, die allerdings allmählich verschwindet, wenn der Baum dicker wird. — Die Folgen des Schadens können sich in solchen Fällen auch noch anders gestalten. Wenn es nämlich von mehreren Seitentrieben, die zum neuen Wipfel werden wollen, nicht im Lauf der nächsten Jahre einem gelingt, die Stellung des Baumwipfels zu erobern, kann es vorkommen, dass der Stamm sich von der Wechselstelle an aufwärts gabelt oder noch mehr verzweigt.

2. Der den Vegetationspunkt tragende Gipfeltrieb wird geschädigt, stirbt aber nicht ab, und der Vegetationspunkt selbst bleibt intakt und entwicklungsfähig. Diese Möglichkeit kommt insbesondere bei Schädigungen durch *E. buoliana* (vgl. z.B. B u t o v i t s c h 1936 und C r o o k e 1951) und *pinicolana*-Arten in Betracht, in gewissen Fällen aber auch bei manchen anderen Schäden (z.B. durch *M. pinitorqua*). Infolgedessen beugt sich der im Wachsen begriffene Gipfeltrieb seitwärts oder hängt auch schlaff herunter [1]). Dies geschieht in der Regel jedoch so früh in der Vegetationsperiode, dass der Trieb sich noch in der gleichen Wuchszeit erholen und an der geschädigten Stelle kräftigen kann, so dass die Spitze sich wieder nach oben biegt. Der Trieb behält also seine ursprüngliche Stellung als Wipfel, und es kommt zu keinem Stammwechsel. Der Trieb ist aber nicht imstande, sich vor dem für das Überwintern stattfindenen Verholzungsprozess zu strecken. Ausserdem krümmt sich der seitwärts geneigte Wipfel nicht selten später nocheinmal, bis er seine Gewichtsbalance erreicht hat. Infolgedessen wird die so zustandegekommene S-Krümmung auch in der nächsten Wuchszeit und selbst später nicht mehr ganz gerade. Ferner entwickeln sich an der Krümmung in den nächsten Vegetationsperioden die Jahresringe oft sehr asymmetrisch, nämlich an der Aussenseite kräftiger (»Festigung» der krummen Stelle), und so bildet sich eine lange oder dauernd bestehenbleibende Krümmung, wie auch bei den Fällen von eigentlichem Stammwechsel. — In dieser Gruppe werden die Seitentriebe selten dazu angereizt, an die ursprüngliche Stelle des noch lebenden Gipfeltriebs zu streben.

3. Der Gipfeltrieb wird zusammen mit dem Vegetationspunkt vernichtet. Der Gipfeltrieb kann völlig verschwinden (absterben und abbrechen) oder absterben und stehenbleiben oder nur an der Spitze geschädigt werden (wobei der Vegetationspunkt vernichtet wird). Die Folgen sind in den einzelnen Fällen verschieden. Stets tritt jedoch ein Stammwechsel ein, d.h. der Baum muss aus einem Seitentrieb einen neuen Wipfel entwickeln. Die Folgen sind ausserdem noch davon abhängig, zu welchem Zeitpunkt in der Wuchszeit der Schaden geschehen ist.

a) Wenn der ehemalige Gipfeltrieb ganz verschwunden ist, kann ein Seitentrieb verhältnismässig leicht noch im nächsten Sommer an seine Stelle »steigen», wobei an der Wechselstelle nur eine kleine seitliche Abweichung (Krümmung) zurückbleibt. Wenn dieser Verlust des Gipfeltriebs (vgl. vorige Gruppe und Fussnote!) zu einem genügend frühen Zeitpunkt der Vegetationsperiode eingetreten ist, so dass der Stammwechsel noch in der gleichen Wuchszeit einsetzen kann, ist die Krümmung an der Wechselstelle noch geringer und verschwindet im Lauf der nächsten Jahre meistens ganz (»wird gerade»).

b) Stirbt der Gipfeltrieb ab und bleibt stehen, ist der Seitentrieb, der sich zum neuen Wipfel ausbilden will, gezwungen, den abgestorbenen, früheren Gipfeltrieb zu umgehen, wobei die an der Stammwechselstelle entstehende Krümmung sowohl in späten wie in frühen Schädenfällen schon viel ausgeprägter und beständiger ist (vgl. Punkt 3 a).

---

[1]) Nicht selten bricht der Trieb dann ab, aber dann gehört der Fall natürlich in eine andere Gruppe (s. Gruppe 3).

c) Wenn der Gipfeltrieb nach dem Verlust des Vegetationspunktes am Leben bleibt, scheint er im allgemeinen den Stammwechsel sehr weitgehend zu stören, weshalb der Seitentrieb, der sich zum neuen Gipfel ausbildet, in der Regel eine noch stärkere Krümmung bildet als in den Fällen von Punkt 3 b. Auch dann bringt der auf die Seitentriebe gerichtete Anreiz immer einen Stammwechsel in Gang. — Andererseits treibt manchmal der ursprüngliche Gipfeltrieb Adventivknospen und kann in der nächsten Vegetationsperiode weiter in die Länge wachsen. Das Endresultat kann in diesen Fällen sehr unterschiedlich sein, u.a. kommt es auch vor, dass der ursprüngliche Wipfel neben dem neuen bestehen bleibt, und der Baum fortan gegabelt ist. — Im allgemeinen ist in den Fällen dieser Gruppe eine Verzweigung des Stammes relativ selten; am leichtesten dürfte sie infolge der frühen Schadenfälle, die unter Punkt 3 a erwähnt sind, vorkommen.

4. Der Wipfel geht weiter unten zugrunde als auf der Länge des Jahrestriebs. Auch dann kommen im Prinzip die gleichen drei Möglichkeiten (a, b und c) in Frage wie in der vorigen Gruppe. Die dritte Möglichkeit (c) ist jedoch in meinen Material so ausnahmsweise aufgetreten, dass sich in diesen Fällen von einer eventuellen Gesetzmässigkeit nichts sagen lässt.

Zu dieser Gruppe gehören die allermeisten Folgen der *E. resinella*-Schäden. Hinzu kommen noch z.B. die Folgen der Schäden durch Elchverbiss (K a n g a s 1949 b) und mancher Pilzschäden. In allen Fällen bekommt der Baum einen neuen Gipfel aus einem bisherigen Seitentrieb, der schon zum Zweig ausgebildet ist und Lage und Stellung eines Astes angenommen hat, und der genau so alt ist wie der verlorene Wipfelteil. Das Alter des Zweiges, der sich zum neuen Wipfel ausbildet, beeinflusst das Endresultat weitgehend. Da mein Material nicht genügend Fälle enthält, in denen der neue Wipfel aus einem über drei Jahre alten Zweig entstanden wäre [1]), wird in diesem Zusammenhang die Untersuchung hauptsächlich auf Fällen fussen, wo sich ein zwei- oder dreijähriger Zweig zum neuen Wipfel entwickelt hat. Diese Fälle entsprechen eben dem infolge von *E. resinella*-Schäden stattfindenden Stammwechsel (s. K a n g a s 1931, 1937).

a) Wenn der Gipfel auf einer Strecke von zwei (drei) Jahrestrieben zerstört wird und auch verschwindet, kann der Baum einen neuen Wipfel aus einem zwei- (oder drei-) jährigen Zweig des nächsten Astquirls entwickeln. Da bei *E. resinella*-Befall, nachdem die Raupe sich verpuppt hat, der Wipfel meistens in der gleichen Vegetationsperiode abstirbt (nächster Zweig zweijährig), nicht selten aber auch erst in der folgenden Vegetationsperiode (Zweig dreijährig), wird der Zeitpunkt des Absterbens in diesem Zusammenhang nicht besonders berücksichtigt. Gewisse dadurch bedingte Verschiedenheiten im Stammwechselprozess können allerdings vorkommen. Auf jeden Fall ist der Zweig, der sich zunächst aufrichten und den verlorenen Wipfel ersetzen kann, auch schon im Alter von zwei Jahren an der Basis verholzt und seitwärts gerichtet. Er biegt sich langsamer und in weiterem Bogen aufwärts in die Stellung des Wipfels als ein nicht verholzter Seitentrieb. Infolgedessen bleibt beim Stammwechsel in dem neuen Wipfel gewöhnlich eine starke Krümmung zurück. Die Krümmung ist natürlich umso grösser, wenn der zum Wipfel ausgebildete Zweig dreijährig ist.

b) Wenn der Wipfel wie in Punkt 4 a vernichtet wird, der abgestorbene Trieb aber stehen bleibt, ist die beim Stammwechsel in dem neuen Wipfel zustandekommende Krümmung noch viel schlimmer als in den entsprechenden Fällen von Punkt 4 a. Die Ausbildung des Zweiges zum neuen Wipfel kann dann so viel Zeit in Anspruch

[1]) Diese Fälle sind teilweise — Folgen von Elchschäden — in anderem Zusammenhang veröffentlicht (Kangas 1949 b).

nehmen und so weit von der Längsachse des Baumes vor sich gehen, dass nicht ganz selten zwei (oder noch mehr) Zweige ebenso kräftig aufwärts streben, und der Baum sich schliesslich verzweigt.

Auch in dieser vierten Gruppe kommt es gelegentlich vor, dass der geschädigte Wipfel nach dem Verlust des Vegetationspunktes am Leben bleibt (c), u.a. nach Schäden durch *E. resinella*. Auch dann kann man feststellen, dass der ursprüngliche Wipfel den Stammwechselvorgang beeinträchtigt, so wie auch in den Fällen der dritten Gruppe. Zum Verzweigen wiederum scheint es in dieser Gruppe ziemlich selten zu kommen, ausser vielleicht in sehr langsam fortschreitenden und weit vom Stamm abbiegenden Fällen (s. 4 b). In Stammwechselfällen dieser letzteren Art kommt es auch zuweilen vor, dass der neue Wipfel aus einem Seitenzweig eines Astes vom nächsten Astquirl hervorgeht, sofern der Ast alt genug ist.

Wie aus dem obigen hervorgeht, kommt es verhältnismässig selten vor, dass die Kiefer sich infolge eines zum Stammwechsel führenden Schadens verzweigt. Umgekehrt stellt man nicht selten fest, dass nach schon eingetretener Verzweigung, und noch nach ziemlich langer Zeit, sogar weit über zehn Jahre, die Kiefer wieder einstämmig wird, indem der eine von den beiden neuen Wipfeln in der Entwicklung zurückbleibt und allmählich wieder die Stellung eines Astes einnimmt, wobei er allerdings von seinem Astquirl abweicht. Zuweilen wieder bleibt solch ein zweiter Wipfel nur in seinem Längenwachstum zurück, bleibt gewissermassen stehen, behält aber seine aufrechte Stellung (nahezu) bei und wird zu einem mit dem Stamm fast in gleicher Richtung laufenden Ast. Auch diese Fälle zeigen, wie stark bei der Kiefer das Streben nach Einstämmigkeit ausgebildet ist. Bereits in früheren Untersuchungen an Pflanzenbeständen (K a n g a s op.c.) ist festgestellt worden, dass Verzweigung infolge von Stammwechsel bei der Kiefer relativ selten ist, es wurde aber kein zahlenmässiges Material hierüber vorgelegt. Eine gewisse Auffassung von der Sachlage geben vielleicht die Verhältniszahlen des Stammwechsels in dem weiter hinten dargelegten Material. In diesem Material hatten von den noch wahrzunehmenden Stammwechselfällen (641) 86.4 % eine Krümmung herbeigeführt, und 0.6 % hatten nicht einmal eine Krümmung hinterlassen, m.a.W. 87.1 % von diesen Bäumen waren einstämmig geblieben, und nur bei 12.9 % hatte sich der Stamm gegabelt (Tab. 2). Wenn noch alle »geheilten» Krümmungen festzustellen gewesen wären, wäre der Anteil der Verzweigungen noch viel geringer gewesen, weil diese letzteren auch nach der Heilung meistens noch zu sehen sind.

Über die Folgen des Stammwechsels in Stangenkiefernbeständen

In meinen oben erwähnten Untersuchungen über die Kiefernpflanzenbestände (K a n g a s op.c.) ist das Vorkommen von Folgen des Stammwechsels im Pflanzenstadium auf dem Boden eines ziemlich umfangreichen

Materials behandelt worden. Das Material, das im folgenden dargelegt wird, stellt Teilergebnisse einer Untersuchung dar, die ursprünglich ungefähr im gleichen Ausmass geplant war wie die genannten Pflanzenuntersuchungen. Es war beabsichtigt, die weitere Entwicklung der Folgen zu observieren, welche die zum Stammwechsel führenden Schäden nach sich ziehen. Wegen vieler seinerzeit dringlicherer Untersuchungen und Arbeiten ist das Material nicht vollständig gesammelt worden und ist deswegen kleiner als ursprünglich geplant war. Die später fortgesetzten Beobachtungen (s. S. 1) haben jedoch Resultate ergeben, die eine teilweise Veröffentlichung berechtigt erscheinen lassen. Sie betreffen in erster Linie die Folgen der zu Stammwechsel führenden Schäden später in den etwas älteren Kiefernbeständen. Hinsichtlich Häufigkeit und Beschaffenheit der zu Stammwechsel führenden Schäden dürfte das Material wohl kaum das von der schon in jüngeren Kiefernpflanzenbeständen durchgeführten Untersuchung gegebene Bild ändern.

Das Material der Kiefernbestände im Stangenholzalter wurde hauptsächlich in Süd-Häme (Padasjoki, Juupajoki, Kuorevesi) gesammelt. Die Probeflächen wurden im allgemeinen in ganz unberührten, nicht durchforsteten Beständen angelegt, damit alle darin vorgekommenen Fälle von Stammwechsel untersucht werden könnten. Die Bestände hatten eine durchschnittliche Höhe von 7—17 m. Von diesen Probeflächen sind für die vorliegende Untersuchung vier ausgesucht worden, von denen je zwei schon wegen ihres Standorts deutlich voneinander abweichende Bestände darstellen (Waldtyp *Vaccinum* = VT und *Oxalis-Myrtillus* = OMT).

Der Baumbestand wurde in die üblichen vier Kronenschichten eingeteilt (herrschende: 1. und 2., beherrschte: 3. und 4.), deren Bäume getrennt untersucht wurden. Ferner wurden die zum Unterwuchs gehörenden Kiefern untersucht, die aber nicht zur Stammzahl des Bestandes gerechnet wurden. Die Bäume wurden zunächst in gesunde, geschädigte, kranke [1]) und abgestorbene klassifiziert. Ferner wurden alle die Defekte aufgezeichnet, die von den Urhebern der zu Stammwechsel führenden oder entsprechenden Schäden verursacht waren, auch wenn die Schädigung etwas anderes als Stammwechsel zur Folge gehabt hatte (Verbiegung des Triebs oder S-Krümmung, *E. resinella*-Wunde). Weiter wurden die Bäume (Stämme) ihrer technischen Brauchbarkeit gemäss in fünf Klassen (1—5) eingeteilt, wobei als Beeinträchtigung der Qualität nur die oben angeführten Schädigungen berücksichtigt wurden. Damit sollte die technische Bedeutung der genannten Schädigungen herausgestellt werden. Die Defekte wurde in vier Gruppen eingeteilt: I = schon völlig »geheilte» (gerade gewordene Krümmung, verwachsene Wunde), II = noch wahrnehmbare, leichte (leichte Krümmung, die offenbar mit der Zeit ganz gerade wird), III = ziemlich

[1]) Alle als krank bezeichneten waren vom Kienzopf *(Cronartium peridermii-pini* Willd.) befallen.

Tabelle 2. Verteilung des Baumbestandes der Probekiefernbestände in gesunde, de-
Schadenfolgen.

Bäume des Bestandes	Probefläche	Waldtyp	Alter des Bestandes	Mittelhöhe des Bestandes	Zustand der Bäume					Technische Qualität der Stämme						
					gesund	beschädigt	krank	abgestorben	insgesamt	1	2	3	4	5	0	insgesamt
St.	I		40	7.2 m	39	72	—	[1]) 4	115	36	19	28	21	2	5	111
%					*33.9*	*62.6*	—	*3.5*	*100*	*31.3*	*16.5*	*24.3*	*18.3*	*1.7*	*4.3*	*96.5*
Unterwuchs					2	9	—	[1]) 12	23	—	—	1	1	4	5	11
St.	II		28	2.8 m	53	151	1	13	218	60	67	37	43	11	—	218
%					*24.3*	*69.3*	*0.5*	*6.0*	*100*	*27.5*	*30.7*	*17.0*	*19.7*	*5.0*	—	*100*
Unterwuchs					1	3	—	101	105	17	37	20	17	10	4	105
St.	III		37	16.4 m	34	97	7	24	162	44	38	45	27	3	5	162
%					*21.0*	*59.9*	*4.3*	*14.8*	*100*	*27.2*	*23.5*	*27.8*	*16.7*	*1.9*	*3.1*	*100*
Unterwuchs					—	4	—	24	28	12	2	8	3	2	1	28
St.	IV		50	12 m	122	219	2	72	415	148	62	104	63	13	25	415
%					*29.4*	*52.8*	*0.5*	*17.3*	*100*	*35.7*	*14.9*	*25.1*	*15.2*	*3.1*	*6.0*	*100*
Unterwuchs					7	14	—	131	152	49	28	32	22	18	3	152

schwere (kaum mehr gerade werdende, beträchtliche Krümmung, Gabelung, offene Stammwunde) und IV = schwere (starke bleibende Krümmung, Verzweigung in drei oder mehr Wipfel). Die technische Brauchbarkeit wiederum wurde folgendermassen gruppiert: 1 = keine Defekte, 2 = nur leichte Defekte, 3 = leichte und/oder ziemlich schwere Defekte, aber Stamm doch in der Hauptsache brauchbar, 4 = ziemlich schwere oder schwere Defekte, nur ein Teil des Stammes brauchbar, 5 = Stamm wegen der Defekte nur als Brennholz brauchbar. Die Bäume, die ihre Entwicklungsfähigkeit eingebüsst hatten (= 0), wurden noch in eine Gruppe für sich genommen.

Die Schadenurheber wurden nach Möglichkeit zu ermitteln versucht, und es ergab sich, dass es sich weitaus am häufigsten um *Evetria*-Arten, und zwar bevorzugt *E. resinella* handelte. Da sich der Schadenurheber jedoch nicht immer mit voller Bestimmtheit indentifizieren liess — insbesondere wenn seit dem Schädigungsprozess lange Zeit vergangen war — wurde der Urheber nicht zusammen mit den Defekten aufgezeichnet. Weitaus die meisten Krümmungen waren im Zusammenhang mit Stammwechsel zustandegekommen, ebenso alle Verzweigungen. S-Krümmungen, wie sie infolge von Triebschäden durch *E. pinicolana* [2]) (oder gelegentlich auch durch andere Urhe-

[1]) Die abgestorbenen Bäume der Probefläche I sind nicht nach der technischen Qualität klassifiziert!

[2]) In den Gegenden in Südfinnland, wo die Probeflächen gelegen sind, tritt *E. buoliana* kaum auf.

fekte, kranke und abgestorbene, technische Qualität der Stämme sowie verschiedene Erklärungen im Text.

Die Folgen der Schädigungen am Stamm und Defektgruppen (I—IV)													
Krümmungen					Verzweigungen			Wunde			insgesamt	Andere Fehler im Stamm	Alle Schäden zusammen
I	II	III	IV	zus.	III	IV	zus.	I	III	zus.			
—	15	23	27	65	1	—	1	—	17	17	83	2	85
—	*17.6*	*27.1*	*31.8*	*76.5*	*1.2*	—	*1.2*	—	*20.0*	*20.0*	*97.6*	*2.4*	*100*
—	—	—	7	7	—	—	—	—	2	2	9	1	10
4	72	67	51	194	17	1	18	1	16	17	229	6	235
1.7	*30.6*	*28.5*	*21.7*	*82.6*	*7.2*	*0.4*	*7.7*	*0.4*	*6.8*	*7.2*	*97.4*	*2.6*	*100*
—	15	46	42	103	4	3	7	—	14	14	124	4	128
—	28	29	31	88	11	3	14	—	3	3	105	23	128
—	*21.9*	*22.7*	*24.2*	*68.8*	*8.6*	*2.3*	*10.9*	—	*2.3*	*2.3*	*82.0*	*18.0*	*100*
—	2	5	9	16	—	—	—	—	—	—	16	—	16
—	58	72	83	213	47	3	50	—	15	15	278	25	303
—	*19.1*	*23.8*	*27.4*	*70.3*	*15.5*	*1.0*	*16.5*	—	*5.0*	*5.0*	*91.7*	*8.3*	*100*
—	27	25	35	87	10	—	10	—	8	8	105	4	109

ber) entstehen, sind sehr wenig festgestellt worden. Eine Übersicht von den durch die Probeflächen repräsentierten Waldbeständen gibt Tabelle 2.

Aus der Tabelle geht hervor, dass die Anzahl der gesunden Bäume $^1/_4$—$^1/_3$ von der ganzen Stammzahl ausmachte, und die Anzahl der technisch einwandfreien Stämme (Klasse 1), eingerechnet auch die Stämme der kranken und abgestorbenen Bäume, ungefähr ebenso viel. Stämme, deren technische Brauchbarkeit durch Defekte mehr oder weniger herabgesetzt war, gab es in diesen Waldbeständen also etwa 73—64 %. Die hauptsächlichen Ursachen hierfür waren Krümmungen verschiedenen Grades (81 %), in geringerem Masse auch Verzweigung (12 %) und offene Wunden (7 %). Bemerkenswert ist, dass die Menge der technisch einwandfreien Stämme auf den beiden OMT-Probeflächen kleiner war (27 %) als auf den VT-Probeflächen (31 und 36 %). Auch die Dichte des Baumbestandes scheint nicht die Ursache hierfür zu sein, denn in dem einen OMT—VT-Probeflächenpaar war sie ungefähr gleich, in dem einen OMT-Waldbestand betrug sie nur $^1/_5$ von der Dichte des anderen, und in dem einen VT-Bestand entsprechend $^2/_5$.

Fasst man nun das Vorkommen der die Qualität des Stammes beeinträchtigenden, verschiedenschweren Defekte an den Bäumen der einzelnen Kronenschichten ins Auge, so ergeben sich interessante Feststellungen. Die von den Probeflächen ergebenen Resultate sind in Diagramm 1 wiedergegeben. Man sieht zunächst, dass in den Probebeständen durchschnittlich 17.7 % der Bäume zur obersten Kronenschicht gehörten, 21.4 % zur zweiten, 40.7 %

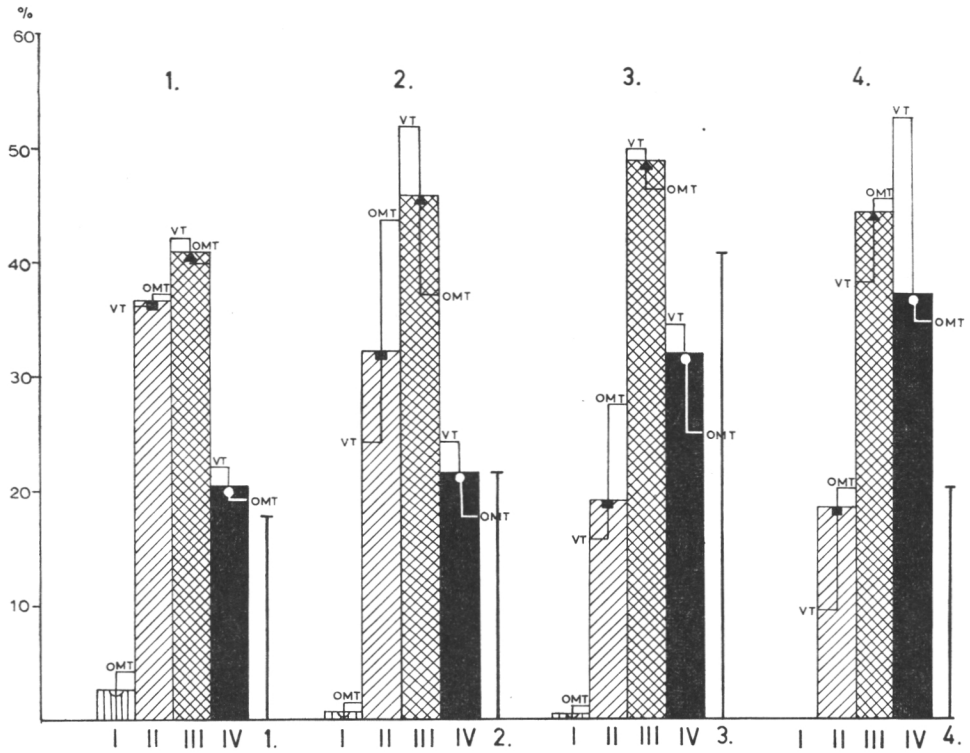


Diagramm 1. Folgen von *Evetria*- (u.a.) Schäden im Baumbestand der verschiedenen Kronenschichten. Prozentuale Verteilung der verschiedenschweren Defekte auf die Kronenschichten (1., 2., 3. und 4. Kronenschicht). Gruppierung der Defekte: s. S. 7—8. VT = Probeflächen vom *Vaccinium*-Typ (trockene Kiefernheiden), OMT = Probeflächen vom *Oxalis-Myrtillus*-Typ (frische Kiefernheiden), ganzer Pfeiler = Mittelwert aller Probeflächen. Senkrechten 1., 2., 3. und 4. = durchschnittlicher Anteil der entsprechenden Kronenschichten an der ganzen Stammzahl der Bestände.

zur dritten, und 20.2 % zur untersten. Sämtliche geheilten Schäden (Gruppe I) — zahlenmässig allerdings geringfügig — kamen in den OMT-Beständen vor. Die Folgen der leichteren Schäden waren in allen Kronenschichten der OMT-Bestände — in der obersten allerdings ganz bedeutungslos — häufiger als in den VT-Beständen. Dahingegen waren die ziemlich schweren und schweren Schadenfolgen in den VT-Beständen häufiger als in den OMT-Beständen, mit Ausnahme von Gruppe III in der untersten Kronenschicht. Im ganzen nehmen die Fälle der Gruppe I und II sukzessiv von der obersten zur untersten (I = O) Kronenschicht hin ab, während wieder umgekehrt die Fälle der Gruppe IV (schwer) zunehmen. Die ziemlich schweren Fälle (Gruppe III) nehmen ebenfalls von der obersten bis zur dritten Kronenschicht gleichmässig zu, sind aber in der untersten schon bedeutend seltener als in der dritten. Die Tendenz ist ganz klar: 1) Die Folgen der zu Stammwechsel führenden und entsprechenden Schäden sind durchschnittlich

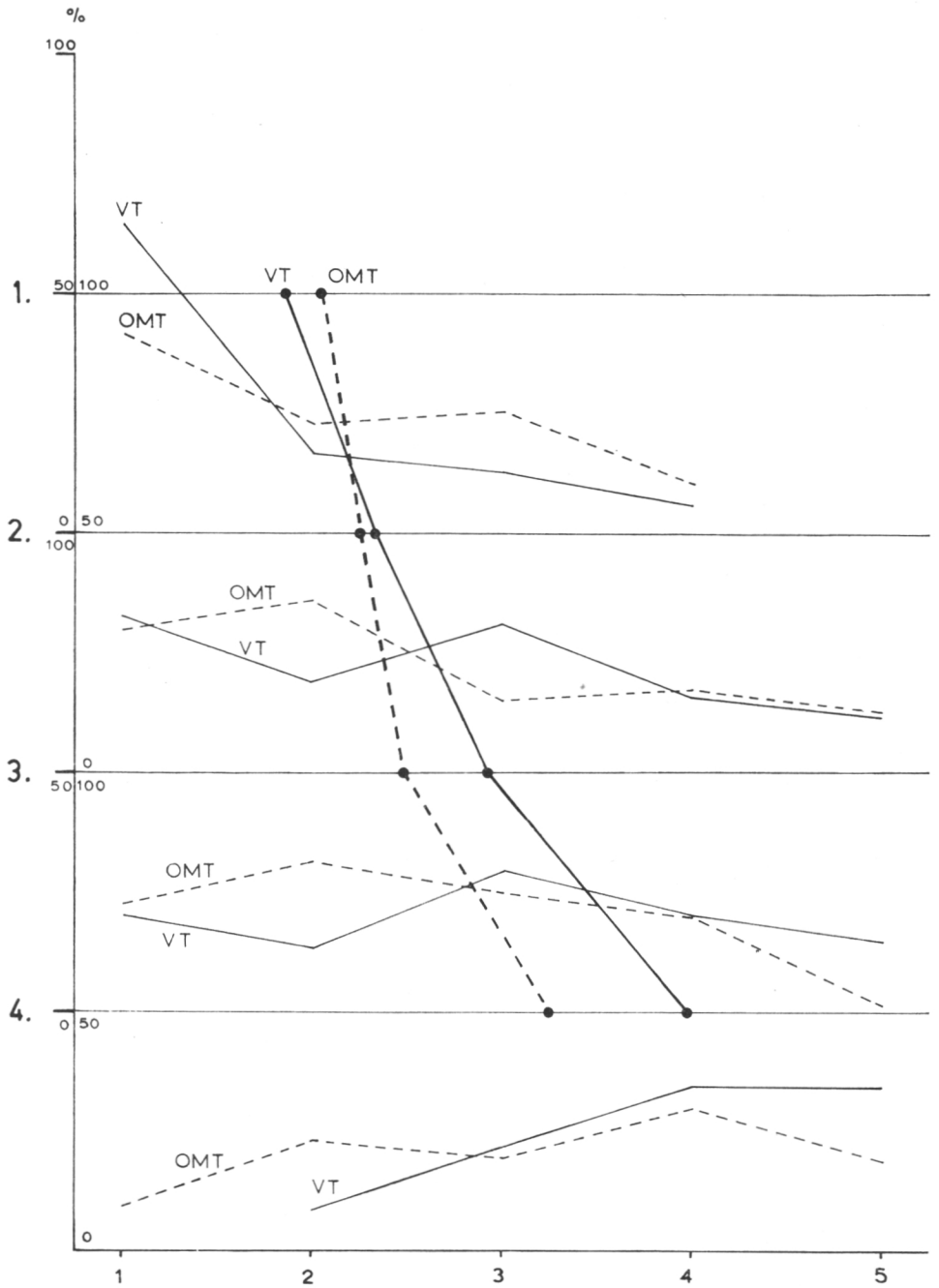


Diagramm 2. Beeinträchtigung der technischen Qualität der Probekiefernbestände durch Schadenfolgen bei verschiedenen Waldtypen (VT, OMT) und in den verschiedenen Kronenschichten (1., 2., 3. und 4.). Technische Qualitätsgruppierung der Stämme (1—5): s. S. 8.

umso schwerer, je niedriger die Kronenschicht ist, zu der die betroffenen Bäume gehören; 2) desgleichen kommen in schlechterem Waldtyp leichte Fälle relativ weniger vor, aber ziemlich schwere und schwere Fälle — in der untersten Kronenschicht allerdings nur die letzteren — relativ mehr als in besserem.

Das Vorkommen der verschiedenschweren Schadenfolgen an sich gibt aber — schon weil der gleiche Baum auch von mehreren Schäden betroffen sein kann — kein vollständiges Bild von der dadurch bedingten Beeinträchtigung der technischen Brauchbarkeit der Stämme in den Waldbeständen verschiedener Typen und in deren verschiedenen Kronenschichten. Zur Klärung der Frage ist deswegen auch die Gruppierung der Bäume nach der Herabminderung ihrer technischen Qualität herangezogen worden. Diagramm 2 zeigt die auf dieser Grundlage erhaltenen Resultate für die einzelnen Waldtypen und Kronenschichten. Man sieht, dass in der obersten Kronenschicht in den VT-Beständen mehr in dieser Hinsicht einwandfreie Stämme enthalten sind als in den OMT-Beständen, in der zweiten und dritten ungefähr gleichviel, aber in der vierten nur in den OMT-Beständen. Ferner sind hinsichtlich ihrer technischen Qualität mehr oder weniger herabgesetzte Stämme in der obersten Kronenschicht in den VT-Waldbeständen weniger enthalten als in den OMT-Beständen und in der untersten Kronenschicht umgekehrt mehr. Um diese Verhältnisse zu veranschaulichen, sind in dem Diagramm die Mittelwerte der technischen Qualität in den Probeflächen der beiden Waldtypen auf den die jeweiligen Kronenschichten repräsentierenden Waagrechten angegeben und durch Striche, welche die Richtung der Qualitätsänderung anzeigen, miteinander verbunden. Man sieht ganz klar, dass die Folgen der fraglichen Schäden für die technische Qualität der Stämme durchschnittlich an den Bäumen der obersten Kronenschicht in den VT-Waldbeständen leichter sind als in den OMT-Waldbeständen, an den Bäumen der zweiten Kronenschicht etwa gleichgross, in den letztgenannten Waldbeständen jedoch schon etwas leichter, welche Richtung dann mit ständig wachsendem Unterschied anhält, wenn man zur dritten und vierten Kronenschicht übergeht.

Natürlich sind nicht die Spuren aller Schäden, von denen die Bäume betroffen wurden, in so alten Beständen mehr wahrzunehmen. Mit zunehmendem Alter verschwinden in dem kräftig wachsenden Baum die leichten und teils auch die ziemlich schweren Spuren mehr und mehr, bis sie schliesslich sogar nicht mehr nachzuweisen sind. Die schweren — und nicht selten auch die ziemlich schweren Folgen hingegen bleiben in solchen Bäumen sogar länger bestehen als in langsamer wachsenden Bäumen, und verschlimmern sich gelegentlich sogar. Dieser Umstand konnte bei der Untersuchung der Schadenfolgen beobachtet werden. Auch bei der Auswertung der oben beschriebenen Resultate soll er in Betracht gezogen werden.

Besprechung der Ergebnisse

Wenn man die Ursachen und die Frequenz der Krummstämmigkeit und Verzweigung bei der Kiefer untersucht, muss das Hauptgewicht auf die Schäden der *Evetria*-Arten, und zwar zuvörderst von *E. resinella*, gelegt werden. Es lässt sich dabei feststellen, dass sie sehr häufig ausgesprochen in jungen (0.5) 1—3 m hohen Waldbeständen auftreten, und dass sie allmählich in den älteren Kiefernbeständen abnehmen. *E. resinella*-Schäden werden jedoch noch mindestens in 8 m hohen Beständen angetroffen, und zwar im Wipfel, wo sie auch zu Stammwechsel führen können. Ferner können die *E. resinella*-Schäden anstelle von Stammwechsel auch bis ins Mark hineinreichende Wunden herbeiführen.

Beobachtet man die Reaktion der Kiefer auf die *Evetria*-Schäden, so macht man die Feststellung, dass die Kiefer im allgemeinen den Schaden so zu überwinden bestrebt ist, dass sie in den allermeisten Fällen einstämmig bleibt. In der Regel entsteht allerdings an der Wechselstelle im Stamm eine Krümmung, während es zu einer Verzweigung des Stammes relativ selten kommt. Will man nun diese Folge der Reaktion der Kiefer analysieren, hat man zweierlei zu unterscheiden, nämlich 1) Art und Lokalisation des Schadens sowie 2) Weiterentwicklung der Schadenfolgen je nach Wuchsintensität des Baumes. Der erstere Umstand ist abhängig von der Schädlingsart und ihrer Befallstelle. Natürlich haben ausserdem noch viele äussere Faktoren ihre Bedeutung, wie z.B. der Standboden des Baumes (Waldtyp) und die Kronenschicht, zu welcher der fragliche Baum gehört, ferner die Stellung des Baumes im Bestand (vgl. z.B. freistehende Bäume in Lücken) und wahrscheinlich anfänglich auch die Anlage des Bestandes (vgl. Juutinen 1962). Der erstere Problemkomplex ist in der Literatur viel behandelt worden (vgl. Hinweise S. 3). Der letztere hingegen hat bisher wenig Beachtung gefunden und erfordert spezielle Untersuchungen. Aufgrund der Beobachtungen, die ich in den obengenannten verschiedenen Zusammenhängen (S. 1) gemacht habe, könnte man vielleicht gewisse Erklärungsversuche der hier dargelegten Resultate anstellen. Zugleich muss darauf hingewiesen werden, dass auch die Resultate an sich als richtungsweisende Beispiele aufzufassen sind, zu deren Veröffentlichung mich eben die genannten Beobachtungen ermutigt haben.

Wenn die an schlechteren Standorten (VT) wachsenden und zu den unteren Kronenschichten gehörigen Bäume infolge gleicher Schäden schlimmere Krümmungen, Verzweigungen u. dergl. davongetragen haben, so beruht dies auf ihrem schwächeren Wachstum und der demgemäss langsameren Reaktion, insbesondere in den Fällen von Stammwechsel, wo der neue Wipfel bestrebt ist, so genau wie möglich die Stelle des vorigen in der Längsachse des Baumes einzunehmen. Wenn in diesem Stadium die Triebe zwischen-

durch für das Überwintern verholzen, verzögert oder verhindert dies den Ausbesserungsprozess. Andererseits aber kann höchstwahrscheinlich — und zwar besonders in den Fällen, wo der Stammwechsel von einem schon von vornherein verholzten Ast ausgeht (*E. resinella*-Schäden) — ungewöhnlich intensives Wachstum dazu führen, dass schwerere Krümmungen entstehen als in Bäumen mit schwächerem Wuchs. Offenbar gibt es in dieser Beziehung ein gewisses Optimum in der Wuchsintensität der Kiefer, das für die Heilung der fraglichen Schäden am aussichtsreichsten ist. So dürfte es sich auch erklären lassen, dass sich das Verhältnis bezüglich der Schadenfolgen an den Bäumen zweier sehr verschiedenwertiger Standorte ändert, wenn auch die Kronenschichten berücksichtigt werden (bessere technische Qualität der Bäume der obersten Kronenschicht in den VT-Beständen im Vergleich zu den entsprechenden Bäumen in den OMT-Beständen!). Ausserdem verschlimmern sich die schweren Krümmungen, wie schon festgestellt wurde, an den kräftig wachsenden Bäumen schneller als an den langsam wachsenden.

Wenn man nun an den Bäumen der dritten Kronenschicht mehr zu Krummstämmigkeit und Verzweigung führende Schäden antrifft — und auch ziemlich schwere und schwere Schadenfolgen — so braucht dies keineswegs bloss dadurch bedingt zu sein, dass diese Bäume stärker befallen gewesen wären, obschon auch dieser Umstand eine gewisse Bedeutung haben kann (Dr. H. Eidmann, mündl. Mitteilung). Ganz besonders die *E. resinella*-Schäden halten auch das Längenwachstum des Baumes auf (Kangas 1940, S. 50—51, 60), weshalb sie dazu beitragen, dass der fragliche Baum allmählich in eine niedrigere Kronenschicht kommt. Dies betrifft natürlich die vierte und auch die zweite Kronenschicht.

Wenn man abschätzen will, in welchem Masse die Krummstämmigkeit und Verzweigung (sowie die offenen Wunden) der Kiefer die technische Brauchbarkeit des Stamms beeinträchtigt, muss in Betracht gezogen werden, dass hierbei das Alter des Baums (die Grösse) eine grosse Rolle spielt. Manche Stammkrümmungen und sogar Verzweigungen verlieren allmählich ihre Bedeutung oder verschwinden sogar ganz, wie vorn schon erwähnt wurde. Infolgedessen werden die grösseren gefällten Stämme nur von den schweren, bleibenden Krümmungen (und Verzweigungen) verdorben. Aber auch schon diese Stämme scheinen zuweilen in den urwüchsigen Waldbeständen einen ganz erheblichen Anteil auszumachen (in den Probebeständen über 20 %), so dass also die Bedeutung der fraglichen Schäden ganz beträchtlich ist. Da neue Schäden, die zu Krummstämmigkeit und Verzweigung (und offenen Wunden) führen können, in Waldbeständen bis zu 8 m Höhe verkommen, allerdings von etwa 4 m Höhe aufwärts in immer geringerem Ausmass, ist in sehr jungen Kiefernbeständen keine sichere Auswahl von technisch einwandfreien Stämmen möglich.

Zusammenfassung

1. Die Kiefer entwickelt in Finnland in der Regel einen einschäftigen und geraden Stamm. Wenn der Längenwachstumspunkt vernichtet wird, strebt der Baum auch beim Ersetzen dieses Verlustes intensiv nach Einstämmigkeit. Auch dieser Umstand dürfte ein Beweis für die allgemeinbekannte Feststellung sein, dass der einschäftige und gerade Stamm der finnischen Kiefer eine ausgeprägte rassische Eigenschaft ist. Zahlreiche Untersuchungen, auf die im Text verwiesen wird, stützen ebenfalls diese Schlussfolgerung. Man dürfte mit gutem Grund behaupten können, dass bei der finnischen Kiefer verkrümmte oder verzweigte Stämme nur infolge von Schädigungen durch äussere Faktoren zustandekommen, welche Schädigungen solche Teile des Baumes betreffen (Gipfelknospe oder Gipfeltrieb oder der Wipfel in grösserem Ausmass), wo sich der Längenwachstumspunkt befindet.

2. Diese Schadenurheber sind zahlreich und sehr unterschiedlich (Insekten und andere Tiere, Pilze sowie abiotische Faktoren). Die Arten der Gattung *Evetria*, besonders *E. resinella*, sind hiervon die wichtigsten und häufigsten, wie auch zahlreiche frühere Untersuchungen gezeigt haben.

3. Sofern die Schäden direkt oder indirekt auch den Vegetationspunkt vernichten, haben sie stets einen sog. Stammwechsel im Gefolge, m.a.W. der Längenvegetationspunkt eines Seitentriebs oder eines Zweiges übernimmt das Längenwachstum des ganzen Baumes. Infolgedessen wird der Stamm krumm oder verzweigt sich an der Wechselstelle. Besonders die Schäden gewisser *Evetria*-Arten können auch andere Folgen haben als den Stammwechsel *(E. resinella:* Wunde am Stamm; *E. resinella*, *E. buoliana* und *E. pinicolana:* Krümmung am Stamm oder auch Verzweigung ohne Stammwechsel). Die Folgen der Schädigung sind unterschiedlich, je nachdem a) ob der Vegetationspunkt in der Knospe zerstört wird, b) ob der Schaden den Gipfeltrieb so betrifft, dass der Vegetationspunkt entwicklungsfähig bleibt, c) oder ob dann der Vegetationspunkt zerstört wird, d) oder ob der Gipfel weiter zerstört wird als auf der Länge des Gipfeltriebs. Gewöhnlich sind die Folgen in dieser Reihenfolge auch immer schwerer.

4. Die Entwicklung der Schadenfolgen ist auch von der Wuchsintensität der Kiefer abhängig, was sich daraus schliessen lässt, dass u.a. sowohl der Standort als auch die Stellung des Baumes im Bestand (die Kronenschicht) das Endresultat beeinflussen. Sowohl schwaches Wachstum wie in schweren Stammwechselfällen auch sehr intensives Wachstum führen zu Schadenfolgen, welche die technische Qualität des Stammes am meisten beeinträchtigen.

5. Schwere Schadenfolgen treten sehr zahlreich auch an den Bäumen der obersten Kronenschicht von Waldbeständen auf, die sich im Naturzustand entwickelt haben (in den Probebeständen ca. $^1/_5$ der Bäume). Da neue Schäden von den 1—4 hohen bis zu ca. 8 m hohen Waldbeständen vorkommen, allerdings umso weniger, je höher die Bäume sind, können technisch einwandfreie Bäume, die den endgültigen Bestand bilden sollen, nicht mit Sicherheit in sehr jungem Alter ausgewählt werden.

Literaturverzeichnis

Butovitsch, V. 1936. Studier över tallskottvecklaren, Evetria buoliana Schiff. Del I. Deutsches Referat: Studien über den Kieferntriebwickler, Evetria buoliana Schiff. Teil I. Medd. fr. Stat. Skogsförsöksanst. Häfte 29. Stockholm.

Crooke, M. 1951. A Contribution to the Knowledge of the Genus Evetria Hbn. (Lepidoptera, Tortricidæ). Forestry 24, p. 127—146.

Fischer, K. R. 1941. Der Kieferntriebwickler Evetria (Rhyacionia) buoliana Schiff. als forstlicher Grossschädling im bäuerlicher Waldbesitz Nordwestdeutschlands. Mitteil. aus Forstwirtsch. und Forstwissensch. 12, p. 219—276.

Gasow, H. 1925. Beitrag zur Kenntnis des Kiefernharzgallenwicklers (Evetria resinella L.) und des Kiefernknospentriebwicklers (Evetria buoliana Schiff.). Allg. Forst. u. Jagdz. Frankfurt a. M.

Juutinen, P. 1962. Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. Deutsches Referat: Untersuchungen über das Auftreten von Waldschäden in den Kiefern- und Fichtenkulturen Südfinnlands. Communic. Inst. Forest. Fenn. 54: 5. Helsinki.

Kangas, E. 1931. Siikakankaan mäntytaimistojen tuhoista. Deutsches Referat: Über die Schädigungen der Kiefernpflanzenbestände in Siikakangas. Silva Fennica 17. Helsinki.

—»— 1934. Tutkimuksia Punkaharjun männiköiden hyönteistuhoista. Deutsches Referat: Untersuchungen über die Insektenschädigungen der Kiefernbestände in Punkaharju. Communic. Inst. Forest. Fenn. 19: 7. Helsinki.

—»— 1937. Tutkimuksia mäntytaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. Deutsches Referat: Untersuchungen über die in Kiefernpflanzbeständen auftretenden Schäden und ihre Bedeutung. Communic. Inst. Forest. Fenn. 24: 1. Helsinki.

—»— 1940. Tuloksia Pohjankankaan ja Hämeenkankaan metsänviljelyksistä. Deutsches Referat: Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden Pohjankangas und Hämeenkangas. Acta Forest. Fenn. 49: 4. Helsinki.

—»— 1949 a. Metsätuhot (Finnisch). Suuri Metsäkirja I. Porvoo.

—»— 1949 b. Hirven metsässä aikaan saamat tuhot ja niiden metsätaloudellinen merkitys. Summary: On the damage to the forests caused by the moose, and its significance in the economy of the forest. Suomen Riista 4. Helsinki.

Lagerberg, T. & Sylvén, N. 1913. Skogens skadesvampar. Skogsvårdsför. Tidskr. Stockholm.

Ritzema Bos, J. 1903. Über das schädliche Auftreten von Retinia turionana, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Lebensweise der Retinien überhaupt. Centralbl. f. Bakt. u. Parasitenk. II. Bd. 10. Jena.

Thomann, H. 1914. Beobachtungen und Studien über Schmetterlinge (Microl.) aus dem Kanton Graubünden. Jahresber. d. naturwiss. Gesellschaft Graubünden, N.F. 55. Chur.

Trägårdh, I. 1915. Bidrag till kännedom om tallens och granens fiender bland småfjärilarna. Skogsvårdsför. Tidskr. Stockholm.

—»— 1921. Undersökningar över den större märgborren, dess skadegörelse och bekämpande. Deutsches Referat: Untersuchungen über den grossen Waldgärtner (Myelophilus piniperda). Medd. fr. Stat. Skogsförsöksanst. H. 18. Stockholm.

Wagenknecht, E. 1941. Untersuchungen über die Schäden des Kieferntriebwicklers Evetria (Tortrix) buoliana auf Kiefernkulturen. Zeitschr. für Forst und Jagdwesen 73, p. 37—41.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.16
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.16
Helsinki 1962

MÄNTYSAHATUKKIEN LAATULUOKITUKSEN TARKKUUDESTA

VEIJO HEISKANEN

Accuracy of the grading of pine sawlogs

Summary

Johdanto

Laatuluokituksen suoritusta, sen tarkkuutta sekä siinä syntyvien virheiden syitä koskevat tutkimukset on meillä tehty tähän mennessä luokituksista, joissa ei ole ollut kysymys kauppahinnan määräämisestä. Kaikissa julkaistuissa tapauksissa on asiaa tutkittu »lavastetuissa» kokeissa, eikä niissä ole voitu selvittää käytännössä vaikuttavia erilaisia kaupantekoon, hinnoitteluun yms. liittyviä virhelähteitä (H e i s k a n e n 1951, 1954). Tehdyt tutkimukset selvittävät luonnollisesti kysymyksen teoreettista taustaa, mutta vasta käytännön sovellutukset selvittävät laatuluokituksen käyttöön liittyvät virheet ja vaikeudet perusteellisesti.

Tällaisten, käytäntöön liittyvien tutkimusten tekoon tarjoutui Suomessa ensimmäinen mahdollisuus Pohjois-Suomen suurten sahaliikkeiden, Kajaani Oy:n, Kemi Oy:n, Oulu Oy:n, Rauma-Repola Oy:n ja A. Santaholma Oy:n alettua soveltaa laatumaksutapaa mäntysahapuukaupoissa syksyllä 1959. Hankintakautena 1960—61 tätä järjestelmää jatkettaessa päättivät em. yhtiöt ja Maataloustuottajain Keskusliitto yhdessä teettää tutkimuksen mäntysahatukkien laatuluokitustyön tarkkuudesta ko. kaupoissa sekä käytetyn yksinkertaistetun laatuluokituksen ja ns. laatuluokituskomitean laatiman luokitusehdotuksen välisistä eroavuuksista.

Tässä tutkielmassa käsitellään ainoastaan ostajien suorittaman laatuluokituksen tarkkuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Tutkimusaineisto kerättiin maalis-huhtikuussa 1961, jolloin luokitin kaikkiaan 1 328 tukkia 54 varastolla eri puolilla Iijoen ja Oulujoen vesistöalueita, joilla ko. laatumaksutapaa sovellettiin.

3843—62

Taulukko 1. Ostajan luokituksen ja tarkistusluokituksen vertailu tutkimuspaikoittain.
Table 1. Comparison of the byuers' grading and the control grading by places of study.

Erä *Parcel*	Kunta — *County*	Ostajan luokitus — *Buyers' grading*						Tarkistusluokitus — *Control grading*					
		u/s[1])	u/s-lyh	V	V-lyh	R	Yht. *Total*	u/s	u/s-lyh	V	V-lyh	R	Yht. *Total*
		tukkeja, kpl — *number of logs*											
1	Kuusamo	6	—	19	—	—	25	4	1	8	3	9	25
2	»	8	—	17	—	—	25	6	—	17	—	2	25
3	Posio	7	—	18	—	—	25	3	1	15	1	5	25
4	»	14	—	11	—	—	25	5	2	16	—	2	25
5	»	7	—	18	—	—	25	4	2	16	3	—	25
6	Kuusamo	3	—	22	—	—	25	1	2	9	6	7	25
7	»	5	—	20	—	—	25	2	—	18	—	5	25
8	»	5	—	20	—	—	25	6	2	14	1	2	25
9	»	13	—	12	—	—	25	12	—	11	—	2	25
10	»	6	—	19	—	—	25	5	—	20	—	—	25
11	»	9	—	16	—	—	25	4	3	14	3	1	25
12	»	16	—	9	—	—	25	12	5	8	—	—	25
13	»	10	—	12	—	—	22	10	—	9	1	2	22
14	»	11	—	14	—	—	25	7	2	14	—	2	25
15	Taivalkoski	16	—	9	—	—	25	9	—	16	—	—	25
16	Kuusamo	14	—	11	—	—	25	12	—	12	—	1	25
17	»	12	—	13	—	—	25	6	2	14	—	3	25
18	Taivalkoski	12	—	13	—	—	25	9	—	11	3	2	25
19	»	21	—	4	—	—	25	14	2	5	3	1	25
20	»	11	—	14	—	—	25	7	—	18	—	—	25
21	Pudasjärvi	16	—	9	—	—	25	9	2	12	1	1	25
22	»	12	—	13	—	—	25	15	1	9	—	—	25
23	»	14	—	10	1	—	25	14	—	10	1	—	25
24	»	11	—	14	—	—	25	8	1	14	2	—	25
25	»	6	—	17	1	1	25	6	—	15	2	2	25
26	»	4	—	20	1	—	25	5	—	18	2	—	25
27	»	4	—	20	—	1	25	4	—	20	—	1	25
28	»	13	—	12	—	—	25	13	—	11	—	1	25
29	Taivalkoski	6	—	6	—	—	12	3	—	6	2	1	12
30	Ylikiiminki	11	—	14	—	—	25	10	—	13	—	2	25
31	»	11	—	14	—	—	25	6	—	16	—	3	25
32	Yli-Ii	9	—	16	—	—	25	3	—	19	1	2	25
33	Ii	15	—	10	—	—	25	13	—	11	1	—	25
34	»	2	—	23	—	—	25	1	—	17	6	1	25
35	Pudasjärvi	10	—	15	—	—	25	4	—	18	2	1	25
36	»	8	—	12	—	—	20	7	1	8	4	—	20
37	»	9	—	11	1	4	25	7	—	13	2	3	25
38	Kajaani mlk.	8	—	16	—	—	24	4	1	17	1	1	24
39	»	13	—	12	—	—	25	11	—	14	—	—	25
40	Ristijärvi	13	—	12	—	—	25	11	—	13	—	1	25
41	»	12	—	13	—	—	25	12	1	10	—	2	25
42	»	15	—	10	—	—	25	13	—	10	1	1	25
43	»	17	—	8	—	—	25	13	3	9	—	—	25
44	Hyrynsalmi	13	—	12	—	—	25	6	1	13	2	3	25
45	»	14	—	11	—	—	25	5	1	13	2	4	25
46	Suomussalmi	12	—	13	—	—	25	12	2	11	—	—	25
47	»	11	1	12	—	1	25	12	1	11	—	1	25
48	»	1	—	22	1	1	25	—	—	21	2	2	25
49	»	7	—	18	—	—	25	2	1	19	1	2	25
50	Sotkamo	18	—	7	—	—	25	16	2	5	1	1	25
51	»	13	—	12	—	—	25	9	—	15	1	—	25
52	»	8	—	14	—	3	25	8	—	13	1	3	25
53	Utajärvi	5	—	20	—	—	25	4	2	14	1	4	25
54	»	17	—	8	—	—	25	14	—	9	2	—	25

[1]) u/s = u/s logs; u/s-lyh = u/s-log with deduction; V = V log; V-lyh = V log with deduction; R = cull;

Tutkittujen tukkierien sijainti kunnittain ilmenee taulukosta 1.

Eri yhtiöille, joista käytetään merkintöjä A, B, C, D ja E, tutkitut tukkierät jakautuivat seuraavalla tavalla:

A	21	erää	525	tukkia
B	8	»	182	»
C	16	»	400	»
D	4	»	97	»
E	5	»	124	»

Aineiston voidaan katsoa jakautuneen verraten laajalti tutkimusalueen eri puolille. Myös kaikki laatumaksutapaa käyttäneet yhtiöt ovat siinä edustettuina. Tosin valtaosa aineistoa on yhtiöiltä A ja C. Kultakin yhtiöltä pyrittiin lisäksi saamaan tutkituksi mahdollisimman monen mittamiehen mittaamia ja luokittamia puita. Yhdeltä mittamieheltä otettiinkin luokitettavaksi korkeintaan kolme tukkierää. Yleensä yhden mittamiehen eriä on aineistossa kuitenkin vain yksi tai kaksi kappaletta. Mittamiehestä ei kaikissa tapauksissa saatu selvyyttä, mutta voidaan arvioida, että aineistossa on 25—30 miehen luokittamia puita.

Tutkimusryhmään kuului lisäkseni metsänhoitaja Jukka Lounavaara paikallisena asiantuntijana sekä kolme apumiestä, jotka kaikki olivat yhtiöiden yhteisen tarkastusmittauksen ryhmänjohtajia tai jäseniä. Työvälineinä olivat kirveet, lapiot ja luudat tukkien puhdistamiseksi lumesta ja niissä esiintyvien vikojen tutkimiseksi sekä tarpeelliset mittausvälineet.

Luokitettavaksi otettiin autolla ajettaessa ohitetut varastot vain osittain yhtiöiden edustajien antamia neuvoja seuraten. Voidaankin mainita, että tutkituista varastoista oli ainoastaan muutama sellainen, joka ilmoitettiin yhtiöiden taholta sopivaksi mittauskohteeksi. Lisäksi käytiin suorittamassa luokituksia kolmella jäävarastolla, joille oli autoilla ajettu eri yhtiöiden puita. Valintatavan vuoksi ja käytännöllisten seikkojen vaatimana saatiin tutkituksi miltei yksinomaan autokuljetuspuita. Kaikki mitatut erät sijaitsivat lisäksi helposti saavutettavilla paikoilla, joten mittamiehet saattoivat jo mittausaikana arvata niillä tarkastusmittauksen todennäköisemmäksi kuin syrjäisillä paikoilla sijaitsevilla uittovarastoilla. Jäävarastoalueilla päästiin kuitenkin mittaamaan myös sellaisia tukkeja, jotka oli kuljetettu heti vastaanottomittauksen jälkeen pois alkuperäisestä varastosta, siis tukkeja, joiden tavallinen tarkastusmittaus ei voinut tulla kysymykseen. Tuntuukin siltä, että sivulliset eivät ole päässeet vaikuttamaan aineiston valintaan tuloksiin vaikuttavassa määrin.

Kultakin varastolta tai kustakin tukkierästä luokitettiin vain 25 tukkia, joiden joukkoon pyrittiin saamaan myös latvatukkeja ainakin 5—7 kappaletta. Tyvitukkien osuus haluttiin suureksi, koska niiden luokituksessa ta-

pahtuu yleensä eniten virheitä (H e i s k a n e n 1954). Muutoin ei puita lainkaan valikoitu, vaan tukit otettiin luokitettavaksi joko varaston laidasta alkaen tai sitten sellaisesta paikasta, jossa niiden pyöritys tai lumesta puhdistus oli helpointa. Muutamilla varastoilla, joilla ei ollut tukkeja em. vähimmäismäärää, luokitettiin kaikki tukit. Luokitettujen tukkien joukkoon ei sisältynyt lainkaan aluspuita eikä kaksikerroksisten telojen alakerroksen puita, joten tulokset soveltuvat vain yksikerroksisten telojen ja kaksikerroksisten telojen yläkerroksen tukkeihin.

Kustakin tukista merkittiin muistiin seuraavat tiedot.

— Läpimitta

— Tukin asema; tyvi, tyvetty, latva

— Suurin oksa, sen laatu sekä muut tukissa esiintyvät laatuluokkaan vaikuttaneet viat. Samalla tehtiin maininta siitä, oliko kyseessä sellainen rajatapaus, jonka vieminen kumpaan tahansa rinnakkaisista luokista on ymmärrettävissä.

— Laatuluokka ostajien v. 1961 käyttämän kaksijakoisen luokituksen mukaan vastaanottajan luokittamana (liite 1). Se saatiin laatutukin latvapäähän tehdystä merkistä, joka vaihteli eri yhtiöillä. Tästä luokituksesta käytetään nimitystä o s t a j a n l u o k i t u s. Luokitus on yksinkertaistettu ns. laatuluokituskomitean kolmijakoisesta luokituksesta (H e i s k a n e n ja S i i m e s 1960).

— Laatuluokka tämän kaksijakoisen luokituksen mukaan mittaamalla kaikki tukissa esiintyvät viat. Tätä luokitusta nimitetään t a r k i s t u s l u o k i t u k s e k s i.

— Mahdollisen mittavähennyksen suuruus ja syy. Jos vastaanottaja jo oli tehnyt mittavähennyksen merkittiin se erikseen muistiin.

Mittavähennysten teosta johtuen esiintyivät luokitettujen tukkien joukossa seuraavat eri tapaukset eli »laatuluokat».

Laatutukki eli u/s-tukki (u/s)
Tavallinen tukki eli V-tukki (V)
»Raakki» (R)
Raakki, josta saadaan lyhentämällä u/s-tukki (u/s-lyh)
Raakki, josta saadaan lyhentämällä V-tukki (V-lyh)

Vertailtaessa ostajan luokitusta ja tarkistusluokitusta toisiinsa käsitellään kaikki nämä tapaukset erillisinä.

Luokitusvirheet

Taulukossa 1 on esitetty tukkien jakautuminen kaksijakoisen luokituksen eri luokkiin tutkimuserittäin sekä ostajan vastaanoton että tarkistuksen mukaan.

Varastokohtainen tarkastelu osoittaa, että tutkituista 54 varastosta vain neljällä oli tarkistusluokituksen mukaan enemmän u/s-tukkeja kuin ostajan vastaanottoluokitus osoitti niitä todellisuudessa olevan. Varastolla n:o 8 ostaja oli saanut viisi u/s-tukkia, mutta tarkistusluokituksen mukaan niitä oli kuusi. Varastolla n:o 22 vastaavat lukumäärät olivat 12 ja 15, varastolla n:o 26 vastaavasti 4 ja 5 sekä varastolla n:o 47 vastaanoton mukaan 11 ja tarkistuksen mukaan 12.

U/s-tukkien lukumäärä oli saatu ostajan vastaanotossa samaksi kuin tarkistusluokituksessa kaikkiaan kahdeksalla tutkimuspaikalla. Kaikilla muilla varastoilla, siis n. 80 %:lla tutkimuspaikoista ostaja oli hyväksynyt liikaa tukkeja u/s-tukkiluokkaan. Tällaiset varastot olivat selvänä enemmistönä kaikilla yhtiöillä, joten tässä suhteessa ei ole havaittavissa selviä eroja eri yhtiöiden välillä (vrt. taulukko 2).

Vielä selvempänä nähdään tämä liian hyväksi luokitus lyhennysten ja »raakkien» lukumääriä vastaanoton ja tarkistuksen välillä vertailtaessa. Tarkistuksessa löydettiin tällaisia, joko mittavähennyksiä vaativia tai kokonaan sahauskelvottomia tukkeja 51 varastolta. Kuitenkin vain kahdeksalla varastolla oli ostaja lyhentänyt tai hyljännyt tutkittuja tukkeja. Kolmella näistä ostaja oli suorittanut luokituksen tässä suhteessa aivan samoin kuin tarkistusluokituksessa tehtiin. Yhdellä varastolla ostaja oli hylännyt yhden

Taulukko 2. Ostajan luokituksen ja tarkistusluokituksen mukaiset laatujakautumat toisiinsa verrattuina yhtiöittäin.

Table 2. Distribution of grades in accordance with the buyers' grading and the control grading, compared with each other on company basis.

Yhtiö *Company*	Ostajan luokitus — *Buyers'grading*						Tarkistusluokitus — *Control grading*					
	u/s	u/s-lyh	V	V-lyh	R	Yht.	u/s	u/s-lyh	V	V-lyh	R	Yht.
	tukkeja, kpl — *number of logs*											
A	207	1	313	1	3	525	157	19	288	28	33	525
B	79	—	103	—	—	182	52	3	102	12	13	182
C	183	—	208	4	5	400	131	17	210	18	24	400
D	40	—	57	—	—	97	35	4	40	4	14	97
E	55	—	66	—	3	124	43	1	72	3	5	124
	% — *percent*											
A	39.4	0.2	59.6	0.2	0.6	100.0	29.9	3.6	54.9	5.3	6.3	100.0
B	43.4	—	56.6	—	—	100.0	28.6	1.6	56.0	6.7	7.1	100.0
C	45.8	—	52.0	1.0	1.2	100.0	32.8	4.2	52.5	4.5	6.0	100.0
D	41.2	—	58.8	—	—	100.0	36.1	4.1	41.3	4.1	14.4	100.0
E	44.4	—	53.4	—	2.4	100.0	34.7	0.8	58.1	2.4	4.0	100.0

sellaisen tukin, josta tarkistusluokituksen mukaan olisi saatu kelvollinen tukki mittavähennyksellä. Yhdelläkään tutkimuspaikalla ei sitä vastoin oltu tehty vastaanotossa enempää mittavähennyksiä kuin tarkistuksessa.

Eri yhtiöiden varastoja vertailtaessa ei tässäkään suhteessa ollut havaittavissa selviä eroja, mikä ilmenee myös taulukosta 2. Siinä on esitetty yhtiöittäin luokitettujen tukkien eri laatujen osuudet sekä ostajan luokituksen että vastaanottoluokituksen mukaan. Yhtiöt on merkitty myös tässä taulukossa kirjaimilla A, B, C, D ja E.

Taulukko osoittaa, että kaikkien yhtiöiden vastaanottajat ovat hyväksyneet u/s-tukkeihin enemmän ja hyljänneet tukkeja vähemmän kuin tarkistusluokituksessa tehtiin. Vähäisiä eroja yhtiöiden välillä on olemassa, mutta ne eivät todista vielä erilaisen tulkinnan olemassa oloa. Varastokohtainen tarkastelu osoittikin, että kaikilla yhtiöillä oli sekä hyvin että huonosti luokitettuja eriä.

Koko aineiston kappaleittainen tarkastelu osoittaa samoin liian hyväksi luokituksen erittäin selvänä, kuten seuraavista aineiston jakautumista eri luokkiin kuvaavista luvuista nähdään.

Luokka	Ostaja kpl	%	Tarkistus kpl	%
u/s	564	42.5	418	31.5
V	747	56.2	712	53.6
R	11	0.8	89	6.7
u/s—lyh	1	0.1	44	3.3
V—lyh	5	0.4	65	4.9
Yhteensä	1 328	100.0	1 328	100.0

Mainittakoon kuitenkin, että 42 kpl tarkistusluokituksessa tavallisiin tukkeihin viedyistä ostajan u/s-tukeiksi merkitsemistä tukeista katsottiin rajatapauksiksi. Raakkeihin viedyistä ostajan tavallisista tukeista 10 kpl oli myös ilmeisiä rajatapauksia. Jos ne viedään tarkistuksessa samoihin luokkiin kuin ostajan luokituksessa, saadaan tarkistuksen mukaiseksi jakautumaksi: 34.7 %, 52.3 %, 5.9 %, 3.3 % ja 4.9 %.

Eri kokoisten tukkien jakautuminen em. »laatuluokkiin» nähdään taulukosta 3. Se osoittaa, että kaikissa läpimittaluokissa, jotka tarkastelussa on valittu sekakomitean laatuluokitusehdotuksen mukaisiksi, ostajan luokitus on ollut melko »lempeä». Kuitenkin on tapahtunut jossain määrin virheitä myös toiseen suuntaan. Tarkistusluokituksen mukaan u/s-tukeiksi kelvollisia tukkeja on vastaanotossa merkitty V-tukeiksi kaikkiaan 37 kpl, mutta tarkistusluokituksen mukaisia V-tukkeja, lyhennyksiä vaativia tukkeja tai raakkitukkeja u/s-tukeiksi peräti 182 kpl. Nämä 182 tukkia jakautuivat todellisen laadun mukaan seuraavasti:

Taulukko 3. Ostajan luokituksen ja tarkistusluokituksen mukaiset tukkien laatujakautumat.

Table 3. Distribution of grades according to the buyers' grading and the control grading.

Ostajan luokitus *Buyers grading*	Tarkistusluokitus — *Control grading*						
	u/s	V	u/s-lyh	V-lyh	R	Yhteensä	
	tukkeja, kpl — *number of logs*						
	≤7″						
u/s	124	37	8	—	3	172	32.2
V	21	261	12	18	44	356	66.5
u/s-lyh	—	—	—	—	—	—	—
V-lyh	—	—	—	2	—	2	0.4
R	—	—	—	—	5	5	0.9
Yhteensä	145	298	20	20	52	535	—
%	27.1	55.7	3.7	3.7	9.8	100.0	—
	7 ½″—10″						
u/s	235	102	12	3	5	357	48.7
V	15	288	5	33	25	366	50.0
u/s-lyh	—	—	1	—	—	1	0.1
V-lyh	—	—	—	3	—	3	0.4
R	—	1	—	2	3	6	0.8
Yhteensä	250	391	18	41	33	733	100.0
%	34.1	53.3	2.5	5.6	4.5	100.0	—
	≥11″						
L	22	5	5	1	1	34	56.7
T	1	18	1	3	3	26	43.3
R/L	—	—	—	—	—	—	—
R/T	—	—	—	—	—	—	—
R	—	—	—	—	—	—	—
Yhteensä	23	23	6	4	4	60	100.0
%	38.3	38.3	10.0	6.7	6.7	100.0	—
	Kaikki yhteensä — *Total*						
L	381	144	25	4	9	563	42.4
T	37	567	18	54	72	748	56.3
R/L	—	—	1	—	—	1	0.1
R/T	—	—	—	5	—	5	0.4
R	—	1	—	2	8	11	0.8
Yhteensä	418	712	44	65	89	1 328	100.0
%	31.5	53.6	3.3	4.9	6.7	100.0	—

	kpl	%
V	144	79.2
u/s—lyh	25	13.7
V—lyh	4	2.2
R	9	4.9

Eri läpimittaluokissa näyttää olevan hieman eroja. Pienimmässä, alle 7″ tukkien luokassa on u/s-tukkien osuus arvioitu parhaiten. Se ilmenee verrattaessa ostajan luokituksen u/s-tukkien osuutta tarkistusluokituksen vastaavaan osuuteen, mikä nähdään seuraavasta asetelmasta. Siinä on esitetty u/s-tukkien prosenttinen osuus sekä kaikista tukeista että tarkistusluokituksen u/s- ja V-tukkien yhteisestä osuudesta.

	Ostaja		Tarkistus	
	u/s-tukkeja, %			
	kaikista	u/s- ja V-tukeista	kaikista	u/s- ja V-tukeista
≤7″	32.2	36.8	27.1	32.7
7 ½″—10 ½″	48.7	52.6	34.1	39.0
≥11″	56.7	58.7	38.3	50.0

Eri läpimittaluokkien luokitustarkkuuden eroavuuksien syinä voidaan mainita ensinnäkin se, että u/s-tukin suurin sallittu oksa on ostajan käyttämän luokituksen mukaan pienimmässä läpimittaluokassa sama kuin keskimmäisessä läpimittaluokassa. Siten huonoin alle 7″ vahvuinen u/s-tukki näyttää huomattavasti rumemmalta ja huonommalta kuin läpimitaltaan hieman suurempi, yhtä suuria oksia sisältävä u/s-tukki. Tältä pohjalta onkin ymmärrettävissä, että u/s-tukkien vieminen V-tukkien joukkoon on ollut suhteellisesti yleisintä juuri tässä läpimittaluokassa. Lisäksi on tähän suuntaan vaikuttanut sekin, että luokittajat eivät ole jostain syystä halunneet hyväksyä hyviäkään väli- tai latvatukkeja u/s-tukeiksi.

Vaikka aineisto onkin yli 11″ tukkien luokassa varsin pieni, on u/s-tukin ja V-tukin välisen rajan verraten tarkka noudattaminen tässä luokassa katsottava todellisuutta vastaavaksi. Suurin u/s-tukeissa sallittu oksa on näet tässä läpimittaluokassa 1 ½″. Sellaisia oksia sisältävät tukit ovat jo niin huonon näköisiä, ettei virhetulkintoja oksaisuuden kohdalla pääse helpolla syntymään. Sitä vastoin näissä suurissa tukeissa on paljon erilaisia sisävikoja yms., jotka helposti jäävät huomaamatta ja joiden vaikutuksen arviointi on vaikeaa. Ne aiheuttavat siten virheluokituksia verraten usein ja ovat tehneet luokituksen keskimäärin varsin epätarkaksi, epätarkemmaksi kuin muissa läpimittaluokissa.

Pienten tukkien tarkkaan luokitukseen on vaikuttanut sekin, että niissä esiintyy vähemmän ja harvemmin salavikoja kuin yleensä vanhoista puista peräisin olevissa suurissa tukeissa.

Raakkien ja lyhennysten kohdalla tilanne on hieman toinen, kuten seuraavista luvuista nähdään.

	Mittavähennystä vaativat		Raakit	
	% tukeista			
	ostaja	tarkistus	ostaja	tarkistus
≤7″	0.4	7.4	0.9	9.8
7 ½″—10 ½″	0.5	8.1	0.8	4.5
≥11″	—	16.7	—	6.7

Mittavähennyksiä vaativia tukkeja on otettu vastaan täysin kelvollisina suhteellisesti eniten suurimmassa läpimittaluokassa. Suurissa tukeissa esiintyykin mittavähennyksiä, siis sahauskelvottomuutta aiheuttavia vikoja kaikkein useimmin. Raakkitukkeja on kuitenkin eniten pienemmissä läpimittaluokissa. Tähän vaikuttaneiden syiden selvittämiseksi on aiheellista tutkia aluksi tukkien hylkäämistä aiheuttaneita vikoja eri luokissa.

Pienissä tukeissa oksaisuus ja mutkaisuus ovat siis olleet tukkien hylkäämisen syynä yleisempiä kuin keskikokoisissa tukeissa. Suurin sallittu oksa on niissä käytetyn luokituksen mukaan vain 2″, kun taas muissa se on 2 ½″. Siinä suhteessa määräykset saattavat tuntua pienissä tukeissa ankarammilta kuin keskikokoisissa, joista sahauskelvottomuuden rajalla olevat tukit ovatkin usein huonomman näköisiä kuin pienet vastaavanlaatuiset tukit. Myös suurissa tukeissa oksaisuusmääräykset vaikuttavat tässä kohdassa ankarilta ja ovat verrattavissa siinä suhteessa pienimmän luokan määräyksiin.

	≤7″	7 ½—10 ½ % raakeista	≥11″
Ylisuuret oksat	52	43	(60)
Mutkat ja lenkous	42	21	(—)
Lahoviat	—	15	(20)
Korot	6	18	(20)
Halkeamat	—	3	(—)
Yhteensä	100	100	(100)

Mutkaisuuden suuri osuus raakkien aiheuttajana pienissä tukeissa taas johtuu siitä, että tässä läpimittaluokassa ei viallisesta tukista saada varsin korkean minimipituusvaatimuksen vuoksi useinkaan lyhentämällä enää riittävän pitkää tukkia. Sitä vastoin suurista tukeista voidaan monesti tehdä pituutta paljonkin vähentämällä vielä minimipituuden täyttävä tukki, kun minimipituisuus on yli 8″ tukeissa vain 10 jalkaa. Tämä ei kuitenkaan selvitä tällaisten mutkaisten puiden hyväksymistä lyhentämättöminä. Tuntuu siltä, että juuri mutkien ja lenkouden kohdalla vastaanottajat eivät osaa arvioida vikoja niin vakaviksi kuin ne ovat. Näin on laita varsinkin pienioksaisten tyvitukkien ollessa kyseessä. Voidaan mainita, että myös aiemmin järjestetyissä koeluokituksissa havaittiin lenkouden, mutkien ja korojen vaikutuksen arvioinnissa tapahtuvan paljon virheitä (H e i s k a n e n 1954).

Muiden vikojen, kuten korojen, poikaoksien yms. kohdalla saattaa virheluokituksen syynä olla usein se, että viat ovat jääneet huomaamatta. Kuitenkin myös niiden esiintyessä oksattomissa tai pienioksaisissa tukeissa on kysymyksessä todennäköisesti vikojen vaikutuksen aliarviointi.

Yhdistelmä luokitusvirheiden syistä

Yhdistelmänä virheluokitusten syistä voidaan seuraavat esittää tärkeimpinä:

1. Luokitusohjeiden tulkinta on ollut varsin »lempeä», mikä on ilmennyt varsinkin lenkouden, mutkaisuuden ja oksaisuuden kohdalla. Em. muotoviat on usein jätetty kokonaan huomioon ottamatta vastaanottoluokitusta

suoritettaessa, mikä lienee osittain johtunut näiden vikojen vaikutuksen arvostelun vaikeudesta. Oksaisuuden ollessa ratkaisevana vikana rajatapaukset taas on viety melko säännönmukaisesti parempaan luokkaan. Vastaavanlaisena osoituksena »lempeästä» tulkinnasta on se, että varsin usein pari viimeistä jalkaa tukin latvasta on jätetty kokonaan huomioon ottamatta luokituksessa, vaikka ne olisivat olleet aivan selvästi huonompia kuin muu tukki.

2. Eräät viat ovat saattaneet jäädä vastaanottajalta huomaamatta, mikä onkin helposti ymmärrettävissä lumisia tukkeja huolellisestikin tutkittaessa. Yleisimpiä tällaisista vioista lienevät poikaoksat ja pienet haavat.

3. Ilmeinen haluttomuus tehdä mittavähennyksiä tai hyljätä tukkeja a van selv ssäk n tapauks ssa, m kä saattaa johtua myös mutk en ja lenkouden vaikutuksen arvioinnin vaikeudesta.

4. Eräillä varastoilla vastaanotto ja luokitus osoittautui hyvin huolimattomaksi ja välinpitämättömäksi, mikä ilmeni täysin käsittämättöminä luokitusvirheinä.

5. Myös luokitusohjeet ovat saattaneet aiheuttaa virheitä, sillä eri luokkien rajalla olevat tukit näyttävät toisissa läpimittausluokissa paremmilta kuin toisissa, niinkuin edellä selostettiin.

Esitetyt virhelähteet ovat siis niitä, jotka ovat viime kädessä aiheuttaneet virheet. Niiden perusteella ainakin voidaan virheiden esiintyminen osittain selvittää. Asia erikseen on, minkä vuoksi ao. luokittajat ovat tulkinneet ohjeita »lempeästi», minkä takia he ovat olleet haluttomia hylkäämään kelvottomia tukkeja ja minkä takia vastaanotto on ollut eräissä tapauksissa huolimatonta. Se ei selviä aineistosta, mutta eräänä syynä tulee mieleen ks. hankintakauden ankara kilpailu tukeista. Tuntuu myös ilmeiseltä, että tulkintavirheet ovat osittain johtuneet mittamiesten puutteellisesta koulutuksesta.

Luokitustarkkuuden arviointia

Vastaanotossa oikein, liian hyväksi ja liian huonoksi luokitettujen tukkien prosenttinen osuus kaikista tutkituista tukeista oli eri läpimittaluokissa seuraava:

	oikein	liian huono	liian hyvä
		%	
≤7″	73.2	3.9	22.9
7 ½—10 ½″	70.9	2.5	26.6
≥11″	66.7	1.7	31.6

Virheluokitusten osuus on siis 27—33 % eri läpimittaluokissa, ja suurin osa niistä on ollut luokitusta oikeaa paremmaksi. Kun mittavähennysten teko ja puiden hylkääminen on tuntunut niin vaikealta, on varsinaisen

laatuluokituksen tarkkuutta tutkittaessa syytä jättää lyhennykset ja raakit pois. Tarkistusluokituksen mukaisista u/s-tukeista ja V-tukeista onkin luokitettu huomattavasti suurempi osa, niinkuin seuraavista luvuista ilmenee:

	oikein	liian huono	liian hyvä
		%	
≤7″	86.9	4.7	8.4
7 ½—10 ½″	80.0	2.3	17.7
≥11″	87.0	2.2	10.8

Nämä luvut osoittavat, että ko. koulutusosastolla olevat luokittajat pystyvät pääsemään huomattavasti parempiin tuloksiin kuin edellä esitetyt tulokset kaikkien tukkien luokituksesta osoittavat. Sahauskelpoisen ja sahauskelvottoman tukin rajan määrittäminen on kuitenkin jonkin verran vaikeampaa kuin laatutukin ja tavallisen tukin välisen rajan määrittäminen. Se vaatii monesti huolellisempaa lumesta puhdistusta, kirveellä kokeilemista jne. Siinä esiintyy myös jonkin verran enemmän tulkinnanvaraisia tapauksia kuin u/s-tukin ja V-tukin rajalla, sekä erilaisia oksaisuudesta riippumattomia vikoja, joiden arvioinnissa on myös kursseilla esiintynyt vaikeuksia (H e i s k a n e n 1954).

Luokitustarkkuutta voidaan keskimäärin pitää varsin hyvänä verrattaessa sitä em. kursseilla suoritettuihin koeluokituksiin. Niissä oikein luokitettujen tukkien osuus oli tuntuvasti pienempi, mutta niissä tukit jaettiinkin kolmeen luokkaan. Juuri I ja II luokan välisen rajan määrittäminen osoittautui vaikeaksi. Vaikeimmin arvioitavia vikoja olivat näiden kokeiden mukaan oksakyhmyt sekä maksimioksaa pienempien oksien lukumäärä (H e i s k a n e n 1954). Näihin vikoihin ei yhtiöiden käyttämää luokitusta sovellettaessa jouduta ottamaan kantaa. Käytännön sovellutusten kannalta on siis oikein vain kahden laatuluokan käyttö, koska sillä tavoin helpotetaan luokitustyötä (vrt. H e i s k a n e n 1960).

Luokitustarkkuutta arvosteltaessa on otettava huomioon myös se, että nyt tarkasteltavat tukit ovat olleet keskimääräistä vaikeampia luokittaa seuraavista syistä. Niihin on sisältynyt tavallista enemmän tyvitukkeja, ja kun kyseessä ovat Pohjois-Suomen vanhoista metsistä hakatut tukit, esiintyy oksaisuudesta riippumattomia vikoja enemmän kuin Etelä-Suomessa.

Johtopäätöksiä

Keskimäärin on siis ollut vallalla liian hyväksi luokitus, joka saattaa tuntua ihmeelliseltä kun luokittajina olivat ostajan edustajat. Myös kaikissa kursseilla järjestetyissä koeluokituksissa on todettu liian hyväksi luokitus aivan yleiseksi (H e i s k a n e n 1951, 1954), joten se näyttää olevan luon-

nollinen pyrkimys tai tulos, silloin kun mitkään hinnoittelutekijät eivät vaikuta tulokseen. Eräissä laatuluokituskursseilla suoritetuissa koeluokituksissa oli havaittavissa tiettyä, tosin hyvin vähäistä, työnantajan etuun tähtäävää tendenssiä, mutta toisissa ei sellaista esiintynyt lainkaan. On syytä mainita, että kaikissa kokeissa myös ostajan edustajat harvaa poikkeusta lukuunottamatta arvioivat koeleimikon tai koetukkien laadun oikeaa paremmaksi.

Näyttää siis siltä, että samat tulokset pitäisivät paikkansa myös käytännön luokituksissa. Asian perinpohjaiseksi selvittämiseksi olisi kuitenkin tehtävä tutkimuksia erilaisten markkinatilanteiden vallitessa. On näet olemassa esimerkkejä mm. siitä, että tukkien saannin ollessa vaikeaa ja kilpailun tiukkaa pystymetsät arvioidaan joidenkin arviomiesten toimesta systemaattisesti oikeaa suuremmiksi, koska sillä tavoin voidaan sovittua hintaa korottamatta maksaa korkeampi hinta kuin oikein arvioiva ostaja. Samalla tavoin voidaan hintaa »nostaa» raakkeja hyväksymällä sekä tulkitsemalla laatuluokitusohjeita lempeästi. Kun tiedetään tämän mahdollisuuden olemassa olo ja kun siihen viittaavat myös tutkimustulokset eräiden varastojen kohdalla, edellyttää tyydyttävien tulosten saavuttaminen ostajan edustajien ollessa luokittajina paitsi perusteellisen koulutuksen myös erittäin tarkan valvonnan. Lisäksi on luottamuksellinen ja vilpitön yhteistyö kaikkien sahapuun ostajien kesken välttämätöntä.

Eräänä menetelmänä olisi erillisten mittamiesten käyttäminen. Heillä ei saisi olla mitään tekemistä sahapuun oston kanssa, eivätkä he saisi olla riippuvuussuhteessa ostoja suorittavaan henkilöstöön. Tällaisilla miehillä olisi parhaat mahdollisuudet sellaiseen vastaanottoon, jossa ostoon liittyvät tekijät eivät pääse vaikuttamaan puiden luokitukseen. Lisäksi tällainen erikoishenkilöstö olisi helpompi kouluttaa kuin suuri mittamiesten joukko. Kaikkein parhaan tuloksen takaisivat ilmeisesti puolueettomat mittauselimet.

Liian ankaran luokituksen estämiseksi, jos sellaista ilmenisi, on myyjät ja heidän edustajansa koulutettava hyvin tuntemaan sahatukkien laatuvaatimukset. Siitä on myyjälle muutoinkin hyötyä, koska laatumaksutavan vallitessa miltei jokainen virheellinen apteeraus merkitsee hinnan alenemista. U/s-tukkien ja V-tukkien rajalla esiintyikin useita kymmeniä tapauksia, joissa muutaman jalan lyhennyksellä olisi saatu kunnollinen u/s-tukki, mutta virheellisesti apteerattuna tukki joutuikin V-tukkien luokkaan. Niinkuin edellä mainittiin, monet tällaisista tukeista tosin oli nyt hyväksytty u/s-tukeiksi, mutta luokitusohjeiden mukaan ei olisi pitänyt tehdä niin. Hyvin paljon oli vastaavanlaisia tapauksia, joissa tukin latvaan oli jätetty kelpaamatonta puuta, minkä lyhennysten suuri lukumääräkin tarkistuksessa osoittaa.

»Raakkien» suuri määrä luovutettavissa puissa johtuu sekin osaksi laatuvaatimusten heikosta tuntemisesta, joten myös siinä suhteessa kaivataan

valistustyötä myyjien keskuudessa. Osittain syynä lienee se, että laatuvaatimusten kiristyttyä myyjät ovat edelleenkin noudattaneet entisiä, lievempiä vaatimuksia. Ostajien taholta ei liene riittävästi informoitu myyjiä. Tukkien joukossa oli kuitenkin melko paljon myös täysin kelvottomia kappaleita. Ne lienevät tuotu luovutettavaksi tietoisina niiden kelvottomuudesta vain siinä toivossa, että ostaja ei huomaisi niissä olevia vikoja, vaan ottaisi ne vastaan samalla tavoin kuin aiemminkin hyvin usein on tapahtunut. Tutkimustulokset osoittavat, että tämä toivomus toteutui verraten usein. Vastaanoton ja luovutuksen helpottamiseksi olisi tästä, valitettavasti varsin yleisestä tavasta pyrittävä pääsemään eroon. Mitä paremmin tehtyjä tukkeja tuodaan myytäväksi, sitä paremmaksi on ostajan ja myyjän välisten suhteiden mahdollista kehittyä.

Sahatukkien luovutus- ja vastaanottotilaisuuden onnistuminen vaatii tavallisestikin ja vielä enemmän laatumaksutapaa noudatettaessa molemminpuolista luottamusta, jonka luomiseen olisikin kiinnitettävä huomiota. Toistettakoon myös vielä, että laatumaksutavan onnistuminen nykyisessä organisaatiomuodossa edellyttää kitkatonta yhteistoimintaa ja luottamuksellisia välejä myös eri ostajien kesken. Ennen kaikkea on muistettava, että menetelmä on tuomittu epäonnistumaan, elleivät kaikki ostajat noudata annettuja laatuvaatimuksia yhtäläisesti. Lopuksi onkin syytä mainita, että Nylinderin (1961) mukaan Ruotsissa katsottiin aikanaan mittayhdistyksiin siirtyminen välttämättömäksi, koska eräät ostajat alkoivat käyttää »vapaamielistä mittausta».

Kirjallisuutta

Heiskanen, Veijo 1951. Mäntysahatukkien laatuarvioinnin tarkkuudesta. Silva Fennica 69.

—»— 1954. Tutkimuksia mäntytukkipuiden laatuluokitustavoista ja niiden tarkkuudesta. Metsäntutk.lait. julk. 44.1.

—»— 1960. Sahapuun laadun vaikutus ostohintaan. Suomen Puutalous n:o 3.

Heiskanen, Veijo ja Siimes, F. E. 1960. Ehdotus mänty- ja kuusitukkien laatuluokitukseksi. Puumies n:o 9.

Nylinder, Per (1961). Kortfattad redogörelse för virkesmätning i Sverige samt några aktuella virkesmätningsproblem avseende sågtimmer och massaved. Moniste.

Accuracy of the grading of pine sawlogs

Summary

The paper in hand is a study of the accuracy of the grading used by buyers, timber companies and scalers, when receiving and accepting sawlogs supplied by forest owners. The results of the study are based on experiments carried out in North Finland. The logs were divided into two grades, u/s logs (i.e. logs from which the yield is mainly lumber of unsorted grade) and V logs (i.e. logs which produce mainly fifth grade lumber), on the basis of the size and quantity of the defects found in the logs. In addition, culls and the logs which after scale deductions were considered as u/s or V logs were separated when making the study.

The studies were carried out at 54 storing places, in counties indicated on table 1, and a total of 1328 logs were scaled. The grade corresponding to the buyers' grading and the actual grade, which was obtained by measuring all the defects found in a log, were recorded for every log.

The main results of the study are presented in tables 1, 2 and 3. These show the following principal features:

— In 80 per cent of the stores, the number of u/s logs corresponding to the buyers' grading was bigger than the actual number. The buyers' representatives had rejected considerably fewer logs and made considerably fewer scale deductions than should have been the case if instructions had been strictly followed. The same tendency may be observed within all timber companies and in all diameter classes.

The combination of the examination of the entire material by the piece is shown in the set-up on p. 5.

The following combination can be given of the causes of misgrading: —

— Intentionally lenient interpretation of grading instructions.

— Apparent unwillingness to reject logs or to make scale deductions.

— Indifferent and careless inspection of logs when receiving and accepting them.

— Defects escaping notice when handling snow covered logs.

— Errors caused by the grading instructions and due to the logs on the border between different grades seeming better in some diameter classes than in other.

On the basis of the results it seems that, the competition for logs being extremely keen, the scalers of different companies often try to interpret the grading requirements leniently and in that way to influence the price to rise. This state of affairs may be remedied by narrow control, by close and confidential co-operation between the different companies and by employing scalers, who have no connections with the personnel of the buyers. In addition, more efficient instruction and information than hitherto is required and it should be extended to comprise also the forest owners and the experts of their organizations. These steps should ensure that quite worthless logs would no longer be taken to stores as is happening at the present.

Should the measures mentioned not improve the situation, then apparently the only possibility is to establish impartial scaling and measuring organizations.

Ostajien käyttämät mäntysahatukkien laatuvaatimukset

Laatuluokitus. Tukit luokittelee ostaja allamainittuihin ryhmiin niissä mainittujen laatuvaatimusten mukaisesti.

a. Tavalliset mäntytukit, joiden on täytettävä vähintään seuraavat vaatimukset:

Pienimmät mitat: 5 ½″ × 15′, 6″ × 14′, 6 ½″ × 13′, 7″ × 12′, 7 ½″ × 11′ ja 8″ × 10′.

Oksat: Sallitaan 7″ ja sitä pienemmässä tukissa enintään 2″:n vahvuisia tuoreita ja 1 ½″:n vahvuisia kuivia oksia, 7 ½″ ja sitä paksummassa tukissa enintään 2 ½″:n vahvuisia tuoreita ja 2″:n vahvuisia kuivia oksia. Enimmäispaksuutta lähentelevät oksat eivät saa olla samassa kiehkurassa. Tukissa saa olla vain yksi, enintään sallitun kuivan oksan kokoinen terve poikaoksa.

Lenkous: Tasaista lenkoutta sallitaan yhteen suuntaan tukin koko pituudelle enintään 1″ kutakin 6′:aa kohti.

Koro: Sallitaan terve, suora koro, joka ei ulotu latvalieriöön.

Tervasroso: Sallitaan pinnallisena enintään ½ tukin piiristä.

Sydänhalkeama: Sallitaan suora, terve halkeama, jonka enimmäispituus poikkileikkauksessa on ½ tukin latvaläpimitasta. Halkeaman yhteydessä ei saa esiintyä lahoa.

Ei sallita lahoa, värivikaa, rengashalkeamaa, jyrkähköä mutkaa eikä monivärisyyttä.

b. Laatutukit, joiksi kelpaavat vähintään seuraavat vaatimukset täyttävät mäntytukit:

Pienimmät mitat: 5 ½″ × 15′, 6″ × 14′, 6 ½″ × 13′, 7″ × 12′, 7 ½″ × 11′ ja 8″ × 10′.

Oksat: Sallitaan 5 ½″—10 ½″ täyttävässä tukissa enintään 1″ vahvuisia ja 11″ ja sitä paksummassa tukissa enintään 1 ½″ vahvuisia tuoreita ja terveitä kuivia oksia. Enimmäispaksuutta lähentelevät oksat eivät saa olla samassa kiehkurassa. Laho- ja poikaosia ei sallita.

Lenkous: Tasaista lenkoutta sallitaan yhteen suuntaan 4 cm koko tukin pituudelle.

Koro: Sallitaan enintään 2′ pitkä terve, suora tyvikoro, joka ei ulotu latvalieriöön.

Tervasroso: Sallitaan pinnallisena enintään ¼ tukin piiristä.

Ei sallita lahoa, värivikaa, sydän- ja rengashalkeamaa, mutkaa eikä monivääryyttä.

Lenkouden ja oksan paksuuden mittaaminen: Havupuutukin lenkous mitataan tukin koveran sivun suurimpana etäisyytenä samalla sivulla olevasta latva- ja tyvileikkauksia yhdistävästä suorasta, vähentäen kuitenkin tyvilaajentuman vaikutus. Oksan paksuus mitataan kohtisuoraan tukin pituussuuntaa vastaan ja sisältää oksan koko tumman sydän- ja manto-osan.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.17
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.17
Helsinki 1962

ANTIIKIN KIRJALLISUUDEN METSÄÄ SIVUAVIEN MAININTOJEN TULKINTAVAIKEUKSISTA

OLLI MAKKONEN

The Difficulty of Interpreting Statements Concerning Forest in Ancient Literature

Summary in English

Vanhan ajan metsähistorian, samoin kuin muidenkin erityisalojen varhaishistorian tutkiminen perustuu ratkaisevasti vanhan ajan alkukielisiin tekstilähteisiin. Kun melkein kaikki vanhan ajan kirjallisuus on käännetty suurille nykykielille, ennen kaikkea saksaksi ja englanniksi, on suuri houkutus turvautua pelkästään näihin käännöksiin. Alkutekstien ja nykykielisten, valtaosaltaan ammattikielimiesten suorittamien käännösten vertailu kuitenkin osoittaa, ettei erityisalojen kysymyksiä aina ole tulkittu oikein. Luonnollisena syynä tähän on, ettei kielimiehillä yleensä ole eikä juuri voikaan olla luonnontieteellistä, teknillistä tms. koulutusta.

Käsittelen seuraavassa eräitä metsään tavalla tai toisella liittyviä antiikin kirjallisuuden nykykielisissä käännöksissä esiintyviä tulkintoja ja eräitä muitakin tulkintayrityksiä, joista nähdäkseni voidaan olla eri mieltä.

Aloitan eräistä kreikkalaisen Theophrastoksen (370—285 e.Kr.) esittämistä tiedoista. Theophrastos on kirjoittanut teoksen, joka kulkee yleisimmin latinankielisellä nimellä »Historia Plantarum» (Kasvien historia), ja hän on täydellä syyllä saanut kunnianimen »kasvitieteen isä». Häneltä on peräisin esim. kasvien jakaminen puihin, pensaihin, varpuihin ja ruohoihin. Hän on kohdistanut myös huomionsa puiden sisäiseen rakenteeseen ja mm. erottanut pintapuun eli mannon ja useimmiten pintapuuta tummemman sydänpuun. Viimeksi mainitusta Th. käyttää nimitystä *καρδία*, suomeksi sydän tai vaihtoehtoisesti nimitystä *μήτρα*, suomeksi kohtu. Lisäksi hän mainitsee ytimen. Saksalainen Seidensticker, viime vuosisadan loppupuolella elänyt preussilainen metsänhoitaja, tiettävästi ainoa henkilö, joka aikaisemmin on systemaattisesti yrittänyt metsämiehen näkö-

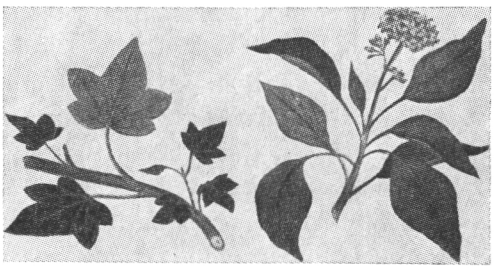
3842—62

kulmasta tulkita antiikin kirjailijoiden puita koskevia tietoja, on sitä mieltä (1886 I, ss. 35 ja 36), että Th. sekoittaa käsitteet sydänpuu ja ydin ja käyttää sanoja *καρδία* tai *μήτρα* tarkoittamaan milloin sydänpuuta, milloin ydintä. Ei olisi ihmeellistä, jos maailman ensimmäinen nimeltä tunnettu kasvitieteilijä olisi näin tehnytkin, mutta kuitenkin minusta näyttää siltä, että Th. pitää nämä kaksi käsitettä erillään. Onpa hän, mikäli olen oikeassa, käyttänyt puun ytimestä aivan erityistä nimitystä, joka alun perin on nähtävästi Hippokrateen (n. 460—370 e.Kr.) lääketieteellisiä tarkoituksia varten konstruoima termi. Missään muualla meille säilyneessä kreikankielisessä kirjallisuudessa kuin H:lla ja Th:lla ei kyseistä sanaa tavata. Tämä sana on *ἐντεριώνη*. Kantasana on *ἔντερον*, sama sana kuin sanskriitin antaras ja latinan interus. Kreikankielessä sana *ἔντερον* on alkujaan tarkoittanut sisäosaa eli sisustaa, mutta se erikoistui sittemmin tarkoittamaan suolta ja monikollisena sisälmyksiä. Hippokrateen ja Theophrastoksen termi on ehkä komparatiivijohdannainen (oikeastaan kaksinkertainen komparatiivi, koska kantasana jo alun perin on muodoltaan komparatiivinen), joka niin ollen tarkoittaisi jotakin sellaista, mikä on sisustaa sisempänä, siis sisintä osaa, mikä on ytimelle erittäin sopiva nimitys. Mielestäni käy hyvin selvästi ilmi, mitä Th. tällä termillä tarkoittaa. Mm. hän sanoo, että enteriönēta on hyvin runsaasti heisipuulla (*ἀκτῆ* = Sambucus nigra) ja kanukkapensaalla (*θηλυκράνεια* = Cornus sanguinea) ja että nämä puut tämän vuoksi tulevat usein vanhemmiten ontoiksi (Hist. Plant. 3.13.4 ja 3.12.1). Paria lajia heisipuuta viljellään meilläkin koristepensaina, ja niillä on todellakin sangen paksu ydin. Lisäksi Th. sanoo viikunapuusta, että sillä on kiinteä sydänpuu, muttei ydintä (Hist. Plant. 3.17.5: *καρδίαν ἔχει στερεὰν οὐκ ἐντεριώνην*). Viikunapuun ydin on todella sangen huomaamaton.

Englantilainen Hort, jonka käsialaa on »Kasvien historian» englanninkielinen käännös, on saanut edellä mainittuun kohtaan sellaisen käännöksen, että viikunapuulla on kiinteä sydän varsinaisen sydänpuun asemesta. Asiallisesti ottaen tällainen lause ei tunnu mielekkäältä. Muissakin kohdin Hort on kääntänyt enterionen sydänpuuksi. Ainoastaan kerran hän alaviittauksena huomauttaa, että tässä tarkoitetaan ydintä. Niinkuin jo edellä sanoin, oman käsitykseni mukaan Theophrastos tarkoittaa enterione-sanalla nimenomaan puun ydintä.

Seuraavana otan puheeksi erään Theophrastoksen lehtien muotoa koskevan selonteon. Th. sanoo, että yleensä lehdet pysyvät samalla kasvilla samanlaisina, mutta valkopoppelilla (*λεύκη*), muratilla (*κιττός*) ja risiiniöljykasvilla (*κρότων*) nuoret lehdet ovat pyöreitä ja vanhemmat lehdet kulmikkaita (Hist. Plant. 1.10.1: *Τὰ δὲ φύλλα ——— τὰ μὲν γὰρ νέα περιφερῆ τὰ δὲ παλαιότερα γωνοειδῆ*). Välittömästi tämän jälkeen Th. sanoo, että toisaalta taas muratin ollessa nuori lehdet ovat kulmikkaampia, mutta kasvin ollessa vanhempi ne ovat pyöreämpiä (*τοῦ δὲ κιττοῦ ἀνάπαλιν νέου*

μὲν ὄντος ἐγγωνιώτερα πρεσβυτέρου δὲ περιφερέστερα). Hort on liittänyt käännöksensä tähän kohtaan alaviittauksen, jossa sanotaan, että tämä näyttää kumoavan sen, mitä juuri edellä on sanottu. Tällainen ajatus tuleekin helposti mieleen. Tosiasiassa taitaa kuitenkin Theophrastos tietää enemmän kuin Hort.



Muratti. 1 Kiipeilevä, 2 Kukkiva oksa.

Meilläkin huonekasvina tutusta muratista voi helposti todeta, että nuoret, vastapuhjenneet lehdet ovat jokseenkin pyöreitä, kunnes ne sitten vähitellen muodostuvat kulmikkaiksi, kasviopillisesti sanottuna sormihalkoisiksi. Tätä tarkoittanee Th:n selostuksen alkuosa. Toisaalta muratti kuuluu ns. erilaislehtisiin kasveihin, mikä ei tarkoita edellä mainittua ilmiötä, vaan sitä, että nuoren kukkivan kasvin tai uuden kukkivan verson lehdet ovat putoamiseensa saakka erilaisia kuin vanhemman kasvin tai kasvinosan lehdet (kuva). Nuoren kukkivan muratin verson lehdet ovat puikeita, kulmikkaita siinä mielessä, että ne ovat päistä suippoja. Tätä ilmiötä me emme voi huonekasvina viljellystä muratista todeta. Vanhojen kasvinosien sormihalkoiset lehdet ovat selvästi näitä kukkivan verson lehtiä pyöreämpiä. Tätä tarkoittanee Th:n selostuksen jälkimmäinen osa, hän kun siinä puhuu nimenomaan nuoresta ja vanhasta muratista eikä nuoresta ja vanhasta lehdestä niinkuin alkuosassa. Hort on liittänyt siihen kohtaan, missä puhutaan nuorista lehdistä, selityksen, että tämä sanonta tarkoittaa samaa kuin nuoren puun lehdet, ts. juuri siinä hän, mikäli olen oikeassa, on joutunut harhaan.

Seuraavana esimerkkinä olkoot eräät Theophrastoksen antamat, jalokuusta koskevat tiedot. Hän esittää seuraavaa. Jalokuusen latvan katkaiseminen aiheuttaa sen, että puu kuolee vuoden kuluessa (Hist. Plant. 3.7.1). Jos lisäksi katkaistaan kaikki oksat, se kuolee hyvin nopeasti. Jos taas jalokuusi katkaistaan sileästä tyviosasta, se jatkaa elämäänsä (Hist. Plant. 3.7.2). Tätä viimeksi mainittua, oudolta tuntuvaa väitettä Th. selostaa vähän tarkemmin seuraavasti: »Jos jalokuusi hakataan poikki tai jos tuuli tai jokin muu syy sen katkaisee lyhyeksi sileästä tyviosasta — tiettyyn korkeuteen asti on näet runko sileä, oksakyhmytön ja tasainen — se kasvaa jonkin verran paksuutta, mutta pituuskasvu on merkityksettömän vähäistä. Jotkut kutsuvat tätä uutta kasvua nimellä *ἄμφαυξις*, toiset taas nimellä *ἀμφίφυα* (molemmat nimitykset tarkoittavat ympärikasvamista). Se on väriltään mustaa ja tavattoman kovaa ja arkadialaiset valmistavat siitä viininsekoitusmaljoja.» Tässä on aivan ilmeisesti kysymys ns. elävistä kannoista, jotka ovat mahdollisia siten, että kaatuneen puun kanto on juuristoyhteydessä jonkin pystyyn jääneen elävän puun kanssa. Tällainen ilmiö on jalokuusella melko yleinen eikä se ole kovin harvinainen meikäläisillä havupuilla-

kaan. Männyn osaltahan tästä kysymyksestä on kirjoitettu väitöskirjakin (Yli-Vakkuri 1953).

Roomalainen Plinius vanhempi (23—79 j.Kr.), joka »Luonnonhistoriaansa» kirjoittaessaan käytti hyvin suuressa määrin hyväkseen Theophrastoksen kasveja koskevia tietoja, usein jopa suoranaisesti käänsi Th:n tekstiä, ei näytä tässä kohden lainkaan ymmärtäneen, mistä oli kysymys. Hän on nimittäin saanut kokoon seuraavaa (Nat. Hist. 16.122—123): »jalokuusen oksat ojentuvat taivasta kohti eivätkä ole riipuksissa sivuilla. On ihmeellistä, että jos niiden kärjet katkaistaan, puu kuolee, mutta jos ne poistetaan kokonaan, puu jää elämään; ja jos puu katkaistaan oksiston alapuolelta, se osa, mikä on jäljellä, elää, mutta jos ainoastaan latva katkaistaan, koko puu kuolee (ramique in caelum tendentes, non in latera proni. Mirum, cacuminibus eorum decisis moritur, totis vero detruncatis durat; et si infra quam rami fuere praecidatur, quod superest, vivit, si vero cacumen tantum auferatur, tota moritur).» Tämä on todellakin sangen ihmeellistä. Emme kai voi muuta kuin todeta, ettei inhimillisen tietämyksen kehitys suinkaan aina ole ollut tasaisesti nousevaa, vaan laskukausia on ollut välillä.

Theophrastoksen väitteen, että jos jalokuusi katkaistaan tyvestä, se jää elämään, on Seidensticker (1886 II, s. 39) senaikaiseen saksankieliseen käännökseen nojautuen tulkinnut niin, että jos oksat katkaistaan puun sileästä tyviosasta, puu jää elämään, ts. ettei alimpien oksien karsiminen aiheuta puulle vahinkoa. Tämä on hyvin luonnollinen ajatus, mutta se ei ole oikea tulkinta. Saksalaiset botaanikot olivat kuitenkin jo ennen Seidenstickerin aikoja huomanneet, että Theophrastos tunsi elävät kannot, ts. he olivat tulkinneet hänen selontekonsa oikein. Tästä mainitsee Göppert jo v. 1846. Meillä saman asian on maininnut Yli-Vakkuri (1939).

Seidensticker (1886 II, 320) on lisäksi tulkinnut väärin edellä esitetyn Pliniuksen sekavan selonteon. Kun Plinius puhuu oksien poistamisesta (detruncare = irroittaa rungosta), väittää S. hänen puhuvan runkojen pölkyttämisestä.

Otettakoon seuraavana käsiteltäväksi eräs terminologinen väärinkäsitys. Kreikan kirjallisuudessa tavataan jo joitakin mainintoja ilmaston vaikutuksesta puiden kasvuun. Ilmastosta käytettiin termiä *κρᾶσις ἀέρος* (ilman sekoitus). Nykykielten käyttämä *klima*-sana on myös peräisin kreikankielestä. Se on samaa juurta kuin sana *κλίνειν* (taivuttaa, kallistaa) ja tarkoitti alun perin maapallon pinnan kaartumista, sittemmin mm. ilmansuuntaa, vyöhykettä ja maantieteellistä sijaintia. Seidensticker (1886 I, s. 87) väittää Aristoteleen jo käyttäneen tätä sanaa samassa merkityksessä kuin sitä nykykielissä käytetään, siis tarkoittamaan ilmastoa. Roomalainen Vitruvius Pollio (Caesarin ja Augustuksen aikalainen) sanoo »De architectura»-nimellä kulkevassa teoksessaan (1.1.10) kreikkalaisten nimit-

tävän *klimaksi* käsitettä, jonka hän itse määrittelee sanoilla *inclinatio caeli*, sananmukaisesti taivaan taipuminen, mikä näyttää viittaavan *klima*-sanan alkuperäiseen merkitykseen kreikankielessä. Granger on kääntäessään Vitruviuksen teoksen englanniksi tulkinnut sanonnan tarkoittavan lähinnä maantieteellistä sijaintia (region of earth), mihin tulkintaan voidaan yhtyä. Saksankielisissä käännöksissä on otettu se kanta, että kyseinen sanonta tarkoittaa ilmastoa, mikä ei tunnu uskottavalta, koskapa V. samassa yhteydessä puhuu erikseen ilmasta.

Seidensticker ei ilmoita, mistä hän on saanut sellaisen käsityksen tai tiedon, että Aristoteles olisi käyttänyt *klima*-sanaa tarkoittamaan ilmastoa. Omasta puolestani en ole pystynyt löytämään vahvistusta tälle käsitykselle. Seidensticker (1886 II, s. 57) väittää, että myös roomalaiset käyttivät ilmastosta sanaa *clima*, ja viittaa edellä mainittuun Vitruviuksen teoksen kohtaan, jossa V. ilmoittaa nimenomaan kreikkalaisten käyttävän tällaista sanaa (ja ilmeisesti tarkoittamaan jotakin muuta kuin ilmastoa) ja onpa vielä varustanut kyseisen sanan kreikankielen mukaisella päätteelläkin (climata). Väite, että roomalaiset olisivat sanoneet ilmastoa *klimaksi*, näyttää perättömältä. Tulee melkein mieleen epäilys, että *klima*-sanan käyttö nykykielissä tarkoittamaan ilmastoa johtuu erehdyksestä. Sellaiset muodot kuin englannin *climate*, ruotsin *klimat* ja suomen *klimaatti* saattavat johtua siitä, että sana on saatu juuri Vitruviuksen teoksesta ja että kreikankielen monikon akkusatiivin pääte on päässyt vaikuttamaan kyseisen sanan asuun eräissä nykykielissä.

Seuraavana käsittelen erästä maaperän viljavuuteen liittyvää kysymystä, runoilija Vergiliuksen (70—19 e.Kr.) esittämää keinoa, minkä avulla voi todeta, onko luonnontilainen maa koostumukseltaan huokoista vai tiivistä. Tästä ominaisuudesta näet riippui, sopiko maa paremmin viinin vai viljan viljelyyn. Kysymyksessä on V:n teos »Georgica», maanviljelijän elämästä kertova opetusrunoelma, joka sisältää hyvin paljon metsällistä tietoutta. Esitän asiaa koskevat säkeet (2.226—237) sekä alkukielisinä että suomennettuina. Olen yrittänyt saada suomennoksenkin runoasuun.

Nunc quo quamque modo possis cognoscere dicam.
rara sit an supra morem si densa requires,
altera frumentis quoniam favet, altera Baccho,
densa magis Cereri, rarissima quaeque Lyaeo,
ante locum capies oculis, alteque iubebis
in solido puteum demitti, omnemque repones
rursus humum et pedibus summas aequabis harenas.
si desunt, rarum pecorique et vitibus almis
aptius uber erit; sin in sua posse negabunt
ire loca et scrobibus superabit terra repletis,
spissus ager: glaebas cunctantis crassaque terga
expecta et validis terram proscinde iuvencis.

Aionpa kertoa nyt, miten tiedon saat sinä, onko
maaperä huokoinen vai tiiviskö on pikemminkin.
On näet laihon ystävä toinen, toinenpa viinin,
tiivis suosivi viljaa, kuohkea suo rypäleitä.
Niin valikoi sinä paikka ja kaivata mittava kuoppa,
täytä se sitten taas maan käyttäen kaivetun tarkkaan,
työntele kukkurapäät tasapintaan jalkojas' käyttäin.
Kuoppa jos ei tule täys', on huokoinen laji mannun,
Bacchusta vaalia voit tahi karjaa; mutta jos maata
vain yli reunojen jää, on allasi maalaji tiivis,
voimakkaat ota härjät, kynnös on sitkeä silloin,
kiinteä peltosi mantu ja muokkaus tuottavi vaivaa.

V e r g i l i u s kehoittaa siis kaivamaan kuopan ja lapioimaan sitten kaivetun maan takaisin kuoppaan. Jos kuoppa jäi vajaaksi, oli maa huokoista, jos taas maata jäi yli, oli se luonnostaan tiivistä. Jostakin syystä V:n koe on pyritty tulkitsemaan niin, että kuoppaan takaisin pantu maa piti ensin polkea tiiviiksi, ennen kuin voitiin tehdä johtopäätös maan laadusta. Esim. S e i d e n s t i c k e r (1886 II, s. 50) selittää tätä koetta seuraavasti: »Die Frage, ob dicht, ob locker, war dadurch zu beantworten, dass man ein Loch grub und die ausgehobene Erde wieder einfüllte und mit den Füssen fest stampfte.» Maan polkemisesta puhuu myös »Georgican» englanninkielisen runomitattoman käännöksen laatija F a i r c l o u g h (and tread the earth level at the top). Tulkinta ei tunnu uskottavalta, sillä silloin vaikuttaisi lopputulokseen, kuinka voimakkaasti maata poljetaan, kuinka painava on asianomainen henkilö jne. Nähtävästi saisi riittävästi polkemalla melkein maan kuin maan sopimaan takaisin samaan kuoppaan. Käsittääkseni V:n sanonta »pedibus summas aequabis harenas» tarkoittaa ainoastaan maan tasoittamista jalkoja apuna käyttäen. Sen vuoksi olen runomittaisessa käännöksessäni päätynyt asuun »työntele kukkurapäät tasapintaan jalkojas' käyttäin».

Lopuksi otan puheeksi eräät C o l u m e l l a n (1. vuosisadalla j.Kr.) esittämät, rakennushirsien veistämistä koskevat tiedot. Hän kertoo mm. seuraavaa (11.2.13): »Materies si roborea est, ab uno fabro dolari ad unguem per quadrata debet pedum XX: haec erit vehis una.» C o l u m e l l a n uusimman englanninkielisen käännöksen laatijat F o r s t e r ja H e f f n e r ovat kääntäneet tämän lauseen: If the wood is oak, twenty square feet ought to be perfectly hewn by one workman in a day: this will make a wagon's load. He ovat siis yhdistäneet sanat *per quadrata* mittaa osoittavaan ilmaukseen *pedum XX*. Puhtaasti kielellisesti tämä ehkä käy päinsä, mutta asialliselta kannalta on erittäin epätodennäköistä, että työtulos olisi veistämistöissä ilmoitettu veistospinnan neliöjalkoina. Mittaaminen ja laskeminen olisi ollut aivan liian mutkikasta. Omasta puolestani katson, että sanaryhmä *dolari ad unguem per quadrata* kuuluu yhteen ja on suomennet-

tava: veistää tarkalleen neliönmuotoiseksi eli valmistaa veistämällä poikkileikkaukseltaan tarkalleen neliönmuotoista pelkkaa, jolloin jalkamäärä luonnollisesti osoittaa pituusmittaa. Columella toistaa saman asian vähän myöhemmin eräiden muiden puulajien kohdalla ja hän on tällöin muotoillut sen hieman toisin, niin selvästi, ettei siinä liene tulkintavaikeuksia: *abies atque populus ad unguem quadrantur*, suomeksi siis: jalokuusi ja poppeli tehdään tarkalleen neliönmuotoiseksi. Tämän ovat äsken mainitut englantilaiset kääntäneet mahdollisimman sananmukaisesti (can be perfectly squared), joten ei voi päätellä, miten he ovat sen ymmärtäneet.

Tuotakoon vielä esiin eräs tähän samaan Columellan tekstikohtaan liittyvä seikka. Edellä esitetty C:n sitaatti päättyy lauseeseen *haec erit vehis una*, suomeksi: tämä tulee olemaan yksi kuorma. Sen jälkeen jatkuu C:n selostus seuraavasti: »Pinus autem V et XX pedum aeque ab uno expeditur, quae et ipsa vehis dicitur (mäntyä taas yksi mies valmistaa vastaavasti 25 jalkaa, ja myös tätä määrää sanotaan kuormaksi).» Tämän jälkeen mainitaan, että jalavaa ja saarnea yksi mies veistää 30 jalkaa päivässä, sypressiä 40 jalkaa sekä jalokuusta ja poppelia 60 jalkaa, ja sitten seuraa toteamus: »*atque omnes eae mensurae similiter vehes appellantur*», eli suomeksi: ja kaikkia näitä määriä sanotaan samoin kuormiksi.

Näyttää siis siltä, ettei ollut lainkaan kysymys kuormien tekemisestä, vaan siitä, että näitä veistämisvaikeudeltaan erilaisten puulajien veistämistuloksia jostakin syystä nimitettiin kuormiksi. Ei ole oikeastaan ajateltavissakaan, että järeitä rakennuspelkkoja olisi kuormattu ainakaan tavallisille maataloustöissä käytetyille rattaille. Olen yrittänyt pohtia, mistä tällainen nimitys johtui. Erääksi selitysmahdollisuudeksi olen ajatellut seuraavaa.

Saattaa olla niin, että yhden miehen päivätyötulosta oli ruvettu kaikissa puutavaran hankintaan ja käsittelyyn liittyvissä töissä nimittämään kuormaksi. Tällaisen nimityksen voidaan otaksua syntyneen seuraavasti. Polttopuiden hankinta kuului roomalaisen maatilan tavanomaisiin töihin. Varhaisimpina aikoina tämä tapahtui siten, että otettiin kuormajuhta mukaan metsään, kaadettiin, karsittiin ja katkottiin sopivan pituisiksi sen verran puita, minkä aasi tai muuli jaksoi kantaa, kuormattiin ja köytettiin ne juhdan selkään ja ajettiin kotiin. Kun matka oli usein pitkä ja vaikeakulkuinen, kului tähän kokonainen päivä. Vaikkei matkaan olisi täyttä päivää kulunutkaan, osasivat puunhakkaajat, jotka useimmiten olivat orjia, arvattavasti käyttää tilaisuutta hyväkseen päästyään pois valvovien silmien näköpiiristä ja ottivat tervetulleet päiväunet. Nähtävästi muodostui yleiseksi käytännöksi, että päivässä tehtiin yksi puunhakumatka. Mm. Apuleius (2. vuosisadalla j.Kr.) antaa tällaisen kuvan romaanissaan »Kultainen aasi». Myöhemmin käytettiin tässä työssä kaksipyöräisiä rattaita, jos vain maasto sen salli, ja tällöin oli päivän työn tuloksena kuormallinen puita. Mahdollisesti ruvettiin tämän vuoksi päivätyötulosta veistämistyössäkin sanomaan kuormaksi.

Ehkäpä nämä esimerkit riittävät osoittamaan, millaisten ongelmien pariin saattaa joutua ryhtyessään yksityiskohtaisesti selvittämään jonkin erityisalan kysymyksiä antiikin kirjallisuuden perusteella. Henkilöstä, joka ei ole kysymyksessä olevan alan ammattimies, tällaiset tulkintakysymykset saattavat tuntua toisarvoisilta, mutta silloin, kun nimenomaan on kysymys tämän erityisalan historian tutkimisesta, näillä seikoilla voi olla hyvinkin ratkaiseva merkitys.

Viitekirjallisuus

Apuleius. Der goldene Esel. Metamorphosen. Lateinisch und deutsch. Herausgegeben und übersetzt von Edward Brandt. Zum Druck besorgt von Wilhelm Ehlers. Tusculum-Bücherei. Bei Heimeran. München 1958.

Lucius Iunius Moderatus Columella III. On Agriculture and Trees. With an Recension of the Text and an English Translation by E. S. Forster and Edward H. Heffner. Res rustica X—XII, De arboribus. The Loeb Classical Library 1955.

Göppert, H. R. 1846. Ueber die Ueberwallungen der Tannenstöcke. Botanische Zeitung. Berlin.

Hippocrates I. With an English Translation by W. H. S. Jones. The Loeb Classical Library 1957.

Pliny IV. Natural History. With an English Translation by H. Rackham. Libri XII—XVI. The Loeb Classical Library 1952.

Seidensticker, August. 1886. Waldgeschichte des Alterthums I. Vor Cäsar. Trowitzsch & Sohn. Frankfurt a. Oder.

—»— 1886. Waldgescichte des Alterthums II. Nach Cäsar. Trowitzsch & Sohn. Frankfurt a. Oder.

Theophrastus I. Enquiry into Plants and Minor Works on Odours and Weather Signs. With an English Translation by Sir Arthur Hort. The Loeb Classical Library 1948.

Virgil I. With an English Translation by H. Rushton Fairclough. Eclogues, Georgics, Aeneid I—VI. The Loeb Classical Library 1956.

Vitruvius I. On Architecture. Edited from the Harleian Manuscript 2767 and Translated into English by Frank Granger. The Loeb Classical Library 1955.

Yli-Vakkuri, Paavo. 1939. Männyn ja kuusen kantojen paksuuskasvuilmiöstä ja sen käytännöllisestä merkityksestä. Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 6. Helsinki.

—»— 1953. Tutkimuksia puiden välisistä elimellisistä juuriyhteyksistä männiköissä. Referat: Untersuchungen über organische Wurzelverbindungen zwischen Bäumen in Kiefernbeständen. Helsinki.

The Difficulty of Interpreting Statements Concerning Forests in Ancient Literature

Summary

Research of the forest history of antiquity and the early history of other special fields is based decisively on primary textual source material of ancient times. As almost all ancient literature has been translated into the great modern languages, above all into English and into German, there is a great temptation to rely solely on translations. Comparison of the original texts with the modern language translations, most of which are the work of philologists, shows that matters of a specialised nature have not always been interpreted correctly. Of course, philologists generally have not or can hardly have a natural-science, technical etc. training. Experts are consulted as far as possible, but the extent to which this can be done is perhaps limited.

The author discusses some interpretations appearing in modern language translations of ancient literature concerned in one way or another with forests, and also certain other attempts at interpretation with which he has been unable to agree.

An example is a report by Theophrastus (370—285 BC) on the morphology of leaves (Hist. Plant 1.10.1). Theophrastus says that the leaves of the same plant generally remain similar, but that the young leaves of the abele (the white poplar tree), the ivy and the castor-oil plant are round, the older leaves angular. Soon afterwards Theophrastus mentions that the leaves of young ivy are angular but when the plant is older they are rounder. H o r t mentions in a footnote to his English translation that the latter assertion seems to disprove what has just been said above. In the author's opinion, the conflict can be accounted for in the following way. The former claim of Theophrastus applies to the leaves of the climbing parts of the ivy (see the picture) which, when quite young, i.e. just appeared, are fairly round but then become typical digitate ivy leaves. The explanation of the latter assertion is that the ivy belongs to heterophyllous plants, which means that the leaves of the young flowering plant or the new flowering shoot are different until they fall from the leaves of the older parts of the plant. The leaves of young flowering ivy are quite different from the leaves of the older parts of the plant. They taper at the tips and are more angular in that sense than the digitate leaves of the older parts of the plant.

Another example is Columella's (1st century AD) statement concerning the hewing of building timber (De re rustica 11.2.13): »Materies si roborea est, ab uno fabro dolari ad unguem per quadrata debet pedum XX». The authors of the newest English translation of Columella's book, F o r s t e r and H e f f n e r, have translated this sentence as follows: »If the wood is oak, twenty square feet ought to be perfectly hewn by one workman in a day.» They have thus associated the words *per quadrata* with the expression *pedum XX* which denotes measurement. This may perhaps be permissible from the purely linguistic viewpoint, but in fact it is highly improbable that the work result in hewing would have been expressed in square feet of hewing surface. The present author is of the opinion that the words *dolari ad unguem per quadrata* belong

together and should be translated: to hew exactly square or prepare by hewing a balk exactly square in its cross section. The »feet» would then naturally refer to the linear measurement, i.e. the feet of the stem of the tree that had been hewn square.

The purpose of the article is to show what problems the forest historian may encounter when he tries to work out detailed explanations of special questions in his own field on the basis of the literature of antiquity. A person not an expert on the subject may find such problems of interpretation of secondary importance, but these matters may have a decisive significance especially for historical research in this special branch.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.18
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.18
Helsinki 1962

MYCORRHIZAL RELATIONS IN THE RAW HUMUS LAYER OF NORTHERN SPRUCE FORESTS

PEITSA MIKOLA AND OLAVI LAIHO

Introduction

For the proper management of forest stands it is necessary to know the structure and function of their nutrient and water absorbing organs, the root systems, and the conditions under which the roots live in the soil. Therefore, during recent decades great efforts have been made to gain a better understanding of the hidden underground part of forest ecosystems. Studies in Finland have been concerned, among other things, with the morphology of root systems, the amount and density of roots in different stands, the growth of roots, and the periodic variation in root densities. The studies of K a l e l a (1949), in particular, have revealed the great density of root systems in the northern coniferous forests as well as their remarkable concentration near the surface, i.e. in the raw humus layer and its immediate proximity.

Most important for the nutrition of trees are the absorbing short roots, which are almost invariably infested with fungi and converted into various types of mycorrhizae. Mycotrophy is characteristic of forest trees growing in raw humus. Therefore a closer investigation into the mycorrhizal relations of raw humus, in particular the density and vertical distribution of mycorrhizae, is desirable.

This paper constitutes part of a series of studies which are being conducted at the Department of Silviculture, University of Helsinki, with a grant under United States Public Law No. 480, 83rd Congress.

Method and Material

The field work was done mainly in 1960 at the Forestry Field Station of the University of Helsinki (Hyytiälä) in Central Finland. Seven sample plots were chosen, their tree stands representing approximately fully stocked

3840—62

mature pure spruce forests. The soil was stony moraine with typical podzol profile. Site fertility varied somewhat as is shown by tree growth and vegetation. In Table 1 some data are presented on the soil and tree stands of the sample plots. The vegetation of all the seven stands (Nos. 1—6 and 8) consisted mainly of a dense uniform moss carpet (Table 2; vegetation analyses are based on 20 squares of 1 m^2 on each plot). Site types were determined according to C a j a n d e r's (1949) classification.

For comparison a similar survey was made in one pine stand growing on coarse sandy soil (No. 7).

In order to obtain more information on the effect of site quality upon mycorrhizal relations in spruce forests, the material was later on supplemented with two sample plots representing more extreme site conditions (Nos. 9

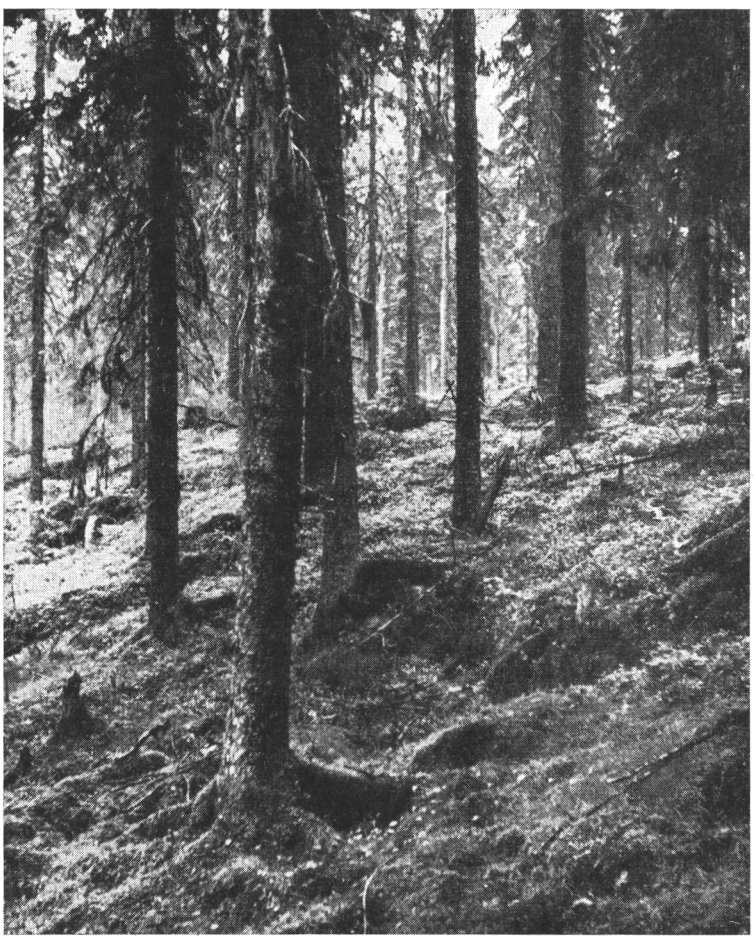


Fig. 1. A typical Finnish spruce stand with moss carpet and podzol soil. Sample plot No. 1.

Table 1. Description of the site and tree stands of the sample plots.

No.	Site type	Thickness of		Tree stand				
		humus layer, cm	A_2 horizon cm	Tree sp.	Age	Density 0.1	Dominant height, m	Growing stock, m^3/ha
1	MT	3.8	4.4	Spruce	110	0.8	22	200
2	MT	3.9	4.1	»	110	1.0	20	240
3	OMT	3.2	5.4	»	110	1.0	24	300
4	MT	3.0	4.5	»	110	0.7	23	200
5	OMT	3.1	5.6	»	90	1.0	24	280
6	VT	3.3	5.1	»	120	0.9	18	160
7	CT	2.5	2.6	Pine	90	0.7	18	120
8	OMT	3.0	5.5	Spruce	100	0.8	25	280
9	CT	3.0	5.5	»	60	0.9	12	70
10	OMaT	3.3	—	»	80	1.0	28	400

and 10). Plot No. 9 was an example of the most barren site type that can support a slow-growing spruce stand, while Plot No. 10 represents the best Finnish spruce sites. In both stands the ground was covered by a uniform moss carpet, in Plot No. 9 mixed with some lichens.

In taking samples, the method of K a l e l a (1955) was employed, with slight modification. Cylindric samples were taken with a metal tube forced vertically into the soil. Samples were then divided into layers and thoroughly examined, and thus the amount of roots in each layer could be determined and the results expressed either per surface area or per volume. Preliminary studies showed the number of mycorrhizae to be very large and their counting among the humus mass time-consuming. Therefore small samples proved advisable. The diameter of the sampling tube was 2.5 cm (cross section 5 cm^2). The tube was forced into the mineral soil to a depth of at least 7 cm. Information on mycorrhizae at greater depths would have been desirable; the soil was too stony, however, for deeper sampling by the method used. Thus the results do not include the total numbers of mycorrhizae but only those of the surface layer, which, however, probably represent more than 90 % of all mycorrhizae.

Twenty samples were taken in each stand. They were taken at 4 metre intervals along four parallel lines. Squares for vegetation analyses (Table 2) were located around the sampling points.

Samples were then brought into the laboratory where the number of short root tips [1]) of different mycorrhizal types were counted with a binocular microscope and 10—50 x magnification. Examination of the samples from one sample plot required 4—5 days. To check the classification, numerous mycorrhizae of different types were preserved for later microscopic examina-

[1]) Since some mycorrhizae are unbranched, some others coralloid clusters, the number of root tips is the best index of intensity of mycorrhizal infection (cf. H a t c h 1937, p. 74).

Table 2. Vegetation of the sample plots (frequency:coverage, per cent).

	1	2	3	4	5	6	7	8
Cladonia rangiferina							90:1	
Other lichens							75:0.5	
Pleurozium Schreberi	100:44	100:36	100:54	100:61	100:60	100:65	100:77	100:73
Hylocomium splendens	90:21	100:35	85:13	85:16	95:16	100:23	5: △	95:14
Dicranum spp.	90:11	100:13	100:11	75:6	90:2	100:8	85:5	85:6
Other mosses	15:0.5	5: △	65:3	20:0.5	40:3			20:0.5
Mosses, total	76	84	81	83	71	96	82	93
Deschampsia flexuosa	55:5	55:5	80:2	40:2	50:0.5	35:0.5		60:2
Melica nutans			5: △		20: △			20: △
Carex digitata			10: △	25: △	25: △			40:0.5
Luzula pilosa	20: △	10: △	70:1	30:0.5	65:0.5			20: △
Grasses, total	5	5	3.5	2.5	1.5	0.5	0	3
Maianthemum bifolium	60:1	15: △	95:7	75:2	90:5	40:0.5		95:4
Trientalis europaea	10: △		40: △	15: △	25: △			30: △
Melampyrum spp.	85:1	55:0.5	100:2	95:2	65:0.5	90:0.5		80:1
Oxalis acetosella			90:1	50:0.5	90:1			95:1
Rubus saxatilis			5: △	10: △	45:1			10: △
Solidago virgaurea	15: △			10: △	20: △			15: △
Convallaria maialis	10: △		5: △	5: △	5: △			5: △
Lastrea dryopteris				15: △	25:0.5			70:1
Other herbs	5: △	25: △	25: △	10: △	25: △	15: △		55:0.5
Herbs, total	3	1	11	6	9	1	0	8.5
Calluna vulgaris							100:12	
Vaccinium vitis-idaea	95:18	80:5	20: △	85:8	85:1	100:7	100:12	50:1
Vaccinium myrtillus	100:13	100:12	100:15	85:7	100:16	95:10	10: △	95:4
Linnaea borealis	70:2	40:0.5	55:1	40:1	65:0.5	25: △		70:1
Ramischia secunda	5: △		15: △	5: △	5: △			10: △
Shrubs, total	33	17.5	16	16	18	17	24	6

tion. Nawaschin's fixing solution and the safranin-fast green double staining were used (Wilde & Voigt 1955, p. 65).

The mycorrhizae were grouped according to Melin's (1923, 1927) classification, which is generally used, as such or slightly modified, in studies concerning coniferous mycorrhizae (e.g. Björkman 1941, 1942). The following types were separated:

A mycorrhiza: thick branched or unbranched mycorrhiza with a mantle and usually with a smooth surface. The mycorrhiza was considered to be alive if the cortex was whole and at least the tip light coloured. Mycorrhizae with a dark colour or broken cortex were counted as dead.

B mycorrhiza: the tip is like A mycorrhiza, the basal part is more slender, dark, and pseudomycorrhizal. In later treatment B mycorrhizae were included with A mycorrhizae. (The C mycorrhiza of Melin is not found in spruce.)

D_A *mycorrhiza:* thick mycorrhiza with a smooth surface and black colour, usually mycorrhiza with a secondary mantle of some dark fungus, sometimes hard to separate from old or dead A mycorrhizae.

D_N *mycorrhiza:* black mycorrhiza with a thick mantle and coarse external hyphae. The fungus is *Cenococcum graniforme* (Hatch 1934, Lihnell 1942).

K mycorrhiza: (not included in previous classifications) a bright yellow mycorrhiza with profuse external mycelium and hyphal strands was distinguished as a separate type. According to Melin (1936, p. 1025) the fungus is *Corticium bicolor* Peck. *(C. croceum* Bres.).

Pseudomycorrhiza: this group includes slender brown and black short roots without a mantle, also short roots with a shrunken cortex. If the tip was light, the root was considered to be alive, whilst roots with a black tip or broken cortex were reckoned as dead.

As is seen, living and dead short roots were counted separately, where possible. Regarding B, D, and K mycorrhizae, this was not possible, and all such mycorrhizae were taken as living. The fungal mantle of D_N and K mycorrhizae often resists decomposition for a considerable time after the death of root itself; such empty mycelial sheaths were easily recognized and were excluded from the mycorrhizal counts.

Microscopic examination of stained sections of about 150 short roots revealed that determination of infection type and separation of living and dead mycorrhizae is difficult. Thus correction of the original classification proved necessary in the following respects.

Short roots which had been classified as living A and B mycorrhizae did, in fact, belong to these categories. They usually had a mantle and Hartig net, and the cells of the cortex were hypertrophic, living and containing nuclei. Furthermore, a considerable part of the »dead A mycorrhizae» were actually living. Some of them even had living cortex cells. Many of the »dead A mycorrhizae», however, were old; the cortex cells were empty and crumpled, only remnants of the mantle and net were visible, but the central cylinder was alive and free of fungus. When correcting the classification a new category was formed, the »old A mycorrhizae» with living central cylinder and dead cortex. In the B mycorrhizae the cortex was usually living in the tip and dead in the basal part, this causing their club-shaped appearance.

D_A mycorrhizae often had a living central cylinder but partly or completely dead cortex, as was the case in the »old A mycorrhizae».

Most of the D_N and K mycorrhizae examined were alive, having nuclei both in the central cylinder and in the cortex cells.

The pseudomycorrhizae were a heterogeneous group. Only a part of them were true pseudomycorrhizae, i.e. short roots without a mantle or Hartig net and with intracellular hyphae in the cortex. Among them had also been included old A mycorrhizae, with a living central cylinder and with some remnants of a Hartig net still visible. Furthermore, in some short

Table 3. Total number of living short root tips and their distribution into different mycorrizal types (corrected classification).

	Spruce stands							Pine stand
	3	5	8	2	4	6	Average	7
Number of short root tips, 1000 per dm^2	13.5	11.1	13.0	13.7	9.9	14.3	12.4	6.7
Young A mycorrhizae %	34.2	29.4	33.2	35.0	32.5	27.3	32.0	41.0
Old A » »	30.0	33.3	32.6	32.7	33.0	31.6	32.1	41.5
D_A » »	11.3	13.2	12.4	14.3	13.8	17.2	13.7	4.6
D_N » »	7.3	12.1	8.2	7.6	7.9	11.7	9.1	△
K » »	1.7	0.8	0.5	2.8	1.0	0.9	1.3	—
Pseudomycorrhizae »	15.5	11.2	13.1	7.6	11.8	11.3	11.8	12.9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

roots classified as pseudomycorrhizae, a living cortex and Hartig net was present, at least in places, but the mantle was lacking and the cortex cells were not hypertrophied, and hence the short root was slender. In the final classification all short roots wich had a living central cylinder and where a Hartig net was found, at least in places, were considered to be mycorrhizae and were classified as young or old depending on whether the cortex was alive or dead.

The mycorrhizae which were originally classified as living A and B mycorrhizae constitute a uniform group of young short roots with mantle, net, and hypertrophied cortex cells. They are called »good A mycorrhizae».

Results

The main results of the study are presented in Tables 3—7. As is seen from Table 3, there are no considerable differences in the number, structure, or vertical distribution between different spruce stands. Therefore the data of all seven stands are combined in Tables 4 and 6. (Sample plot No. 1 has been omitted from Table 3 because there only young short roots were counted.)

According to Table 3, the number of living short root tips in spruce stands amounts to 12 400 per dm^2. There is no essential difference between spruce and pine stands; the smaller number of roots in the pine stand (No. 7) is probably due to the lower density of tree stand (cf. also Plot No. 4, where thinning was done 5 years previously).

Root density is highest (31 root tips per cm^3, on the average) in the middle of the humus layer. In mineral soil the density is only a fraction of that in the humus layer and decreases rapidly with depth (Table 4).

Table 4. Density of living short root tips at various depths in spruce stands and their distribution into different mycorrhizal types.

	Humus layer			Mineral soil	
	0—1 cm	1—2 cm	2+ cm	0—2 cm	2—7 cm
Number of short root tips per cm^3	21	31	24	12	4
Young A mycorrhizae %	38.8	34.0	32.3	30.8	25.5
Old A » »	28.2	35.2	37.1	34.0	30.6
D_A » »	4.6	10.9	10.8	19.0	26.4
D_N » »	22.7	9.3	7.4	3.5	3.6
K » »	1.5	1.6	1.7	0.9	0.2
Pseudomycorrhizae »	4.2	9.0	10.7	11.8	13.6
Total	100	100	100	100	100

Table 5. Density of living short root tips at various depths in a pine stand (No. 7) and their distribution into different mycorrhizal types.

	Humus layer			Mineral soil	
	0—1 cm	1—2 cm	2+ cm	0—2 cm	2—7 cm
Number of short root tips per cm^3	16	21	16	5	2
Young A mycorrhizae %	56.3	43.0	35.6	31.6	31.5
Old A » »	38.8	46.0	45.2	42.0	37.0
D_A » »	0.3	0.4	4.8	9.6	13.0
D_N » »	—	0.3	—	—	—
Pseudomycorrhizae »	4.6	10.3	14.4	16.8	18.4
Total	100	100	100	100	100

The root densities obtained by K a l e l a (1955) in pine stands are much lower or only 300—1000 root tips per dm^2. K a l e l a, however, counted only the light coloured growing root tips, probably corresponding to the »good A mycorrhizae» of this study and the growing long roots. Moreover, the large size of the samples used by K a l e l a, the diameter of his sampling tube being 10 cm, may have caused omission of some of the short roots. B j ö r k m a n (1942), using a different method, found three times as many short roots per dm of long root as K a l e l a. The short root densities which H e i k u r a i n e n (1955 a—b) measured in poorly stocked pine stands on peat moor (2000 root tips per dm^2) are of the same order as in this study. In trees which have thinner roots and smaller mycorrhizae, their number may be considerably larger. Thus, in the humus layer of vigorous aspen stands an average density of 53 root tips per cm^3 has been reported (B e r g m a n 1961).

The vertical distribution of the short roots is rather similar in spruce and in pine stands. Although the horizontal root system of the pine lies deeper, on the average, than that of the spruce (K a l e l a 1949), there is no con-

Table 6. The number and vertical distribution of all short roots, some mycorrhizal types, and sclerotia of *Cenococcum*.

	All short roots	»Good A mycorrh».	K mycorrh.	D_N mycorrh.	*Cenococcum* sclerotia
Number per dm²	12 400	1 600	176	1 070	53
Humus layer, 0—1 cm	16.1 %	30.5 %	22.0 %	40.6 %	5.4 %
1—2 »	24.7 »	25.5 »	33.9 »	28.6 »	29.0 »
2+ »	24.7 »	20.7 »	31.4 »	19.5 »	28.5 »
Mineral soil, 0—2 »	18.8 »	14.8 »	10.7 »	6.4 »	27.4 »
2—7 »	15.7 »	8.5 »	2.0 »	4.9 »	9.7 »
Total %	100	100	100	100	100

siderable difference in respect of the short roots. As was shown by K a l e l a (1955), on long roots of pine growing in the humus layer the short root density is much greater than on those growing in mineral soil.

Approximately one-third of the short roots are young A mycorrhizae, one-third are old A mycorrhizae with moribund or dead cortex, and the rest are various types of black mycorrhizae or pseudomycorrhizae. Less than half of the young A mycorrhizae (13 % of all short roots), however, are »good» ones, the others being without a mantle or otherwise poorly developed, and classified as pseudomycorrhizae on macroscopic examination.

The vertical distribution of the different types of mycorrhizae is quite different (Tables 4 and 6). Thus young »good A mycorrhizae» in particular are concentrated in the humus layer and its upper part. The lower part of the humus layer contains relatively more old A mycorrhizae. The percentage of D_A mycorrhizae and pseudomycorrhizae increases remarkably with depth. This result is consistent with some other studies. Thus, O r l o v (1959) noticed that the proportion of young short roots with a living cortex decreases rapidly with depth. Likewise, in the aspen stands studies by B e r g m a n (1961), in the lower part of the humus layer A mycorrhizae amounted to 65 % and pseudomycorrhizae to 3.2 % of the total number of short roots, while at a depth of 5—10 cm in the mineral soil the corresponding figures were 26.5 % and 27.0 %, and deeper still the percentage of pseudomycorrhizae rose to 90 %.

D_N and K mycorrhizae are characteristic of the raw humus of spruce forests. Although K mycorrhizae constitute only a fraction of all short roots they are very conspicuous owing to their bright colour and profuse external mycelia (M i k o l a 1961). They are concentrated in the humus layer even more distinctly than other mycorrhizae with a mantle. The concentration of D_N mycorrhizae in the very surface layer of the humus deserves attention too. As has been shown in several studies (e.g. W o r l e y, cit. H a c s k a y l o 1961), *Cenococcum graniforme* is more drougth resistant than most

Table 7. The number of some mycorrhizal types in spruce stands on different sites, per dm^2

Mycorrhizal types \ Site	OMaT (10)	OMT (3, 5, 8)	MT (1, 2, 4)	VT (6)	CT (9)
»Good A mycorrhizae»	5 450	1 580	1 760	1 230	360
Dn mycorrhizae	1 130	1 190	800	1 700	2 540
K »	—	130	240	120	190

other mycorrhizal fungi and therefore it predominates in conditions where there is great moisture variation and periodic drought.

The common presence of sclerotia of *Cenococcum graniforme* attracted attention too. They were met with in all the spruce stands investigated, the average number being 53 per dm^2. They were mostly located in the lower part of the humus layer or between the humus layer and the mineral soil.

The mycorrhizal relations were rather similar in all the seven stands investigated, in spite of differences in site fertility (OMT, MT and VT). The effect of site gets apparent when more extreme conditions (Sample plots 9 and 10) are compared. As is seen in Table 7, thick, light coloured, »good A mycorrhizae» predominate in the best upland sites, while slender mycorrhizae without mantle are characteristic of the stunted spruce stands of the poorest sites. A similar relationship was detected by Björkman (1942) in field studies and by Melin (1927) and Bergemann (1955) in pot experiments. Black Dn mycorrhizae were present in all soils although most frequent in tough raw humus of poor fertility. As was found previously (Mikola 1961), the yellow fungus of K mycorrhiza is a typical raw humus organism and is lacking in mull soils.

Discussion

The aim of this study was to obtain information on the density and vertical distribution of different types of mycorrhizae in the podzol profile of northern spruce forests. This information is important for understanding the ecological conditions in which tree roots live in the soil. The most striking observation is the great density of short roots in the humus layer, their rapid decrease immediately below it, and the variety of fungal infection. The very superficial distribution of tree roots, and of mycorrhizae in particular, has caught the attention of several workers (cf. e.g. Lobanow 1960, pp. 164—169). On the other hand, mycorrhizae have also been found in deeper soil layers, according to Endrigkeit (1937), Sirén and

Bergman (1951), and Lobanow (1960) at a depth of 1—1.5 m. In connection with the present study some pine mycorrhizae were met with in sandy soil 1.7 m below the surface.

In this connection, some observations on the senescence and age of mycorrhizae could be made. Mycorrhizae are usually regarded as short-lived structures although divergent opinions have also been expressed. At least they can live longer than one year, for it was often noticed that in the spring tips of old mycorrhizae start growing and branching. Sometimes at this stage the fungal associate was changed, e.g. an old A mycorrhiza continued its growth for the second summer as a Dn mycorrhiza or *vice versa*. The boundary of annual growth was often visible, although constrictions in the mycorrhiza do not always indicate boundaries of annual growth. According to Shinkarenko (cit. Lobanow 1960, p. 186) dichotomous pine mycorrhizae usually live for 3 or 4 years. Probably this is also the average age of spruce mycorrhizae in northern forests. As has been shown by Kalela (1955) and Heikurainen (1955 a), the mortality of thin long roots is very great, causing, of course, a high death rate among young mycorrhizae, too.

Young A mycorrhizae of raw humus usually have ectotrophic infection only. In older roots some hyphae also appear inside the cortical cells. Gradually the cell content disintegrates and the cortical cells die and collapse. Thus the central cylinder often remains alive and active considerably longer than the mycorrhizal cortex, as is indicated by the large proportion of »old A mycorrhizae». Likewise in the B mycorrhizae the cortex is often alive near the tip an dead in the basal part. The same phenomenon was also observed by Palmer (cit. Hacskaylo 1961).

The relationship between the site, tree growth, and structure of mycorrhizae is quite evident, as has been shown by Melin (1927), Björkman (1942), Bergemann (1955), and others. An abundance of thick, light coloured mycorrhizae with a mantle is associated with fertile forest humus and good growth, while slender mycorrhizae without a mantle predominate in poor sites with stunted tree growth (Table 7). The structure of the mycorrhizae also depends on their immediate surroundings. Thus in the raw humus layer mycorrhizae usually have a thick mantle and hypertrophic cortex cells, while in the mineral soil beneath the mycorrhizae are more often slender and without a mantle. The mycorrhizae of mineral soil are usually darker in colour too, the black Dn mycorrhiza of *Cenococcum graniforme*, however, being commonest in the upper part of the humus layer.

Ectrotrophic mycorrhiza, with its characteristic features, always attains its best development in mor humus. The correlation between soil humus and mycorrhizal development has been known since the time of Frank and has given rise to various theories on the physiology and significance of

mycorrhizae (cf. H a t c h 1937, pp. 40—52). Many of these theories, however, have not been supported by scientific research. Thus, M e l i n (1925) and his school have shown that mycorrhizal fungi are unable to break down the complex carbohydrates of forest humus and prefer inorganic nitrogen compounds. The problem of the importance of humus to ectotrophic mycorrhizae is still unsolved. Some properties of forest humus also promote the development of new short roots; K a l e l a (1955) has shown that the density of short roots per dm of long root is much bigger in the humus layer than beneath it.

The great number of mycorrhizae in raw humus strongly supports R o m e l l's (1934, 1935) theory of the activation of raw humus by clear-cutting, for instance. Mycotrophy is such an essential property of raw humus that it should be taken into account in all forest humus studies.

As is shown in Tables 4—6, the density of young »good A mycorrhizae» is greatest near the surface of the humus layer (0—1 cm), while in the bottom layer (2—3 cm) old A mycorrhizae are more common. This observation refers to the development of the humus layer. According to R o m e l l (1939) and T a m m (1953), in northern spruce forest the moss carpet produces 500—1000 kg dry matter per hectare annually (0.5—1 g/dm^2). A corresponding amount of the basal parts of the mosses die annually and are gradually converted into forest humus. It is mainly from above, with rain water, that the moss carpet gets its nitrogen and mineral salts, which after the death of the moss pass into the humus. Thus the raw humus layer receives continuous additions of organic matter and mineral nutrients from above and so grows upwards. Correspondingly, decomposition and decrease of organic matter take place in the lower humus layers. Mycorrhizal tree roots grow into the youngest part of the humus, and as the humus layer grows upwards, the distance of the mycorrhizae from the humus surface gradually increases with increasing age.

References

Bergemann, I. 1955. Die Mykorrhiza-Ausbildung einiger Koniferen-Arten in verschiedenen Böden. — Zeitschr. Weltforstw., 18.

Bergman, F. 1961. Om aspens horisontala rotsystem och mykorrhiza på Oxalis-Myrtillus-typ. — Manuscript. Dept. of Silviculture, Univ. Helsinki.

Björkman, E. 1941. Mykorrhizans utbildning och frekvens på askgödslade och ogödslade delar av en dikad myr. (Referat: Die Ausbildung und Frequenz der Mykorrhiza in mit Asche gedüngten und ungedüngten Teilen von entwässertem Moor.) — Medd. Statens Skogsförsöksanst., 32.

—»— 1942. Über die Bedingungen der Mykorrhizabildung bei Kiefer und Fichte. — Symb. Bot. Upsal., 6.

Cajander, A. K. 1949. Forest types and their significance. — Acta Forest. Fenn., 56.

Endrigkeit, A. 1937. Beiträge zum ernährungsphysiologischen Problem der Mykorrhiza unter besonderer Berücksichtigung des Baues und der Funktion der Wurzel- und Pilzmembranen. — Bot. Arch., 39.

Hacskaylo, E. 1961. Factors influencing mycorrhizal development in some cultural practices. — Recent Advances in Botany. Toronto Univ. Press.

Hatch, A. B. 1934. A jet-black mycelium forming ectotrophic mycorrhizae. — Sv. Bot. Tidskr., 28.

—»— 1937. The physical basis of mycotrophy in *Pinus*. — The Black Rock Forest Bull., 6.

Heikurainen, L. 1955 a. Über die Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände auf Moorböden im Laufe des Jahres. — Acta Forest. Fenn., 65.

—»— 1955 b. Rämemännikön juuriston rakenne ja kuivatuksen vaikutus siihen. (Referat: Der Wurzelaufbau der Kiefernbestände auf Reisermoorböden und seine Beeinflussung durch die Entwässerung.) — Ibid. 65.

Kalela, E. K. 1949. Männiköiden ja kuusikoiden juurisuhteista. I. (Summary: On the horizontal roots in pine and spruce stand. I.) — Acta Forest. Fenn., 57.

—»— 1955. Über die Veränderungen in den Wurzelverhältnissen der Kiefernbestände im Laufe der Vegetationsperiode. — Ibid., 65.

Lihnell, D. 1942. *Cenococcum graniforme* als Mykorrhizabildner von Waldbäumen. — Symb. Bot. Upsal., 5.

Lobanow, N. W. 1960. Mykotrophie der Holzpflanzen. — Berlin.

Melin, E. 1923. Experimentelle Untersuchungen über die Konstitution und Ökologie der Mykorrhizen von *Pinus silvestris* L. und *Picea Abies* (L.) Karst. — Mykol. Unters. u. Ber., 2.

—»— 1925. Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. — Jena.

—»— 1927. Studier över barrträdplantans utveckling i råhumus. II. Mykorrhizans utbildning hos tallplantan i olika råhumusformer. (Referat: Studien über die Entwicklung der Nadelbaumpflanze in Rohhumus. II. Die Ausbildung der Mykorrhiza bei der Kiefernpflanze in verschiedenen Rohhumusformen.) — Medd. Statens Skogsförsöksanst., 23.

Melin, E. 1936. Methoden der experimentellen Untersuchungen mykotropher Pflanzen. — Handb. biol. Arbeitsmeth., XI.

Mikola, P. 1961. The bright yellow mycorrhiza of raw humus. — Proc. 13th Congr. I.U.F.R.O., Vienna.

Orlov, A. J. 1959. The distribution of sucking roots in the mass of overmoistened firwood soils in relation to conditions of aeration. (In Russian with English summary). Bjull. Moskovskogo Obz. Isp. Prirody, 64.

Romell. L-G. 1934. En biologisk teori för mårbildning och måraktivering. — Stockholm.

—»— 1935. Ecological problems of the humus layer in the forest. — Cornell Univ. Agr. Exp. Sta., Mem. 170.

—»— 1939. Den nordiska blåbärsgranskogens produktion av ris, mossa och förna. (Summary: Litter production and annual growth of blueberry bushes and mosses in northern spruce woods.) — Sv. Bot. Tidskr., 33.

Sirén, G. & Bergman, F. 1951. Svampar och våra skogsträd. — Skogsbruket, 21.

Tamm, C. O. 1953. Growth, yield and nutrition in carpets of forest moss *(Hylocomium spendens)*. — Medd. Statens Skogsforskningsinst., 43.

Wilde, S. A. & Voigt, G. K. 1955. Analysis of soils and plants for foresters and horticulturists. — Ann. Arbor., Mich.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.19
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.19
Helsinki 1962

TAIMISTOJEN LUONTAISESTA HARVENEMISESTA

ERKKI K. KALELA

Über die natürliche Ausscheidung der Pflanzenbestände

Referat

Alkusanat

Selviteltäessä ns. Porkkalan alueen viljelysmaiden metsittymistä kiintyi eräissä metsiköissä huomio kuolleiden puiden suureen lukumäärään sekä niiden samankokoisuuteen, mikä näytti viittaavan siihen, että puita oli samanaikaisesti, tietyssä ikävaiheessa, kuollut tavallista suuremmat määrät. Asiaa selviteltiinkin kahdessa koivikossa ja yhdessä raitametsikössä (K a l e l a 1961). Tulokset näyttivätkin osoittavan, että tällaisissa ylitiheissä nuorissa metsiköissä taimien kuolleisuus ei ole »tasaisesti» vuodesta toiseen jatkuvaa, vaan suurenee aluksi, saavuttaa huippunsa noin 7 vuoden iällä ja pienentyy sen jälkeen melko olemattomaksi.

Tulokset olivat siinä määrin mielenkiintoisia, että ilmiön selvittämistä päätettiin jatkaa hiukan suuremmalla aineistolla, mikä koottiinkin kesän ja syksyn aikana 1961.

Aineisto

Varsinaisen aineiston muodostaa 10 koivikkoa, jotka kaikki ovat aikanaan syntyneet Porkkalan alueen luovutuksen yhteydessä viljelemättä jääneille pelloille. Näihin metsikköihin rajoitettiin pienenlainen koeala, jonka puiden lukumäärä, rinnankorkeuden läpimitta, pituus, ikä ja kuntoluokka (K a l e l a 1961, s. 11) määritettiin. Kaikki kuolleet puut katkaistiin tyvestä. Kahden aikaisemmin, v. 1960, otetun koealan (V ja X) kuolleiden puiden ikä määritettiin koealan oton yhteydessä puiden tyvileikkauksesta suurennuslasia apuna käyttäen. Muiden tutkimusmetsiköiden kuolleiden puiden

3844—62

tyvestä otettiin kappale ja näiden perusteella puiden ikä (kuolinvuosi) määritettiin preparoimismikroskoopilla Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastolla.

Tutkimusmetsiköistä mainittakoon seuraavat tiedot:

Metsikkö *Bestand*	Valtapuuston ikä, v. *Alter des Hauptbestandes J.*	Runkoluku, kpl/a *Stammzahl, St./a* alussa *Im Anfang*	13 v:n iällä *Im Alter von 13 J.*	kuollut 13 v:ssa *Abgestorben in 13 Jahren*	Kuollut *Abgestorben* %
I	13	160	106	54	33.8
II	14	284	119	165	58.1
III	14	344	256	88	25.6
IV	16	440	237	203	46.1
V	14	580	270	310	53.4
VI	12	476	381	95	20.0
VII	16	318	92	226	71.1
VIII	14	100	42	58	58.0
IX	19	164	80	84	51.2
X	16	473	285	188	39.7
Keskimäärin — *Im Mittel*		334	187	147	44.0

Tutkimusmetsiköiden runkoluvut ovat siis alkuvaiheessa vaihdelleet 100—600 kpl/a. Luvut eivät ole olleet erityisen korkeat, sillä esim. H e i k i n h e i m o n (1915) tutkimissa kaskikoivikoissa runkoluku on ollut 1 000—2 000 kpl/a. Hiukan yli 10 ensimmäisen vuoden aikana tutkimusmetsiköiden runkoluvut ovat pienentyneet aaria kohden laskien 54—310 yksilöllä, eli 20—70 %:lla, joten 13 vuoden iällä runkoluvut vaihtelivat 42—380 yksilöön aarilla. Vähentyminen on ollut keskimäärin 147 kpl/a eli 44 %.

Voidaan todeta — joskaan ei selvästi — että runkoluvun pieneneminen näyttää olevan absoluuttisesti sitä voimakkaampaa kuta tiheämpänä metsikkö on syntynyt (kuva 1). Tasoituksen mukaisesti näyttävät alkuperäiset runkoluvut näet pienenevän seuraavasti:

Alkuperäinen runkoluku, kpl/a — *Urspr. Stammzahl, St./a*

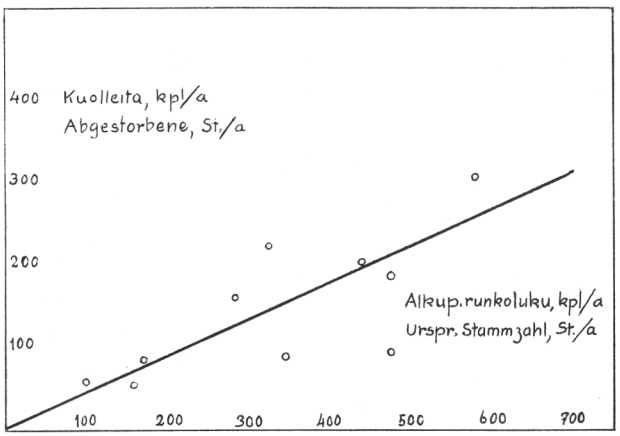
100 200 300 400 500 600 700

Kuollut taimia, kpl/a — *Abgestorb. Pflanzen, St./a*

45 90 135 180 225 270 315

Eläviä taimia, kpl/a — *Lebende Pflanzen, St./a*

55 110 165 220 275 330 385



Kuva 1. Koivu. Alkuperäisen tiheyden vaikutus kuolleiden taimien määrään 13 ensimmäisen ikävuoden aikana.
Abb. 1. Birke. Einfluss der ursprünglichen Dichte auf die Sterblichkeit der Pflanzen während der 13 ersten Lebensjahre.

Lukujen mukaan siis alkuperäinen runkolukujen erotus, 600 kpl/a, on 13 vuotta myöhemmin noin 330 kpl/a, joten runkolukujen tasoittuminen on tässä taimiston alkuvaiheessa ollut varsin voimakasta. Suhteellisesti väheneminen näyttää olevan kutakuinkin riippumaton alkuperäisestä tiheydestä.

Kuolleisuus eri ikävuosina

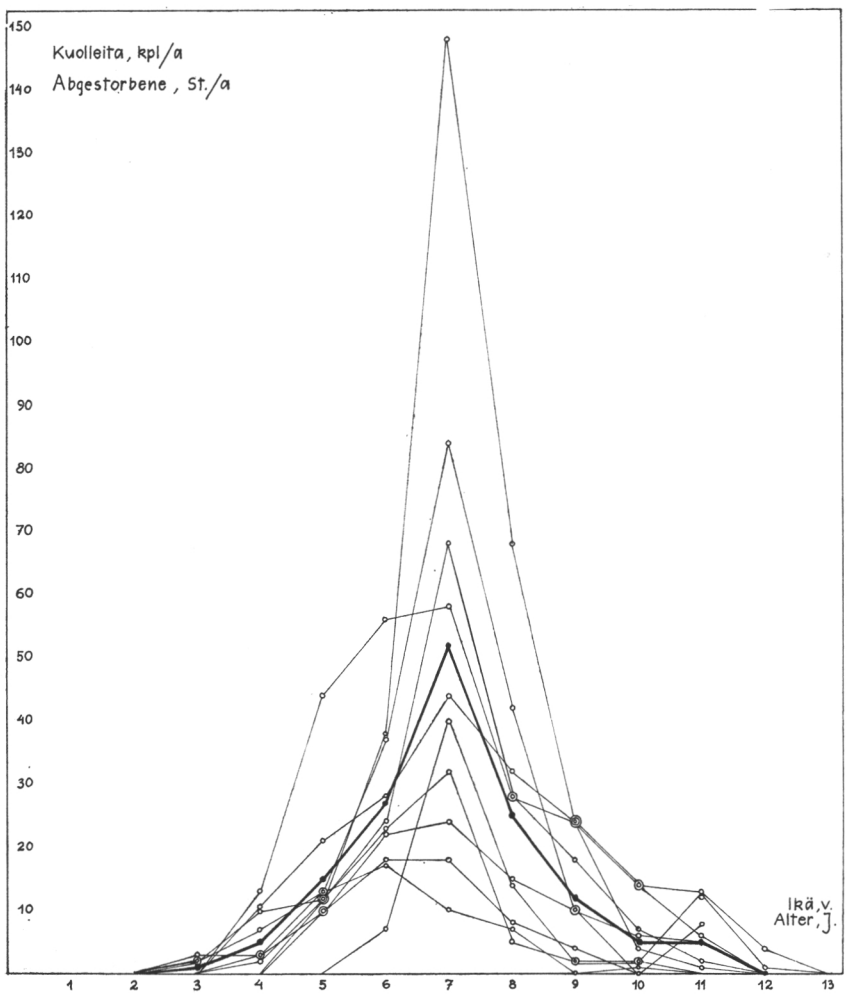
Edellä on todettu, että tutkimusmetsiköissä kuoli 13 ensimmäisen vuoden aikana keskimäärin 147 kpl/a, eli 44 % alkuperäisestä taimimäärästä.

Seuraavasta asetelmasta selviää, miten paljon taimia on ko. tutkimusmetsiköistä kuollut eri ikävuosina ja miten suuri näiden kuolleiden taimien osuus on kunkin vuoden kokonaistaimimäärästä. (Kuvat 2 ja 3).

	Taimien ikä, v. — *Alter der Pflanzen, J.*													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Metsikkö *Bestand*	Kuolleita taimia, kpl/a *Abgestorbene Pflanzen, St./a*													Yhteensä *Insges.*
I	—	—	3	3	13	17	10	7	—	1	—	—	—	54
II	—	—	—	11	21	28	44	32	24	4	1	—	—	165
III	—	—	2	10	12	23	32	5	2	2	—	—	—	88
IV	—	—	2	7	13	37	84	42	10	—	8	—	—	203
V	—	—	—	—	12	38	148	68	24	14	6	—	—	310
VI	—	—	—	3	10	22	24	15	10	6	5	—	—	95
VII	—	—	—	13	44	56	58	28	18	7	2	—	—	226
VIII	—	—	—	—	10	18	18	8	4	—	—	—	—	58
IX	—	—	—	—	—	7	40	19	2	2	13	1	—	84
X	—	—	—	2	12	24	68	28	24	14	12	4	—	188
Keskim. *Im Mittel*	—	—	1	5	15	27	52	25	12	5	5	△	—	147
%	—	—	0.5	3.3	10.0	18.4	35.8	17.1	8.0	3.4	3.2	0.3	—	100.0

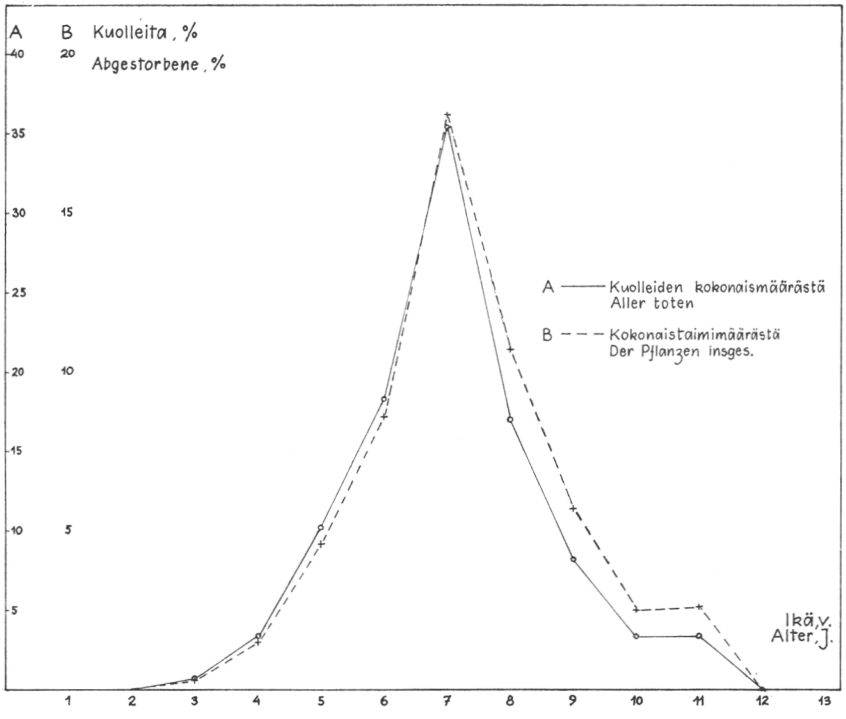
Kuolleiden taimien osuus, %
Anteil der abgestorbenen Pflanzen, %

I	—	—	1.9	1.9	8.4	12.1	8.1	6.1	—	—	—	—	—	33.8
II	—	—	—	3.9	7.7	11.1	19.6	17.8	16.2	3.2	0.8	—	—	58.1
III	—	—	0.6	2.9	3.6	7.2	10.8	1.9	0.8	0.7	—	—	—	25.6
IV	—	—	0.5	1.6	3.0	8.9	22.0	14.1	3.9	—	3.3	—	—	46.1
V	—	—	—	—	2.1	6.7	27.9	17.8	7.6	4.8	2.2	—	—	53.4
VI	—	—	—	0.6	2.1	4.8	5.4	3.6	2.5	1.5	1.3	—	—	20.0
VII	—	—	—	4.1	14.1	21.5	28.3	19.0	15.1	6.9	2.2	—	—	71.1
VIII	—	—	—	—	10.0	20.0	25.0	14.8	8.7	—	—	—	—	58.0
IX	—	—	—	—	—	4.3	25.6	16.4	2.1	2.1	14.0	1.3	—	51.2
X	—	—	—	0.4	2.5	5.2	15.6	7.6	7.1	4.4	4.0	1.4	—	39.7
Keskim. — *Im Mittel*	—	—	0.3	1.5	4.6	8.6	18.2	10.7	5.7	2.5	2.6	△	—	44.0



Kuva 2. Koivu. Eri ikävuosina kuolleiden taimien lukumäärä tutkimusmetsiköissä. Paksu viiva on keskiarvo.

Abb. 2. Birke. Anzahl der bei verschiedenem Alter gestorbenen Pflanzen in den untersuchten Beständen. Die dicke Linie bezeichnet den Mittelwert.

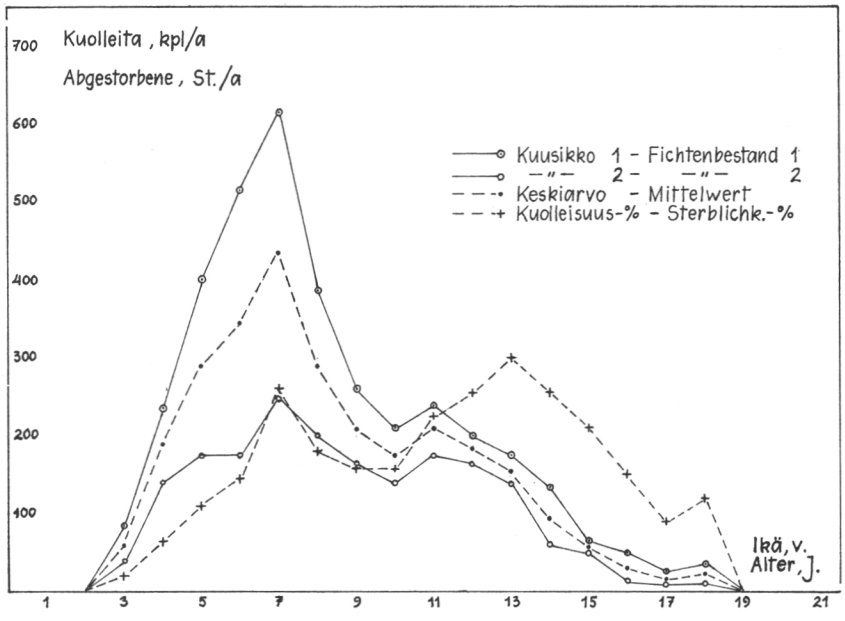


Kuva 3. Koivu. Kuolleiden taimien suhteellinen osuus kuolleiden kokonaismäärästä ja kunkin ikävuoden kokonaistaimimäärästä.

Abb. 3. Birke. Relativer Anteil der abgestorbenen Pflanzen an der Menge der Toten im ganzen und an der Gesamtmenge der Pflanzen in den einzelnen Lebensjahren.

Edellä olevasta asetelmasta samoin kuin kuvista selviää, että taimien kuolleisuuden kehitys on eri metsiköissä ollut melkoisen saman suuntaista, mikä osoittaa, että luontaisen harvenemisen kulku noudattaa nuorissa tiheissä koivikoissa tiettyä rytmiä, vaikka alkuperäiset runkoluvut melkoisesti vaihtelevatkin.

Ikämääritysten mukaan alkaa kuolleita taimia esiintyä taimistoissa yleensä 3—4 vuoden iällä ja siitä alkaen niiden lukumäärä jatkuvasti lisääntyy aina 7 vuoden iälle saakka, jolloin kuolleisuus on korkeimmillaan ja kuolleiden taimien osuus taimimäärästä suurimmillaan, keskimäärin lähes 20 %. Tämän jälkeen kuolleisuus alkaa selvästi pienetä, kuolleiden puiden niin lukumäärä kuin osuus taimien kokonaismäärästä vähenee siinä määrin, että 12—13 vuoden iällä kuolleita taimia ei tutkimusmetsiköissä enää lainkaan esiintynyt. Tämän suuntaista kehitystä, joka osoittaa, että taimien kuoleminen ei tapahdu taimiston kehityksen alkuvaiheissa »tasaisesti» vuodesta toiseen, vaan ilmeisesti sysäyksenomaisesti, joukkokuoleman tavoin, jonka huippu on jo 7 vuoden iällä, on pidettävä tyypillisenä nuorien, tiheiden koivun taimistojen luontaiselle harvenemiselle.



Kuva 4. Kuusi. Kuolleiden taimien määrä ja kuolleisuussadannes.
Abb. 4. Fichte. Mengen und Prozentanteile der abgestorbenen Pflanzen.

Vertailua eräisiin muihin metsikköihin

Kuten aikaisemmin on esitetty (K a l e l a 1961), suoritettiin vastaavanlainen ikäanalyysi eräässä Porkkalan alueen hyvin tiheässä raitametsikössä. Analyysin tulokset osoittivat seuraavaa aarin suuruisella koealalla:

Puiden ikä, v. — *Alter der Bäume, J.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kuolleita taimia, kpl/a — *Abgestorb. Pflanzen, St./a*								
—	—	—	1	15	23	30	12	—

Kuolleisuuden kehitys on siis tässä raitametsikössä aivan samanlainen kuin tutkituissa koivumetsiköissä. Kuolleiden lukumäärä lisääntyy aluksi nopeasti ja saavuttaa enimmäismääränsä tässäkin tapauksessa juuri 7. ikävuotena ja pienenee sen jälkeen jokseenkin olemattomaksi.

Vertauksen vuoksi otettiin lisäksi tutkittavaksi kaksi kuusikkoa. Nämä metsiköt olivat syntyneet taimia koulittaessa taimitarhaan. Sodan vuoksi taimet olivat jääneet siirtämättä metsään ja saaneet kasvaa koulitustiheydessä tässä entisessä taimitarhassa jatkuvasti. Kylvö oli toimitettu v. 1937 ja koulitus, jossa taimet oli asetettu 10 × 10 cm päähän toisistaan, 1939. Näissä luonnottoman ylitiheissä metsiköissä taimien kuolleisuus on ollut erittäin suuri. Kun voidaan laskea, että koulituksen jäljiltä taimia oli alun-

perin aaria kohden noin 8 000 kpl, oli niistä syksyllä 1961 elossa vain 125 ja 175 kpl/a, siis vain parin sadanneksen verran. Kuolleita taimia, joiden ikä vielä voitiin määrittää, oli aaria kohden laskettuna 3 624 ja 1 918 kpl. Loput 4 500—6 000 tainta olivat jo hävinneet.

Tavattujen kuolleiden taimien jakaantuminen kuolinvuoden mukaan oli seuraava:

	Puiden ikä, v. — *Alter der Bäume, J.*								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Kuolleita taimia, kpl/a — *Abgestorb. Pflanzen, St./a*								
Metsikkö *Bestand* 1	—	—	83	233	400	517	617	383	258
Metsikkö *Bestand* 2	—	—	42	142	175	175	250	200	167
Keskimäärin — *Im Mittel*	—	—	63	188	288	346	434	292	213
Kuolleita — *Abgestorbene*, %	—	—	2.1	6.6	10.8	14.5	25.8	18.2	16.2

(jatk.)	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Kuolleita taimia, kpl/a — *Abgestorb. Pflanzen, St./a*								
Metsikkö *Bestand* 1	208	242	200	175	133	67	50	25	33
Metsikkö *Bestand* 2	142	175	167	142	58	50	17	8	8
Keskimäärin — *Im Mittel*	175	209	184	159	96	59	34	17	21
Kuolleita — *Abgestorbene*, %	15.9	22.6	25.6	29.8	25.4	21.2	15.0	9.1	11.8

Iän määrityksistä, jotka suoritettiin Metsäntutkimuslaitoksen arvioimisosastolla, selviää, että kuolleisuuden kehitys on aluksi samanlaista kuin koivikoissa. Kuolleiden taimien lukumäärä lisääntyy sekä absoluuttisesti että suhteellisesti vuosi vuodelta ja saavuttaa ensimmäisen huippunsa kummassakin tutkimusmetsikössä 7 vuoden iällä, siis kuten koivu- ja raitametsiköissäkin. Kuolleisuus pienenee sen jälkeen, mutta ei käy aivan olemattomaksi, kuten tutkituissa lehtimetsiköissä. 11 vuoden iällä on kummassakin metsikössä havaittavissa uusi pieni kuolleisuuden nousu. Absoluuttisesti se ei ole kovin suuri, mutta suhteellisesti se näyttää olevan ensimmäistä huippua korkeampikin. 13 vuoden iällä kuolleiden taimien osuus on näet jopa 30 %. Tällöin on kuitenkin otettava huomioon, että iän määrityksen ulkopuolelle on jäänyt pääosa kuolleista, nyt jo hävinneistä taimista, jotka ilmeisesti ovat enimmältä osaltaan kuolleet metsikön alkuvaiheessa, todennäköisesti ensimmäisen huipun muodostumisen aikana. — Kaiken kaikkiaan voidaan näiden kahden tutkitun kuusikon osalta todeta, että niiden kuolleisuudessa voidaan havaita heijastuvan samanlaista rytmiikkaa kuin lehtipuutaimistojen kuolleisuudessa, jopa voidaan nähdä kuolleisuuden toisenkin huipun mahdollisuus.

Loppusanat

Edellä olevat havainnot eräitten taimistojen taimien kuolemisesta nuoruusvaiheen aikana antavat luontaisen harvenemisen kulusta yleisestä käsityksestä poikkeavan kuvan. On tosin varsin luonnollista, että tiheänlaisissa taimistoissa ei ensimmäisinä vuosina tapahdu kilpailusta aiheutuvaa taimien kuolemaa — sirkkavaiheen aikana muista syistä tapahtuva kuoleminenhan jää tämän selvittelyn ulkopuolelle. On myös ymmärrettävää, että tiheissä taimistoissa jo 3—4 vuoden iällä alkaa esiintyä kuolleita yksilöitä, joiden määrä taimiston varttuessa ja kilpailun kiristyessä vuosi vuodelta suurenee.

Sen sijaan on vaikeammin selitettävissä, minkä vuoksi kuolleiden taimien määrä ja suhteellinen osuus alkaa noin 7 vuoden iältä alkaen nopeasti vähentyä ja niin voimakkaasti, ettei yhdessäkään tutkitussa lehtimetsikössä enää 13 vuoden iällä tavattu äskettäin kuolleita taimia. Tuskin lienee ajateltavissa, että kilpailu tuossa vaiheessa jostakin syystä lieventyisi niin paljon, että taimien kuoleminen ainakin ajaksi eteenpäin vähenisi ja loppuisikin. Eräs mahdollisuus on, että taimiston kehittyessä nopeasti täysin ylitiheäksi ja kilpailun äärimmäisen ankaraksi, suuri osa taimista siinä määrin heikentyisi, että niitä jonkin heikentyneeseen taimistoon ilmestyneen tuhon seurauksena kuolisi enemmänkin kuin pelkkä kilpailu niitä siinä vaiheessa tuhoaisi. Täten vapautuisi jäljelle jääville voimakkaammille taimille pieneksi ajaksi tilaa elää ja kehittyä. Kuitenkin on samalla todettava, että valtapuista otetut ja mitatut kiekot eivät puolestaan osoita minkäänlaista paksuuskasvun paranemista ainakaan välittömästi 7. ikävuoden jälkeen.

On tietenkin ajateltavissa, että seitsemäntenä vuonna Porkkalan alueen luovutuksen jälkeen (1951) olisi esiintynyt jokin sellainen yleisluonteinen tuho, joka juuri sinä vuonna olisi tuhonnut taimia tavallista enemmän. Vaikka taimistot ovatkin aikalailla samanikäisiä, ovat niiden ikäerot kuitenkin niin suuret (12—19 vuotta), että tämäkään syy ei näytä todennäköiseltä. Sitä paitsi voidaan kuusikoissakin havaita saman suuntaista kehitystä aivan eri ajankohdalta ja eri osasta maata.

Ilmeisesti ilmiön syiden selvittely vaatii lisätutkimusta ja tässä vaiheessa on vain todettava, että taimistojen runkoluvun väheneminen alkuvaiheessa ilmeisesti ei ole tasaista, vaan sysäyksenomaista joukkokuolemaa, jonka huippu on noin 7 vuoden iällä, jonka jälkeen kuolleisuus painuu ajaksi eteenpäin minimiinsä.

Seuraako tämän ensimmäisen huipun jälkeen toinen huippu, on kysymys, johon tämä aineisto ei anna vastausta. On aivan ilmeistä, että taimiston edelleen kehittyessä kuolleisuuden täytyy jälleen lisääntyä. Siihen viittaavat myös suoritetut taimien kuntoluokittelut, jotka osoittavat, että elävistä taimista suuri osa, jopa enemmistö, kuuluu kuolevien puiden luokkaan, joten

lähivuosina on odotettavissa uusi kuolleisuusaalto, joka absoluuttiselta määrältään lienee ensimmäistä pienempi, mutta suhteellisesti saattaa olla hyvinkin voimakas, mihin tutkitut kuusikot näyttävät viittaavan. Parhaiten tämä kysymys ilmeisesti voitaisiin selvittää seuraamalla alusta alkaen tiettyjen metsiköiden kehitystä ja taimien vuosittaista kuolemista.

Kirjallisuutta

K a l e l a, E r k k i K. 1961. Über die natürliche Bewaldung der Kulturböden im sog. Porkkala-Pachtgebiet. Selostus: Viljelysmaiden luontaisesta metsittymisestä ns. Porkkalan vuokra-alueella. Acta Forest. Fenn. 74. 2.

H e i k i n h e i m o, O l l i. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. Acta Forest. Fenn. 4. 2.

Über die natürliche Ausscheidung der Pflanzenbestände

R e f e r a t

In einer meiner früheren Untersuchungen (K a l e l a 1961) sind bereits ein paar Beispiele für die natürliche Ausscheidung der Pflanzenbestände angeführt worden. In der vorliegenden Untersuchung wird die Erscheinung mit Hilfe von zusätzlichem Material weiter geklärt. Das Material im ganzen umfasst 10 Birkenbestände (Aufstellung auf. S. 2), 1 Salweidenbestand und 2 Fichtenbestände.

Die früheren Schlussfolgerungen werden von den Ergebnissen vollends bestätigt. In der Forstlichen Forschungsanstalt ausgeführte Altersbestimmungen erweisen (Aufstellung auf S. 3, Abb. 2), dass in allen Birkenbeständen der Vorgang der natürlichen Ausscheidung die gleiche ist: die ersten toten Pflanzen zeigen sich beim Alter von 3—4 Jahren, um in der Folgezeit von Jahr zu Jahr schnell zuzunehmen, bis die Sterblichkeit durchschnittlich beim Alter von 7 Jahren den Gipfelpunkt erreicht, wo durchschnittlich nahezu 20 % der Gesamtzahl der Pflanzen des betreffenden Jahres eingehen. Hierauf geht die Sterblichkeit schnell zurück, bis beim Alter von 12—13 Jahren tote Pflanzen nicht mehr vorkommen. Diese Entwicklung ist für alle Birkenbestände typisch. — Ähnlich scheint die Entwicklung auch im Salweidenbestand (Aufstellung auf S. 6) und in den Fichtenbeständen (Aufstellung auf S. 7) zu sein, die etwa 22 Jahre in Pflanzgartendichte (10 × 10 cm) gewachsen sind. Auch bei diesen spiegelt sich in der Ausscheidung ein ähnlicher Rhythmus; der erste Gipfel stellt sich beim Alter von ca. 7 Jahren, der zweite beim Alter von etwa 11—13 Jahren ein. Da der überwiegende Teil der eingegangenen Fichtenpflanzen schon während der Untersuchung verschwunden und somit ausserhalb der Altersbestimmung geblieben waren, lassen sich auf Grund dieser Pflanzenbestände jedoch keine sicheren Schlüsse ziehen.

Es scheint also, als ob die natürliche Ausscheidung wenigstens in jungen, dichten Laubbeständen nicht gleichmässig von Jahr zu Jahr erfolgte, sondern auf alle Fälle im Beginnstadium einen gewissen Rhythmus einhielte, der die Dauer von etwa 10 Jahren hat und ungefähr beim 7. Lebensjahr den Gipfelpunkt erreicht.

Den bisherigen Untersuchungen ist es nicht gelungen, die Gründe zu erforschen, die den kräftigen Rückgang, ja sogar das Aufhören der natürlichen Ausscheidung herbeiführen, die bei allen untersuchten Beständen nach dem 7. Lebensjahr wahrgenommen werden können. Auf alle Fälle lässt sich schwer vorstellen, dass der Wettbewerb unter den Pflanzen zu jenem Zeitpunkt aus diesem oder jenem Grunde dermassen nachliesse, dass die natürliche Ausscheidung wenigstens auf einige Zeit zu völligem Stillstand käme. Die Klärung der Erscheinung wird noch weitere Untersuchungen fordern.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.20
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.20
Helsinki 1962

SIMATSIINIKOKEITA

UKKO RUMMUKAINEN

Experiments with Simazin

Summary

Johdanto

Ilvessalon (1956) mukaan oli maassamme 1950-luvun alussa keinollisen uudistamisen tarpeessa metsämaita 2 791 000 ha. Tähän tulevat lisäksi hakkuiden ym. syiden johdosta vuosittain syntyvät tuhansien hehtaarien suuruiset »juoksevat» uudistamistarpeet. Näiden töiden hoitaminen vaatii suuret määrät puiden siemeniä ja taimia sekä rahaa ja vaivannäköä. Siksi on myös täysi syy kiinnittää huomiota kaikkiin keinoihin, joilla mm. taimien tuottoa ja uudistamistoimenpiteiden onnistumista voidaan varmentaa ja yksinkertaistaa nykyisestään.

Erään niin taimitarhojen kuin monin paikoin myös istutusalojen pahimmista vastuksista muodostavat rikkakasvit. Joitakin vuosia sitten suoritetun tiedustelun mukaan rikkakasvien kurissapitäminen taimitarhoissa mekaanisin keinoin vaati 30—70 % taimien tuottokustannuksista. Samanlaisiin arviointeihin, joiden mukaan kustannukset vaihtelevat keskim. 50 % tienoilla, on päädytty myös muissa maissa (vrt. mm. Heinstedt 1953; Pein 1953; Burschel 1959; Zeyher 1961). Uudistusaloilla heinittyminen taas usein on tyystin tuhonnut työn tulokset joko tukahduttamalla taimet välittömästi tai edistämällä muiden tuhonaiheuttajien kuten esim. sienitautien toimeentuloa.

Rikkakasvien torjuntakeinojen tutkimiseen ja kehittämiseen näyttää siis olevan aihetta.

Tässä tutkielmassa selostetaan kokeita, joita metsäntutkimuslaitoksen toimesta ja Suomen luonnonvarain tutkimussäätiön tuella on vuosina 1958—61 järjestetty rikkakasvien kemialliseksi torjumiseksi käyttäen koekemikaalina simatsiini-nimistä valmistetta. Kokeiden toimeenpanossa ja

3845—62

hoidossa on usein kantanut raskaimman helteen Punkaharjun kokeilutaimitarhan hoitaja, työnjohtaja Martti Huju. Istutusaloilla suoritettuja kokeita on ollut järjestämässä ja tarkastamassa luonnontiet. yliopp. Matti Kokkonen. Kemikaalia on saatu Rikkihappo Oy:n välityksellä Geigyn tehtailta Sveitsistä. Mainituille yksityisille ja yhtymille samoinkuin metsät. toht. Jaakko Lehdolle, joka on kääntänyt tutkielman englanninkieliset kohdat, pyytää tekijä lausua avusta sydämelliset kiitokset.

Simatsiinin ominaisuuksista

Simatsiini on Sveitsissä kehitetty herbisidi (ks. Information aus der Abteilung ... 1957). Sen kemiallinen merkki on 2-klor-4.6-bis-etylamino-s-triatsin. Kemiallisesti puhdas aine on väritöntä jauhetta, jonka sulamispiste määritystavasta ja kuumentamisnopeudesta riippuen on 225—227°C. Se on käytännöllisesti katsoen veteen liukenematon (liukenee 0.0035 $^0/_{00}$) liueten orgaanisiin liuottimiinkin vain vaikeasti (esim. kloroformiin 0.9 $^0/_{00}$). Se ei ole tulenarkaa eikä aiheuta korrosiota. Käytettäessä koe-eläiminä rottia ja hiiriä ei akuuttisia myrkytysilmiöitä ole havaittu eikä tiettyjä kroonisiakaan muulloin kuin vain annettaessa pitkät ajat suuria ainemääriä. Myöskään kaloille simatsiinista ei ole haittaa tavanomaisina annoksina. Kasveihin se vaikuttaa juurien välityksellä. Kemikaalia käytetään pääasiassa ruiskutejauheena, mutta sitä on saatavana myös mannaryynimäisinä granulaatteina.

Simatsiini kylvöaloilla

Kylvöaloilla on simatsiinia meillä kokeiltu metsäntutkimuslaitoksen taimitarhassa Punkaharjulla vv. 1958—60. Joitakin havaintoja on tehty myös muissa taimitarhoissa.

Koepaikat Punkaharjulla ovat sijainneet hieta-multamaalla, jonka pH on 6—7.

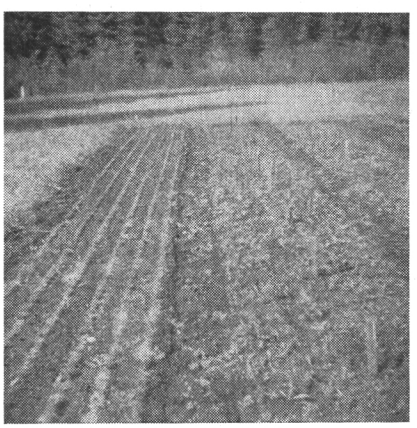
Jo ensimmäisissä kokeissa 1958 havaittiin (Rummukainen 1958), että ruiskutettaessa kemikaalia 2 kg/2000 l vettä/ha ennen kylvösten taimettumista tuhoutuivat sekä männyn, kuusen että visakoivun taimet. Jos männyn ja kuusen taimet sitävastoin ehtivät ennen ruiskuttamista tiettyyn myöhempään kehityksen vaiheeseen, alkoivat ne kestää käsittelyä. Männyn kohdalla parani kestokyky seuraavaan tapaan:

Kylvöaika: *Ennen ruiskutusta*	*Ruiskutus:* *Ennen taimettumista*	*Taimista tuhoutui, %:* *100*
10.6	8.7 (29 vrk. kylvöstä)	65
10.6	11.7 (32 » »)	20
16.6	18.7 (33 » »)	0

Kuten päivämääristä ilmenee, suoritettiin koekylvöt varsin myöhään, jolloin lämpöä oli riittävästi nopeaa itämistä varten. Sateinen kesäkin joudutti taimettumista.

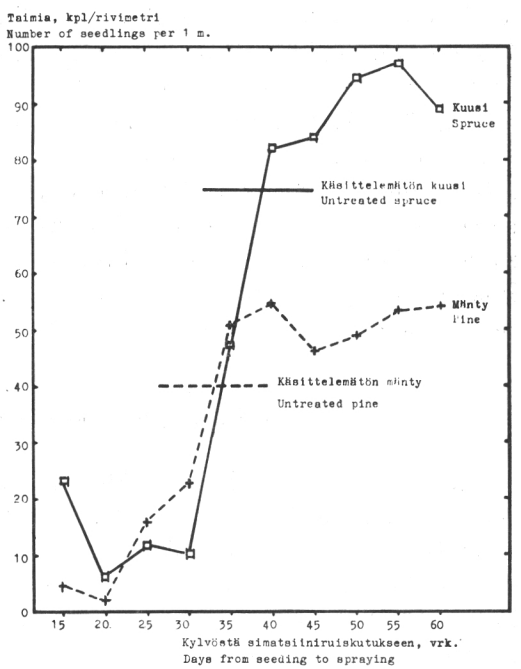
Visakoivun kylvökset eivät kestäneet käsittelyä koko kesänä.

Keväällä 1959 järjestettiin uusi koesarja männyn ja kuusen kylvöaloilla (Rummukainen 1959). Tällä kertaa simatsiinia kuitenkin käytettiin 3 kg hehtaarille eli kilo enemmän kuin 1958. Suurempi kemikaalin määrä sekä kesän poikkeuksellinen, itämistä hidastanut kuivuus saivat aikaan sen, että kylvöstä simatsiininkestävyyden saavuttamiseen kului muutamia viikkoja enemmän kuin 1958; vasta noin kahden kuukauden kuluttua alkoivat taimiluvut olla yhtä suuria kuin käsittelemättömissä koeruuduissa. Samanlainen tulos saavutettiin myös metsähallituksen Nuojuan taimitarhassa järjestetyssä kokeessa männyn kylvöalalla. Toisaalta vähäisten sateiden vaikutuksesta kemikaalin teho oli jonkin verran edellisen vuoden tehoa heikompi, niin että jo ennen taimettumista ruiskutetuissa ruuduissakin männyn ja kuusen taimia nousi usein 20—30 % käsittelemättömien ruutujen taimimääristä. Tällaisia havaintoja tehtiin yhtäpitävästi Punkaharjulla, Nuojualla ja Itä-Hämeen metsänhoitolautakunnan taimitarhassa Hartolassa, jossa käytettiin kemikaalia 2 kg/ha.



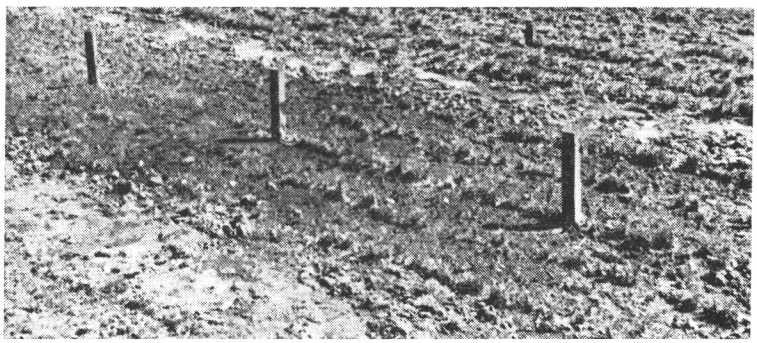
Kuva 1. Vas. mäntykylvös, joka 33 vrk. kylvöstä sai simatsiinia 2 kg/ha. Kuva otettu 45 vrk. ruiskutuksen jälkeen, jolloin muita penkkejä oli jo puhdistettu mutta simatsiinipenkkiä ei. Taimet säilyneet täydellisesti. Punkaharju 1958.

Fig. 1. Left: An area seeded with pine. It was sprayed with Simazin (2 kg/ha.) 33 days later. Photographed 45 days after spraying; by that time other beds had been cleaned, but not the one treated with Simazin. The seedlings were preserved very well. Punkaharju 1958.



Kuva 2. Eri aikoina kylvön jälkeen suoritetun simatsiiniruiskutuksen (2 kg/ha) vaikutus männyn ja kuusen taimettumiseen. Punkaharju 1960.

Fig. 2. The effect of Simazin (2 kg. per ha.), sprayed at different times after seeding, on the formation of pine and spruce seedling stands. Punkaharju 1960.



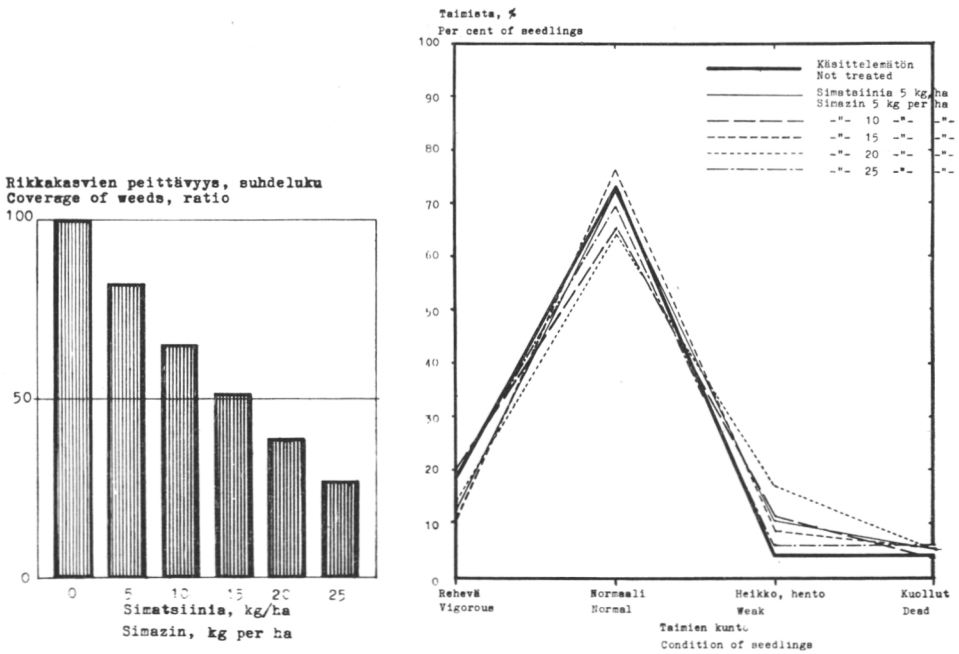
Kuva 3. Vas. osaksi näkyvä ruutu käsitelty 25 vrk. ja seuraava 30 vrk. kylvöstä simatsiinilla (2 kg/ha). Niihin ei männyn taimia ole noussut juuri laisinkaan, mutta kyllä jo seuraavaan, 35 vrk. kylvöstä käsiteltyyn ruutuun runsaasti. Punkaharju 1960.

Fig. 3. Left: A square (only partly visible) treated with Simazin (2 kg per ha.) 25 days after seeding, and the next square, treated 30 days after seeding carry no seedlings of pine. But quite a few seedlings grow in the third square, treated 35 days after seeding. Punkaharju 1960.

Myös kesällä 1960 järjestettiin Punkaharjulla koesarja, jossa männyn ja kuusen kylvöaloilla suoritettiin simatsiiniruiskutuksia (2 kg/ha) eri aikoina kylvön jälkeen. Mainittuna vuonna alkukesän säät olivat erityisen suotuisat kaiken kasvulle, mistä syystä puiden taimienkin kehitys tapahtui harvinaisen ripeästi. Kuten kuvista 2 ja 3 ilmenee, olivat taimiluvut 35—40 vrk tai myöhemmin kylvöstä ruiskutettaessa suurempia kuin käsittelemättömissä, käsin puhtaina pidetyissä ruuduissa. Käytetty simatsiiniannos ei ilmeisesti enää tuhonnut taimia. Toiseksi se esti rikkakasvien kasvun, jolloin niiden taimia tukahduttava vaikutus jäi pois. Kun tällöin säästyttiin miltei kokonaan syyskitkemiseltä, ei sen yhteydessä tavanomaista kylvötaimien nousemista maasta rikkakasvien mukana myöskään päässyt tapahtumaan.

Simatsiini 2/0- ja koulitettujen taimien aloilla

Kaikissa kokeissa kesästä 1958 lähtien on simatsiini todettu vaarattomaksi toista vuottaan kasvaville tai vanhemmille männyn ja kuusen taimille käytettäessä kemikaalia enintään 4—5 kg/ha. Metsäpuiden Rodunjalostussäätiön taimitarhassa Vanajalla käytettiin v. 1959 haitatta molempien puulajien 2/0-taimialoilla jopa 7.5 kg, mutta kuten edellä ilmeni, mainittuna kesänä kemikaalin teho kuivuuden vuoksi ilmeisesti ei päässyt kokonaisuudessaan näkyviin. Istutusaloilla on käytetty jopa 25 kg/ha ilman, että kahden vuoden kuluessa käsittelystä olisi havaittu sanottavia vaurioita (kuva 4). Ainoastaan kesällä 1960 aiheutti 4 kg/ha Punkaharjulla hiekkamaalla toisen vuoden kasvua aloittavissa männyn taimissa ohimenevästi neulasten kärkien



Kuva 4. Vas. rikkakasvien peittävyys suhdelukuina ilmaistuna eräällä männyn istutusalalla vuoden kuluttua simatsiinikäsittelystä. Oik. taimien kunto samalla hetkellä. Liperi 1960.

Fig. 4. Left: Relative coverage of weeds in a planted area of pine, one year after Simazin treatment. Right: The condition of seedlings in the same area. Liperi 1960.

lievää vaalenemista. Vaikka sillä ei ollutkaan käytännöllistä merkitystä, antaa se kuitenkin aiheen varoen käyttää suurempia annoksia.

Vv. 1958—61 Punkaharjulla tehtyjen havaintojen mukaan visakoivun taimet kuolevat vielä kylvökesän jälkeenkin, jos ne eivät ole saavuttaneet runsaan 10 cm:n pituutta. Kokeissa ruiskutettiin 2 kg/ha ja 1961 käytettiin 2 %:n rakeita 60 kg/ha molempien vaikutuksen ollessa saman. Lehtipuiden taimien havupuita heikompaan kestävyyteen viittaa myös se, että 1959 Vanajan taimitarhassa toisella vuodella olleet koulitut, 10—30 cm pitkät hybridihaavan *(Populus tremula × tremuloides)* taimet kärsivät pienemmästä päästä alkaen ruiskutuksesta pahasti. Käytettäessä simatsiinia 7.5 kg/ha kuoli taimista n. 50 %, ja käytettäessä 2.5 kg kuoli 20 %. Samassa yhteydessä ruiskutettiin 3 kg/ha penkkien välisille käytäville eikä se aiheuttanut vikoja vieressä kasvaville toisvuotisille koivun, tammen, saarnen, saksanpähkinän, jalavan ja vaahteran taimille.

Jotkut tutkijat (esim. U h l i g ja Z e n t s c h 1961) neuvovat vioitusten välttämiseksi jättämään maan koulituksen jälkeen ensin joksikin ajaksi painumaan ja vasta sitten suorittamaan simatsiiniruiskutuksen. Meillä neljän vuoden aikana erilaisilla maapohjilla välittömästi koulituksen jälkeen suo-

ritetuissa kymmenissä ruiskutuksissa ei vioittumisia ole todettu. Ehkä asiaan vaikuttaa koulitustapa, puulaji ja taimien koko. Jättämällä maa lepäämään annetaan rikkakasveille tilaisuus päästä kasvun alkuun ja siten heikennetään kemikaalin tehoa (ks. s. 7). Samoin töiden järjestelyn kannalta on usein kätevintä suorittaa ruiskutus koulituksen yhteydessä.

Punkaharjulla 1959—61 saatujen kokemusten mukaan näyttävät koivun, lehtikuusen *(Larix sibirica)* ja tervalepän taimet heti koulituksen jälkeen kestävän simatsiinia 2—4 kg/ha suunnilleen yhtä hyvin kuin kuusi ja mänty, kun koulitus suoritetaan riittävän suurilla 2/0-taimilla.

Simatsiinin vaikutuksen säilyminen maassa

Jo ensimmäisissä kokeissa (R u m m u k a i n e n 1958; 1959) pantiin merkille, että vaikka simatsiini suotuisissa olosuhteissa esti rikkakasvien kasvun koko kesän ajan, saattoi uusia siemenrikkakasvejakin päästä kasvun alkuun jo saman kesän syyspuolella, mikäli ympäristössä kasvavat yksilöt pääsivät vapaasti siementään käsitellylle alalle levittämään. Vv. 1959—60 kemikaalin vaikutuksen säilymistä tutkittiin järjestämällä koesarja, jossa keväällä 1959 1—5 kg/ha saaneisiin ruutuihin keväällä 1960 suoritettiin männynkuusen ja visakoivun kylvöjä ja koulituksia. Tarkoituksena oli lähinnä selvittää, vaikuttaako simatsiinikäsittely taimien kasvuun vielä seuraavana vuonna, jos kohta luonnollisesti myös käsiteltyjen ja käsittelemättömien koeruutujen rikkaruohottumista seurattiin. Kylvöjen ja koulitusten jälkeen ei ruutuihin koskettu ennen kokeiden tarkastamista syksyllä 1960.



Kuva 5. Edessä koeruutu, johon 1959 ruiskutettiin simatsiinia 5 kg/ha. Keväällä 1960 kylvettiin ja istutettiin ruutuun mäntyä, kuusta ja visakoivua, jotka säilyivät hyvin. Kuva otettu syksyllä 1960. Punkaharju.

Fig. 5. In the forefront: A sample square sprayed with Simazin (5 kg. per ha.) in 1959. In 1960, pine, spruce and birch seed was sown and seedlings were planted in the square. They were preserved well. Photographed in autumn 1960. Punkaharju.

Tulos oli se (ks. kuva 5), että simatsiinia 5 kg/ha saaneissa ruuduissa kylvökset olivat tiheimmät ja koulitut taimet suurimmat jokaisella puulajilla. Käsittelemättömissä ruuduissa varsinkin koivun kylvökset epäonnistuivat, ja

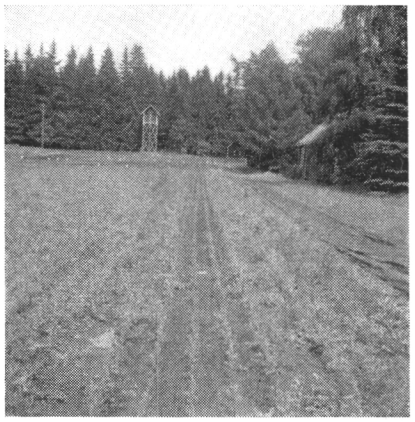
myös männyn ja kuusen kohdalla tilanne oli huonompi kuin 5 kg/ha saaneissa ruuduissa; samoin koulitut taimet olivat yleensä pienempiä. Tämä johtui siitä, että simatsiiniruutuihin oli rikkakasveja noussut paljon vähemmän taimien kasvua haittaamaan kuin käsittelemättömiin ruutuihin, joissa erityisesti *Poa annua* tukahdutti kylvöksiä ja kilpaili vanhempien taimien kanssa ravinteista ja valosta. Sellaisia ilmiöitä, joiden olisi voinut luulla johtuneen kemikaalin myrkkyvaikutuksesta, ei taimissa havaittu. Ainakaan tässä tapauksessa siis simatsiini vuoden kuluttua ei enää haitannut taimien kasvua, mutta piti välillisesti kurissa rikkakasveja siten, että edellisenä kesänä tuhoutuneen kasvuston tilalle ei vielä ollut ehtinyt ympärillä kasvavasta uutta siementyä tai muuten levitä.

Simatsiini rikkakasvien hävittäjänä

Punkaharjun taimitarhasta on löydetty yli 30 rikkakasvilajia, joista tärkeimpiin kuuluvat seuraavat:

Siemenrikkakasvit:	Juuririkkakasvit:
Poa annua	*Sonchus arvensis*
Stellaria media	*Rumex acetosella*
Capsella bursa-pastoris	*Elytrigia repens*
Chenopodium album	*Cirsium arvense*
Lamium purpureum	*Equisetum arvense*
Matricaria discoidea	
Sagina procumbens	
Gnaphalium uliginosum	

Jo ensimmäisissä kokeissa 1958 havaittiin, että simatsiini on levitettävä maan pinnalle hyvissä ajoin ennen rikkakasvien kasvun alkamista. Kun välittömästi kuusen koulimisen jälkeen 27.5 ainetta ruiskutettiin 2 kg/ha, säilyi alue loppukesään asti käytännöllisesti katsoen rikkaruohottomana (kuva 6). Suoritettaessa samalla kentällä käsittely joitakin päiviä myöhemmin hormoni- ja mineraaliöljykäsittelyn optimihetkellä eli rikkakasvien ehdittyä 2—5 cm:n pituisiksi jäi simatsiinin teho jo huomattavasti huonommaksi kuin esim. öljyjen. Vanhempiin kasveihin kemikaalilla oli tuskin mitään vaikutusta. Punkaharjun tärkeistä rikkakasveista on täysikokoisena pystytty pienillä simatsiiniannoksilla hävittämään vain *Sagina procumbens*, joka kylvökesänä haittaa taimien kasvua. Kuten edellä jo mainittiin, käytettiin kesällä 1958 kemikaalia 1—2 kg/ha.



Kuva 6. Keskellä kuusipenkki, joka toukokuussa 1958 sai simatsiinia 2 kg/ha. Kuva otettu runsaat 2 kk. myöhemmin. Punkaharju.

Fig. 6. A bed of spruce in the centre was sprayed with Simazin (2 kg. per ha.) in May 1958. Photographed a little more than 2 months later. Punkaharju.

V:n 1958 tulokset saivat vahvistusta seuraavana kesänä: jos käsittely myöhästyi, ei simatsiini tehonnut, mutta ajoissa suoritetun ruiskutuksen avulla saatiin erityisesti siemenrikkakasvit suuresti vähenemään. Eri tavoin käsitellyissä koeruuduissa vaihteli rikkakasvien peittävyys ja lukumäärä seuraavasti (R u m m u k a i n e n 1959):

Simatsiinia, kg/ha:	*Rikkakasvilajeja, kpl/ruutu:*	*Rikkakasvien peittävyys, %/ruutu:*	*Rikkaruohottomia* [1] *ruutuja, %:*
0	9.5	100.9	0
1	6.1	14.1	0
2	4.9	8.5	0
3	3.6	5.4	20
4	2.4	5.5	36
5	2.0	6.9	47

Luvuista ilmenee, että 1 kg/ha vähensi peittävyyden noin seitsemänteen osaan käsittelemättömien ruutujen peittävyydestä. Kemikaalin lisääminen 2 kiloon ei enää kovin suuresti tehoa parantunut, vielä vähemmän 2—5 kg:n väliset määrät. Jo 2 kg hävitti sen, mihin tämän suuruusluokan määrät pystyivät, eikä 5 kiloakaan kyennyt tuhoamaan loppuja, erityisesti eräitä juuririkkakasveja. Sama todettiin tänä kesänä myös Hartolan taimitarhassa. Siellä 2 kilolla saatiin käytännöllisesti katsoen yhtä hyvä tulos kuin 4 kilollakin.

Punkaharjun koesarjassa oli eräiden yleisimpien lajien peittävyys eri tavoin käsitellyissä ruuduissa keskim. seuraava (: = peittävyys pienempi kuin 1 %):

	Simatsiinia, kg/ha:					
	0	1	2	3	4	5
	Peittävyys, %:					
Sagina procumbens	56.5	4.0	1.9	1.1	:	:
Poa annua	20.9	3.7	:	:	:	:
Gnaphalium uliginosum	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Capsella bursa-pastoris	2.1	2.0	:	:	:	:
Elytrigia repens	:	:	:	1.0	1.0	3.0
Sonchus arvensis	1.3	:	1.7	:	3.0	3.5

[1]) Rikkaruohottomaksi laskettiin ruutu, jossa niiden peittävyys oli vähemmän kuin 1 %. Jokaisesta koejäsenestä oli 15 toistoa.

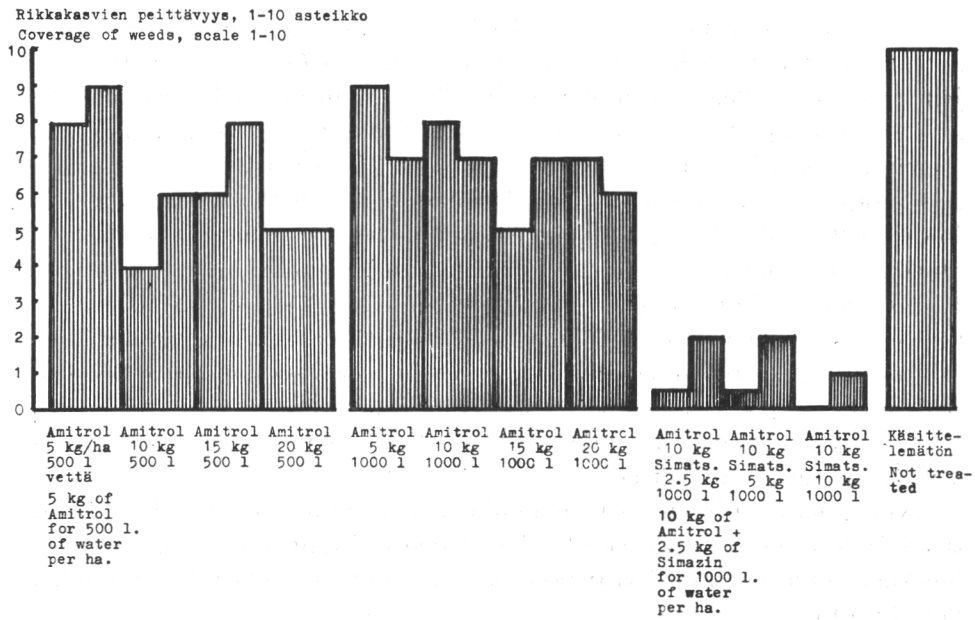
Näistäkin luvuista ilmenee, että käytetyt simatsiinimäärät eivät tehonneet juuririkkakasveihin *Elytrigia repens* ja *Sonchus arvensis*. Havaintojen mukaan näiden kasvu kärsii tilapäisesti, mutta ne toipuvat. Edellinen muodostaa aluksi vähemmän versoja kuin tavallisesti, jälkimmäisen kasvu hidastuu ja lehtien reunat saattavat ruskettua, mutta ainakin useimmissa tapauksissa molemmat jäävät eloon. Vanajan taimitarhassa ilmoitetaan 1959 *Elytrigian* kuolleen käytettäessä simatsiinia 7.5 ja 25 kg/ha. Hartolassa samana vuonna tehtyjen havaintojen mukaan myös voikukalle *(Taraxacum officinale)* pienet simatsiiniannokset (2—4 kg/ha) aiheuttavat aluksi kasvun heikkenemistä, mutta eivät estä toipumista. Kesällä 1960 osoittautui Punkaharjulla eräällä koealueella verraten runsaana esiintynyt peltokorte *(Equisetum arvense)* kestäväksi käytettäessä kemikaalia 2—4 kg/ha. Istutusaloilla on *Calamagrostis*-suvun lajien hävittäminen simatsiinilla kohdannut vaikeuksia.

Kun simatsiini hävittää helpommin siemen- kuin juuririkkakasvit, saattaa taimitarhoissa tapahtua rikkakasvilajiston muuttumista ajan mittaan. Merkkejä tällaisesta on havaittavissa mm. Punkaharjulla (R u m m u k a i n e n 1961 b).

Simatsiinin vaikutuksesta kustannuksiin

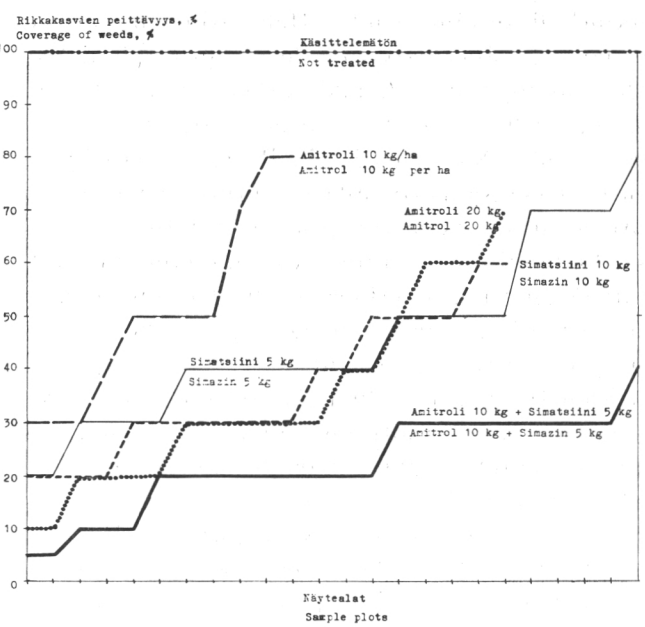
Simatsiinin käytön vaikutuksesta taimien tuottokustannuksiin on meiltä käytettävissä vain eräitä yksittäisiä tietoja. Kesällä 1959 kitkettiin Hartolan taimitarhassa käsittelemättömät alat neljään kertaan urakkapalkan ollessa kertakitkennältä 4—12 mk/m² eli keskim. 8 mk. Hehtaarin puhtaanapito maksoi siten keskim. 320 000: —. Lisäksi rivivälit harattiin neljästi. Myös simatsiinialat harattiin yhtä usein, mutta kaikki kitkennät jäivät kemikaalin vaikutuksesta pois. V. 1959 maksoi hehtaarille tarpeellinen 2 kg:n simatsiinimäärä noin 4 000: — mk. N e u s e r i n ja P e i n e n (1961) mukaan kaksi miestä käsittelee selässä kannettavalla sumuruiskulla hehtaarin alan 5 tunnissa 10 minuutissa eli työaikaa yhteensä kertyy 10 t. 20 min. Kun simatsiinikäsittelyssä kuitenkin on käytettävä runsaammin vettä, voimme ajatella työajan pitenevän esim. 5-kertaiseksi eli 51 tunniksi 40 minuutiksi. Jos tuntipalkka olisi esim. 200: —, menee työpalkkoihin noin 10 350: —. Kemikaalit ja työ tekisivät siten yhteensä 14 350: —, joten, vaikkapa moottoriruiskun kuoletusta ym. kuluja lisättäisiin runsaastikin, simatsiinin on täytynyt alentaa taimien tuottokustannuksia hyvin tuntuvasti. Samanlaisiin laskelmiin päädyttiin Punkaharjulla kesän 1958 kokemusten perusteella (vrt. R u m m u k a i n e n 1959).

Näin suuren hyödyn saavuttaminen jokaisessa paikassa ja jokaisena vuonna ei kuitenkaan ole mahdollista, koska kemikaalin teho on riippuvainen rikkakasvilajistosta, maapohjasta, sääsuhteista yms. Joka tapauksessa



Kuva 7. Simatsiinilisän vaikutus amitroliruiskutteessa. Punkaharju 1961.
Fig. 7. The effect of Simazin added to Amitrol spray. Punkaharju 1961.

on ilmeistä, että oikealla tavalla käytettynä simatsiinilla saattaa olla taimien hintaa alentava vaikutus. Myös monilla istutusaloilla se voi ratkaisevasti varmistaa uudistumisen onnistumisen.



Simatsiinin käytöstä toisten kemikaalien kanssa

Kun simatsiinikäsittely myöhästyy helposti rikkakasvien ehtiessä pintaan ennen, kun kemikaalin teho nopeasti heikkenee, ryhdyttiin v. 1959 selvittämään, voitaisiinko myöhästymisen

Kuva 8. Tuusulassa 1961 järjestetyn heinittymisen torjuntakokeen tulos.
Fig. 8. The result of a weed-control experiment carried out in Tuusula, in 1961.

seuraukset eliminoida joillakin muilla aineilla. Myös pienten kemikaaliannosten huono teho eräisiin rikkakasvilajeihin käsittelyn tapahtuessa ajoissakin antoi aiheen näihin selvityksiin. Ensiksi kokeiltiin simatsiinin ruiskuttamista taimitarhoissa jo verraten yleisen käytön saavuttaneissa mineraaliöljyissä, jotka tappavat rikkakasveja parhaiten näiden ollessa muutamien senttimetrien pituisia. Joissakin kokeissa saavutettiinkin tavoiteltu tulos öljyjen hävittäessä pintaan ehtineet rikat ja simatsiinin estäessä uusien nousemisen (Rummukainen 1959). Öljyjen käyttäminen tulee kuitenkin verraten kalliiksi. Toiseksi ruiskutettaessa seosta sateettomana aikana ja maan ollessa kuiva ei simatsiinin teho pääse oikeuksiinsa öljyn haihtuessa nopeasti. Siitä syystä kiinnitettiinkin v. 1961 päähuomio simatsiinin ja amitrolin yhdistelmään, joka ruiskutetaan vesiliuoksena. Tällä seoksella on maatalouspuolella saatu lupaavia tuloksia (Mukula ja Säkö 1961). Amitroli vaikuttaa öljyjen tapaan lehtien ja neulasten kautta, mutta teho on öljyjen tehoa parempi ja vaikutus säilyy kauemmin, niin että siitä yksinäänkin on taimitarhassa saatu varsin hyviä kokemuksia (Rummukainen 1961 a ja 1962 b), kunhan ruiskutettaessa vältetään taimien kastumista. Seosten käytöstä on esiteltävänä vasta yhden kesän kokemukset, joten niiden varaan ei voi vielä paljon rakentaa. Ensimmäiset kokemukset sekä Eurajoella että Tuusulassa seoksella, jossa oli amitrolia 10 kg ja simatsiinia 5 kg/ha vastaava määrä, ovat olleet hyviä (ks. kuvat 8 ja 9; Rummukainen 1962 a).



Kuva 9. Kuvia heinittymisen torjuntakokeesta Eurajoella 1961. Ylh. käsittelemätön koeruutu. Alh. taimen ympäristö ruiskutettu istuttamisen yhteydessä kesäkuun alussa simatsiini-(5 kg/ha) amitroli-(10 kg/ha) seoksella. Kuvat otettu syyskuussa 1961.

Fig. 9. Photographs of a weed-control experiment in Eurajoki, 1961. Above: An untreated sample square. Below: The surroundings of a seedling sprayed with a solution of Simazin (5 kg. per ha.) and Amitrol (10 kg. per ha.) in early June. Photographed in September 1961.

Kirjallisuutta

Burschel, P. 1959. Untersuchungen über die chemischen Unkrautbekämpfung in Forstbaumschulen. Mitt. Biol. Bundesanst. Land- und Forstwirtsch., 97, ss. 139—143.

Heinstedt, D. 1953. Produktionskostnader vid framställning av skogsplantor. Från Skogsvårdsstyr. arbetsfält, n:r 2, ss. 7—27.

Ilmatieteellinen Keskuslaitos. Kuukausikatsaus Suomen sääoloihin. 1958, 1959, 1960. Numerot 5—8.

Ilvessalo, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. Metsäntutk. lait. julk., 47.1.

Information aus der Abteilung für Schädlingsbekämpfung. Simazin. J. R. Geigy A. G. Basel. 1957.

Mukula, J. ja J. Säkö 1961. Chemical weed control in fruit crops experiments conducted in 1956—60. Selostus: Rikkaruohojen kemiallinen torjunta hedelmä- ja marjatarhoissa. Valtion maatal. koetoiminnan julk. n:o 189.

Neuser, H. ja Peine 1961. Arbeitsorganisation, -leistungen und -kosten bei der chemischen Unkrautbekämpfung auf der Freifläche und im Bestand. Der Forst- und Holzwirt, 16, ss. 105—110.

Pein, E. 1953. Forstsamen-Gewinnung und Forstpflanzen-Anzucht in den USA und in Deutschland. Hannover.

Rummukainen, U. 1958. Simazin — uusi kemikaali rikkaruohojen torjuntaan. Metsälehti, n:o 49.

—»— 1959. Simatsiinin käytöstä rikkaruohojen torjuntaan kesän 1959 kokeiden valossa. Metsätal. aikak.lehti, 75 (21), ss. 273—275.

—»— 1961 a. Kemikaalien käytöstä rikkakasvien torjuntaan taimitarhassa kylvökeväänä. Metsätal. aikak.lehti, 77 (23), ss. 155—158.

—»— 1961 b. Havaintoja rikkakasvikemikaalien käytöstä rakeina. Summary: On the use of weed chemicals in granular form. Metsätal. aikak.lehti, 77 (23), s. 217.

—»— 1962 a. Kemikaalit heinien torjunnassa istutusaloilla. Metsälehti, n:o 1.

—»— 1962 b. Amitroli taimitarhanhoitajan apuna. Metsälehti, n:o 7.

Uhlig, S. ja W. Zentsch 1961. Unkrautbekämpfung mit W 6658 in Forstpflanzgärten. Forst und Jagd, 11, ss. 85—87.

Zeyher 1961. Möglichkeiten zur Ausschaltung der Unkrautkonkurrenz in Kämpen (Verfahrens- und Kostenvergleich). Der Forst- und Holzwirt, 16. ss. 114—118.

Experiments with Simazin

Summary

This report deals with weed-control experiments in nurseries and forest plantations, carried out in 1958—61.

In three-year experiments in 1958—60, 1—2 kg. per hectare of this chemical was administered, without any harm, to areas seeded with pine and spruce, 2 months or more after seeding. Curly birch did not stand this treatment in the summer of seeding.

In older regeneration areas seeded with pine and spruce, and in transplanting beds in the nursery, 2—4 kg. per ha. of Simazin did not cause any damage. If spraying had been delayed and the weeds had started growing, the best results were achieved by spraying Simazin together with Amitrol. Also spraying with mineral oils can be considered. Transplants of curly birch and larch *(Larix sibirica)* can also stand these treatments if care is taken not to spray on leaves when Amitrol or oil is present. It has been possible, in areas sprayed with 1—5 kg. of Simazin per ha. immediately after planting, to seed and transplant pine, spruce and curly birch without any harm to these.

In planted areas of pine and spruce, 5—25 kg. of Simazin per ha. has been administered immediately after planting; no retardation of growth was noticed for two years after the treatment. Better results in controlling weeds have been achieved by using a mixture of Simazin and Amitrol, e.g. 10 kg. of both of them per ha.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.21
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.21
Helsinki 1962

A PLAN FOR STATISTICS ON FORESTRY LABOUR INPUT AND WAGES

LAURI HEIKINHEIMO

1. The quantities to be estimated

This article, originally written in 1955, is intended to complement the plans for wage and employment statistics in Finland's forestry presented in the reports by the Committee on Wage Statistics in 1954 (Komiteanmietintö 1954) and by the Committee on Forestry Statistics in 1956 (Komiteanmietintö 1956). Partly these plans were realized in the current statistics on forestry wages begun in 1958 by the Ministry for Social Affairs (Metsäpalkkatilaston . . . 1957 and Metsätyöntekijäin . . . 1958).

The goal of the statistics on *labour input* is to estimate for all the commercial logging sites over the entire country the total number of man-days spent in different types of work, during specified observation periods. The total labour input estimate is represented in the following by the symbol x' and its subdivisions by $x'(a)$, $x'(b)$, etc. Such subdivisions are, for example, the following:

(a) Felling with hand tools, payment by piece rate
(b) Felling with power saw, payment by piece rate
(c) Hauling by horse, payment by piece rate
(d) Manual labor paid by the hour or day, etc.

The most important function of the x' estimate and its subdivisions is to act as weights in calculating the overall means for the wage statistics. They can, however, also have the significance of an independent estimate.

According to the plan, work sites are divided into strata. Now the estimates $x'(a)$, $x'(b)$, etc., can be evaluated in the following manner:

$$x'(a) = \sum^{L} \left(\frac{1}{f(h)} \sum^{n(h)} x(ai) \right), \text{ in which}$$

5074—62

L is the total number of strata,
h refers to a specific stratum,
$f(h)$ is the true sampling fraction of the hth stratum,
$n(h)$ is the number of sample work sites in the hth stratum,
$x(ai)$ is the labour input in subdivision (a) of the ith sample work site of the hth stratum during the observation period.

The goal of the wage statistics is to estimate in each of the subdivisions (a), (b), etc., listed above, the average daily earnings, that is, the wage level, throughout the nation by the following principle:

$$\bar{y}(a) = \frac{\sum_{}^{L} \left(\frac{1}{f(h)} \sum_{}^{n(h)} y\,(ai) \right)}{x'(a)}, \text{ in which}$$

$y(ai) = x(ai)\bar{y}(ai)$,
$\bar{y}(a)$ is the wage level in (a) during the observation period for the whole country,
$y(ai)$ is the estimated total earnings for work site i in subdivision (a) during the observation period,
$\bar{y}(ai)$ is the average daily earnings in subdivision (a) of work site i about the time of the observation period.

The expression in the numerator of the formula is the total of the earnings (its estimate) of all timber cutters paid by piece rate working with hand tools during the observation period. When it is divided by the corresponding labour input, the figure depicting the level of earnings of timber cutters, according to the theory presented by L a u r i l a (1953), and N i i t a m o (1958), is obtained. The total of earnings for a given period of time cannot be measured directly when the payment is based on output because the payment period in this work varies in length and occurrence. Therefore, at the sample work site the earnings (obtained from bookkeeping records) of the workers in subdivision (a) for a payment period which most closely covers the observation period and the corresponding labour input in days (measured for the purpose) must be determined (H a k k a r a i n e n 1956). The average daily earnings $\bar{y}(ai)$ for the payment period are now obtained by dividing the total wage by the total labour input during the payment period. Multiplying this by the true labour input $x(ai)$ of the observation period gives an approximation of the total earnings $y(ai)$ of the work site during the observation period.

When the estimates $\bar{y}(a)$, $\bar{y}(b)$, etc., have been made for the whole nation, it is possible, at least in principle, to calculate an overall mean for all the subdivisions with the labour inputs as weights. It must be noted, how-

ever, that in Finland the worker ordinarily owns his implements (power saw, tractor, horse) and receives compensation in his wages also for the use of this production capital. For this reason, in calculating the mean over the subdivisions, this compensation should be subtracted from the average earnings of subdivisions *(b)* and *(c)*, for instance. In practice a satisfactory solution to this problem has not been found.

2. Sampling design

The *population* is comprised of all the commercial logging sites of the nation which are in operation during the observation period.

The work site is according to the plan the elementary unit, which signifies that all the workers of a sample work site will be included in the sample. For the wage statistics it would be possible on large work sites to be content with a random sample of the workers in order to facilitate the observations for determining the $\bar{y}(ai)$ values. This possibility meriting further consideration will not, however, be dealt with here.

Main strata. In practice, it would not be possible to compile a complete list of all the work sites of the population. However, such a list should be relatively easily obtained for the work sites operated by the State and the major forest industry companies, sufficiently in advance of the start of the observation period. These work sites, which in this way form one stratum of the population, are termed in the following the work sites of the major employers in forestry, or briefly, *major work sites.*

All other work sites of the population for which there is no list and which comprise the other stratum are termed, briefly, *minor work sites.* It ought to be pointed out that both strata include both large and small work sites, even though the major work sites are on the average larger than the minor work sites.

Types of sampling. Since a list of the major work sites can be obtained and because the major employers most likely will collect the required information without compensation provided that their part of the total sample be reduced to the minimum a one-stage stratified sample seems most suitable.

In the minor work sites it is necessary to use an area sample. Also in order to reduce the amount of work incurred in making observations and to spare traveling expenses, the sample work sites in this stratum have to be confined to limited groups or clusters. Of all the communes of the nation or groups of communes, 15—20 communes could be taken randomly and be termed sample communes. From them the minor work sites could be taken randomly as was done for the major work sites of the whole country. For the minor work sites the selection is thus of the two-stage sample type. The

proportion of forest area covered by the sample would probably be most suitable as the raising factor in the first stage.

Areal stratification. It is favorable to divide the country areally into several substrata in each of which random sampling is done independently. Administrative considerations and technical aspects of the sampling speak in favor of using the areas under the district forestry boards as the areal divisions.

In order to obtain a better geographical dispersion of the sampling units, systematic sampling of the major work sites listed by communes can be done in the mentioned areas. Area sampling for the study of the minor work sites can for the same reason be done as systematic sampling from the list of commune groups of the area. It is perhaps most practical in studying the minor work sites to divide the district into groups of adjacent communes so that the forest areas of the groups are approximately equal and to carry out the systematic sampling from these groups.

Division into size classes and allocation of the sample. In the wage statistics the ratio between the total of earnings y' and the total labour input x' is estimated. To minimize the variance of both the numerator and the denominator, it is best to stratify the work sites into size classes and to allocate the sample into these strata as explained above. The best measure of the size of the work site is the total number of workers employed at the beginning of the observation period. A possible alternative could be the number of workers at the time when the list is compiled or the amount of felling planned for the work site.

Because an abundance of different sampling fractions affects the analysis of the data, it is hardly necessary to divide the work sites into more than three size classes.

In estimating the labour input, the size class division should be such that each class includes approximately the same number of workers. The allocation of the sample is nearly optimal when the same number of work sites is taken from all size classes. Thus the sampling fraction of each class will be proportionate to the average size of the work sites of the class.

Obviously, within the stratum the variance of the variable $\overline{y}(i)$ in work on piece rate is largest in the small work site stratum and becomes smaller as the size of work sites increases. On the other hand, the size of the work site (expressed, for instance, in labour input) and the variable $\overline{y}(i)$ probably show no correlation. There is naturally a strong positive correlation between the total earnings $y(i)$ and labour input $x(i)$ of a work site.

All that was noted in the foregoing concerning the stratifying of the major work sites into size classes and the allocation of the sample applies also to the stratification of minor work sites in each of the groups of sample communes of the area sample.

The confidence requirement of the estimates. For minor work sites the wage statistics in particular include many factors of uncertainty that can be avoided when studying major work sites. Thus, there is the danger that there will be included in the sample of minor work sites a relatively large number of work sites from which information on the total earnings cannot be obtained even though they had had some wage workers. Still more often it might prove necessary to estimate the total earnings of the minor work sites on the basis of output figures and other such uncertain information. Also the securing of information on labour input and the reliability of the observations are much less certain with minor work sites than with major work sites.

Therefore, although a maximum relative standard error of ± 2.5 % would probably be sufficiently small for the estimates concerning all work sites and the country as a whole, it must, however, be required that the estimates are obtained with this same accuracy also for the major work sites alone. Because the estimate $\bar{y}(a)$ is more important than the others, the confidence requirement applies only to it. Wider confidence interval is permissible for other estimates.

3. Size of sample

In the sample of the major work sites the relative variance of estimate x' is[1]) (H a n s e n et al. 1953)

$$v^2(x') = \frac{s^2(x')}{N^2\bar{x}^2} = \sum^{L} \frac{N^2(h)}{N^2} (1-f_h) \frac{a^2(x_{hi})}{n(h)}$$

where $s^2(x')$ is the variance of x'

$N(h)$ is the number of work sites in stratum h

N is the total number of work sites in the population

n is the total number of work sites in the sample

$\bar{x} = \frac{x'}{N}$ is the mean labour input of the work sites over the entire population

$a^2(x_{hi}) = \frac{s^2(x_{hi})}{\bar{x}^2}$ where

$s^2(x_{hi})$ is the variance of the labour inputs of the sample work sites in stratum h

[1]) In this and in the following the group symbol *(a)* has been omitted.

As only approximative estimates of the sample size are possible, the factor *(1—f)* and the variation of the sampling fraction may be disregarded. Thus we obtain the approximative size n of the sample by

$v^2(x') \approx w^2(x)/n$ where

$$w^2(x) = \sum^{L} N(h)a^2(x_{hi})/N \quad or$$

$$= \frac{1}{\bar{x}^2} \sum^{L} N(h)s^2(x_{hi})/N$$

In the study of minor work sites, n is determined with the same simplification as above from the formula:

$v^2(x') \approx b^2(x)/m + w^2(x)/n$, where
$b^2(x)$ is the relative variance of the x' estimates between the sample communes,
m is the number of sample communes,
$w^2(x)$ is as already defined.

In this case, in order to obtain the size of the sample, it is necessary to evaluate both $b(x)$ and $w(x)$ provided that the number of sample communes m is determined by the factors presented in the preceding section.

The size of the sample for estimate $\bar{y}$ can be determined with the same simplifications as above from the formula:

$v^2(\bar{y}) \approx b^2(\bar{y})/m + w^2(\bar{y})/n$, where
$b^2(\bar{y}) \approx b^2(x) + b^2(y) - 2r_1 b(x)b(y)$
$w^2(\bar{y}) \approx w^2(x) + w^2(y) - 2r_2 w(x)w(y)$, where
$b^2(x)$ and $w^2(x)$ are as above,
$b^2(y)$ and $w^2(y)$ are the corresponding relative variances of the total earnings,
$b^2(\bar{y})/m$ becomes zero in the sample of major work sites,
r_1 is in the sample of minor work sites the correlation coefficient between the total earnings and the labour inputs in the sample communes.
r_2 is the correlation coefficient between the total earnings and the labour inputs in the sample work sites. It can be assumed that $r_1 \approx r_2 = r$.

In order to determine the size of the sample to be taken from the major work sites it is thus necessary to estimate for the major work sites $w(y)$ and r in addition to the quantity $w(x)$. In the major work sites $w(y)$ is probably only slightly greater than $w(x)$.

To determine the size of the sample to be taken from the minor work sites it is necessary to consider the work site estimates of $b(x)$ and $w(x)$ for the statistics on labour input and in addition $b(y)$, $w(y)$, and r for the wage statistics.

It can be assumed that r is a figure approaching 1 and hence a considerably smaller sample is needed for the wage statistics than for the statistics on labour input, when the relative confidence requirement for the estimates x' and $\bar{y}$ are the same. This is an advantage, because wage observations in piece rate work are more laborious than labour input observations. If the x' estimations are needed only to weight the wage statistics, a sample might suffice whose size is determined merely on the basis of the confidence requirement of the estimate $\bar{y}$.

Literature

HAKKARAINEN, AULIS. 1956. Palkka- ja työllisyystilastojen esitutkimukset. Silva fennica 89, Appendix 1.

HANSEN, MORRIS H. — HURWITZ, WILLIAM N. and MADOW, WILLIAM G. 1953. Sample survey methods and theory. I. New York — London.

HOLOPAINEN, VILJO. 1956. Yksityismetsien luovutusmäärä, sitä vastaava kantorahatulo ja raakapuun hintataso Keski-Suomen metsänhoitolautakunnan alueella hakkuuvuotena 1953/54. *Summary:* Removal of private forests, stumpage and prices of roundwood in the area of Keski-Suomi district forestry board in the felling year 1953/54. Silva fennica 89, Appendix 4.

Komiteanmietintö N:o 40. 1954. Ansiotilastotoimikunnan mietintö. Helsinki. Mimeogr.

Komiteanmietintö N:o 2. 1956. Metsätilastokomitean mietintö. *Summary:* Report of the committee on forest statistics. Silva fennica 89.

LAURILA, EINO H. 1953. Palkkatason vaihteluiden määrittämisestä. Kansallis-Osake-Pankki, Taloudellinen Katsaus p. 265—274. Helsinki.

Metsäpalkkatilaston esitutkimus vv:lta 1956—57 — Försöksundersökningen åren 1956—57 av skogsarbetarnas löner 1957. Sosiaalinen aikakauskirja — Social tidskrift 51, p. 351—353. Helsinki.

Metsätyöntekijäin palkat v:n 1958 ensimmäisellä neljänneksellä — Skogsarbetarnas löner under första kvartalet 1958, 1958. Sosiaalinen aikakauskirja — Social tidskrift 52, p. 237—238. Helsinki.

NIITAMO, O. E. 1958. Palkansaajien ansiotarve ja palkkasummia kuvaava neljännesvuositilasto — Kvartalsstatistiken över löntagarnas förtjänstnivå och lönesummarna. *Summary:* Quarterly statistics on wages and salaries. Bulletin of statistics 23. Helsinki.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.22
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.22
Helsinki 1962

ON THE FIXATION OF MOLECULAR NITROGEN IN NATURE

ARTTURI I. VIRTANEN

Laboratory of the Foundation for Chemical Research, Biochemical Institute,
Helsinki, Finland

It gives me great pleasure to contribute an article to the Jubilee Volume dedicated to my friend and colleague Yrjö Ilvessalo on his 70th birthday. His important work in the field of forest valuation has among other things given a clearer picture than before of the growth of forests on different soils and has thus revealed the nutritional deficiencies which decrease the growth. Nitrogen deficiency is one of the most important growth-retarding factors especially in pine forests on extensive areas of our country. In my article I therefore deal with the fixation of gaseous nitrogen in nature, which is the main source of nitrogen nutrition for forests.

The question of the fixation of molecular nitrogen in the *atmosphere* by electric discharges or photochemical reactions, in the *soil* and in *water* by free-living nitrogen-fixing microorganisms, or in the *root nodules* of leguminous and some nonleguminous plants, is of enormous importance because nitrogen deficiency is usually the factor which limits the growth of plants. Notwithstanding the fact that ammonia and nitrate are produced industrially on a large scale, these nitrogen compounds still constitute only a small percentage of the total nitrogen required by the agricultural crops of the world. The noncultivated vegetation, especially the forests, is totally dependent on nitrogen fixation in nature. In many cases the nitrogen reserves of the soil can supply plants with nitrogen for a shorter or longer time, but even these nitrogen reserves have been built up as a result of atmospheric or biological nitrogen fixation.

In the following I shall make a brief survey of the fixation of molecular nitrogen in nature.

5281—62

1. Nitrogen fixation in the atmosphere

It was earlier believed and is still popularly held that considerable amounts of gaseous nitrogen (N_2) are oxidized by electric discharges in connection with thunderstorms, and that the nitrogen oxides thus formed are brought to the soil by precipitation. The nitrogen determinations performed on the annual precipitation in many regions during recent years have revealed, however, that in thinly populated regions the rainwater contains extremely small amounts of nitrogenous compounds. According to the preliminary reports published by Eriksson (1959) concerning the extensive rainwater analyses started in the middle of the last decade in Scandinavia, the total ammonium and nitrate nitrogen contained in the annual precipitation is <1 kg per ha north of the Arctic circle, 1.0—2.0 kg in Central Scandinavia and in Southern and Central Finland, 2.5—5.0 kg in Southern Sweden, and 5.0—7.0 kg in Denmark. According to Buch (1960), who is leading the project in Finland, the annual variations may be great; for instance in Central Finland they have varied from 0.75 to 2.44 kg of total N (NH_4-N+NO_3-N) per ha in two successive years. In the measurements performed by Saris and myself in 1952 at Sipoo near Helsinki, we arrived at values of about 2 kg per ha. In Viro's (1953) investigations on the balance of natural nutrients of the soil in Finland, much higher values were obtained for the nitrogen content of rainwater. This is possibly due to the fact that the determinations were not made on the entire annual precipitation but on the snow that fell in February and March. — According to Scharrer (1951), the annual precipitation near Giessen in Germany may contain as much as 15.9 kg of NH_4-N and 12.3 kg of NO_3-N per ha.

The proportion of the total nitrogen present as ammonium nitrogen varies considerably in different regions. In Denmark, for instance, the ammonium nitrogen in the rainwater is nearly double the amount of nitrate nitrogen. The smaller the total amount of nitrogen in the rainwater, the smaller is the relative amount of ammonia.

The results indicate that the amount of nitrogen compounds in the annual precipitation is dependent on the population density and its agricultural and industrial activities; in other words, these compounds are to a great extent brought into the air as a result of man's activities (Virtanen, 1952). Ammonia is formed when nitrogenous compounds are burnt or when compounds containing organic nitrogen are decomposed, mainly by the effect of microorganisms. Ammonia losses are impossible to prevent when dung and urine are collected, when it is spread, or when the cattle are grazing. The synthesis of ammonia does not seem likely under atmospheric conditions, and it is probably not formed at all in the atmosphere [1]).

[1]) The organic nitrogen which is found in small and variable amounts in rainwater originates from dust particles, pollen, insects, and microorganisms.

At least a part of the nitrate nitrogen in rainwater has obviously been formed through the oxidation of nitrogen in the atmosphere (Virtanen, 1952). The latest radiation investigations indicate that NO is formed by photochemical reactions in the upper atmosphere, right up to an altitude of 90 kilometers. From this altitude it then appears to move downwards to the troposphere, mix with ozone, and ultimately become oxidized to nitric acid.

The amounts of nitrate formed through electric discharges during thunderstorms are extremely small, at least in the northern and temperate zones. On the basis of the estimations made by Finnel and Houghton in Oklahoma, Hutchinson (1944) has calculated that at most 140—350 g of N_2 is fixed per ha per year through electric discharges. Even a part of the nitrate nitrogen in rainwater is obviously brought to the air through man's activities, at least in industrial regions. It is still uncertain whether the denitrification product of nitrate, N_2O, which is evaporated from the soil to the atmosphere, participates in the formation of nitrate in the atmosphere. Its decomposition is a fact, however.

On the whole it may be said that thinly populated countries like Finland receive only very small amounts of nitrogen compounds annually from the atmosphere with the rainwater. Perhaps as much as one-third of the total combined nitrogen in the rainwater is formed in the atmosphere from gaseous nitrogen (the bulk of the nitrate nitrogen). If we presume that our pine forests utilize 5—10 kg of nitrogen per ha (Tamm, 1959), the combined nitrogen in the annual precipitation is by no means insignificant from the standpoint of forest growth. This amount may be larger on hill and mountain sides and in valleys when the rainwater runs down the slopes. On level ground the amount of combined nitrogen contained in the rainwater seems so small, however, that it only compensates for the nitrogen lost by leaching or evaporation. Such an estimate as this is very rough, however, since it is possible that not all the nitrogen compounds coming from the atmosphere are contained in the rainwater, but that the acid humus absorbs ammonia from the air to some extent.

The problem of the nitrogen supply of our forests on nitrogen-deficient soils is therefore unsolved. Even poor vegetation requires a few kilograms of nitrogen annually, and the source of this is obscure. In this case we have to consider biological nitrogen fixation primarily.

2. Nitrogen fixation by free-living microorganisms

After Jodin, in 1862, and Berthelot, in 1885, had shown that some microorganisms can use gaseous nitrogen as their nitrogen source, Winogradsky, in 1894, isolated from soil an anaerobic microorganism,

Clostridium pasteurianum, which, when growing on a medium containing glucose and phosphate but no combined nitrogen, fixed about 2 mg of gaseous nitrogen per g of glucose fermented. A few years later Beijerinck isolated from soil and from canal water, respectively, two aerobic nitrogen-fixing organisms, *Azotobacter chroococcum* and *agilis* which were much more effective than *Clostridium* in fixing nitrogen. The amount of nitrogen fixed by *Azotobacter vinelandii*, a rapidly growing species discovered later is usually 10—20 mg, at the very highest 25 mg of nitrogen per g of sugar utilized. On the other hand, some clostridia have been found to fix 6—8 mg, at the highest 10—12 mg, of nitrogen per g of sugar.

Because *Azotobacter* species fix nitrogen only at neutral (pH limit about 6) or slightly alkaline reactions, they are of no significance in acid soils. Clostridia, however, may act as nitrogen fixers in some acid soils at least. As early as the 'thirties, Vartiovaara (1938) showed in this laboratory that *Clostridium pasteurianum* grows and fixes nitrogen in association with cellulose-degrading fungi when cellulose is the only source of carbon. Such a symbiosis between nitrogen-fixing bacteria and cellulose-degrading organisms, in which the sugars formed as decomposition products of cellulose function as the carbon source of the nitrogen-fixing bacteria, seems to be a natural process in acid soils. In Vartiovaara's experiments the best nitrogen-fixing cultures of clostridia came from a sample of an acid lowmoor peat, pH 4.4.

Until the late 'twenties, the only free-living, nitrogen-fixing microorganism known belonged to the genera *Azotobacter* and *Clostridium*. Since then the situation has changed completely. In 1928, it was proved conclusively that blue-green algae *(Nostoc* and *Anabaena)*, which assimilate carbon dioxide, use gaseous nitrogen as their nitrogen source (Drewes, 1928). Since then, this ability has been proved in more than 20 species distributed in many genera. The blue-green algae play a special role in the economy of nature, because being autotrophic with regard to carbon as well as nitrogen, they are able to grow on humid rocks, for instance. They also grow in sand. Some blue-green algae live in symbiosis with other plants. A few years ago it was shown that some lichens *(Collema granosum* and *Leptogium lichenoides)* fix nitrogen with the help of blue-green algae *(Nostoc)* as their other component (Bond and Scott, 1955).

Since the 'forties, when ^{15}N came into use as a labelled atom, many microorganisms have been found to fix nitrogen to a small extent. Among these, *Aerobacter* and some *Pseudomonas* species which grow in the soil may be mentioned. Especially interesting are the soil yeasts growing on acid heath soils of pH 4.5, heather being the cover plant (Metcalfe and Chayen, 1954). Numerous photosynthetic bacteria likewise possess the ability to fix nitrogen.

There are no reliable data on the extent of the annual nitrogen fixation by free-living, nitrogen-fixing microorganisms either in our forest soils or in our cultivated soils. To procure such data is difficult, but using the ^{15}N labelled atom, we can hope to gain at least some information in this important field. Experiments along this line have been started in our laboratory.

Addition to proof. In the first experiment in which $^{15}N_2$ was added to the air, a nitrogen fixation corresponding to approximately 1 kg of nitrogen per ha was observed during one month (Moisio and Virtanen). The soil used was a 5 cm thick surface layer of sandy soil from a pine forest and contained a lot of litter. The temperature during the experiment was 20—30°C by day, at nights about 10°C. The arrangement of the test will be reported on when more material has been collected.

3. Symbiotic nitrogen fixation in the root nodules of the alder

Nitrogen fixation in the root nodules of leguminous plants is a reaction of fundamental importance for the survival of living organisms. The importance of this phenomenon is easy to understand because of the enormous amounts of nitrogen which can be fixed in the nodules of these plants. In good clover and alfalfa fields from 200 to 700 kg of nitrogen per ha per year are fixed under different climatic conditions. Symbiotic nitrogen fixation is not confined to leguminous plants alone, however. Nitrogen-fixing root nodules have to date been reported on 65 species of trees and shrubs within 6 families of Dicotyledons *(Betulaceae, Elaegnaceae, Myricaceae, Rhamnaceae, Casuarinaceae,* and *Coriariaceae).* Because of its worldwide distribution and its rapid growth, the genus *Alnus* is the most important of the nitrogen-fixing nonleguminous plants. Alder nodules have surely been known for centuries because of the enormous size of the old nodule groups. In 1896, Hiltner made the first observations on the importance of the root nodules of *Alnus glutinosa* in the nutrition of this plant. His studies on the growth of nodulated and nodule-free alder plants, which continued for many years, proved that the function of the nodules was nitrogen fixation.

In spite of numerous attempts to isolate the specific microorganism from the nodules of the alder, and to cultivate it in some suitable nutrient media, positive results have not been achieved. According to Quispel (1955), a definite development of the endophyte of *Alnus glutinosa* in some peat suspensions was measured, but the organism could not be isolated. Many organisms have been isolated and claimed to be responsible for nitrogen fixation, but the formation of effective nodules has never been accomplished with any of these. The true causal organism is, therefore, not yet known. Various names such as *Actinomyces alni* and *elaeagni, Mycobacterium, Strepto-*

thrix, *Rhizobacterium*, and *Azotobacter*, show the different opinions which have been held on the nature of the active organisms.

The reason why it has proved impossible to isolate the specific organisms which produce the nitrogen-fixing nodules on nonleguminous plants is not at present known. The lack of some nutrient in the substrates used may be one reason. Since the addition of crushed root nodules to the medium has not led to the successful isolation of the causal organism, the possibility exists that the strong enzymic oxidations which occur in the crushed nodules destroy some factor indispensable for the growth of the microorganism or form some growth-inhibiting substance. Attention has not, as yet, been paid to these points. It has also been suggested that two different microorganisms may be necessary to achieve nodulation (Lieske, 1921, Uemura, 1952). This too, is only a hypothesis.

Although the organisms required for the formation of effective nodules are not known, some information on their specificity already exists. Cross-inoculation tests with crude inocula have shown that plant species of one family are not nodulated by organisms from another. Using crushed nodules as inocula, no cross-inoculation was obtained by Roberg (1934) between *Alnus*, *Elaeagnus*, and *Hippophaë* or by Bond *et al.* (1954) between *Alnus* and *Myrica*. All nine *Casuarina* species investigated were, according to Mowry (1933), susceptible to the same organism.

The invasion of the root hair by the appropriate microorganism, and the formation of nodules on alder roots resembles nodule formation on leguminous roots. The pH optimum for the growth of nodulated alder plants proved to be wide in our pot experiments with quartz sand as medium (1936). The growth of nodulated *Alnus glutinosa* without combined nitrogen was much weaker at pH 4 than at 5 and 6. Bond *et al.* (1954) found the pH optimum to lie between 4.2 and 5.4 in water cultures. In our experiments nodulated *Alnus glutinosa* without combined nitrogen grew better than non-nodulated plants with ammonium nitrate (Virtanen and Saastamoinen, 1933 and 1936). (Fig. 1).

While in our experiments nodules were produced on practically all *Alnus glutinosa* plants after inoculation with a suspension of crushed nodules separated from this species, the situation was different in regard to *Alnus incana*. Only a few per cent of the very numerous plants were nodulated after inoculation with the same suspension (Virtanen and Saastamoinen, 1936). We do not know if this concerns only the batch of seeds used in our experiments or if the phenomenon is more general.

Nitrogen fixation has also been shown in excised alder nodules exposed to a mixture of O_2 and N_2 enriched with $^{15}N_2$ for 30 min — 2 h (Virtanen *et al.*, 1955).

Effective legume nodules always contain a red pigment, ineffective ones never. This pigment, indispensable for nitrogen fixation, is a hemoglobin called by me leghemoglobin (Virtanen, 1945; Virtanen *et al.*, 1945; 1947 a, b; Ellfolk and Virtanen 1950; 1952). The pigment can be separated by electrophoresis into two components, which have been purified and crystallized (Ellfolk, 1959; 1960; 1961). Davenport (1960) has recently claimed to have demonstrated hemoglobin in the root nodules of *Alnus*, *Myrica*, and *Casuarina* after inactivation of the strong polyphenoloxidase which is always present in the roots and nodules of these genera. The similarity between the leguminous nodules and alder nodules is thus great. Even the function of these nodules seems to be similar. The mode of transfer of nitrogenous compounds from the nodules to the host plant probably corresponds to that in the legumes.

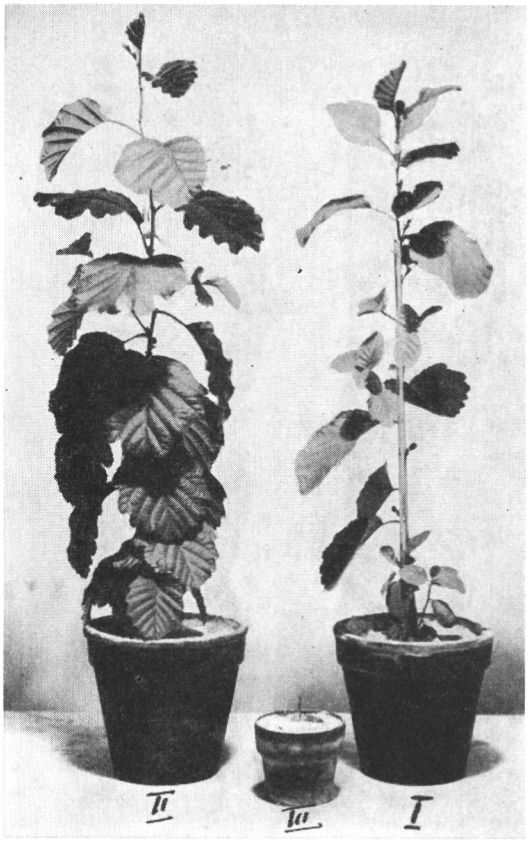


Fig. 1. Experiment with *Alnus glutinosa* in quartz sand. Second growing season 1932. Inoculated plant without combined nitrogen (left, II). Uninoculated plant without combined nitrogen (control, III). Uninoculated plant with ammonium nitrate (right, I).

A characteristic difference between the legumes and the alder, however, is to be found in the amino acid composition of the nodules as well as the roots (Miettinen and Virtanen, 1952). Asparagine and glutamine are typical in leguminous root nodules and roots, but are not present in alder nodules and roots. Instead of these amides, L(+)-citrulline, according to investigations performed in this laboratory, is the quantitatively predominant amino acid in the alder nodules (Miettinen and Virtanen, 1952). It is also found, however, in the roots of non-nodulated alder. The great accumulation of citrulline in the alder nodules in autumn (1—2 per cent of the dry weight of the nodules) and its rapid depletion in spring suggest that in the alder citrulline plays a role in the storage and transport of the nitrogen fixed in the nodules. It may, accordingly, have the same role as asparagine and glutamine in leguminous plants.

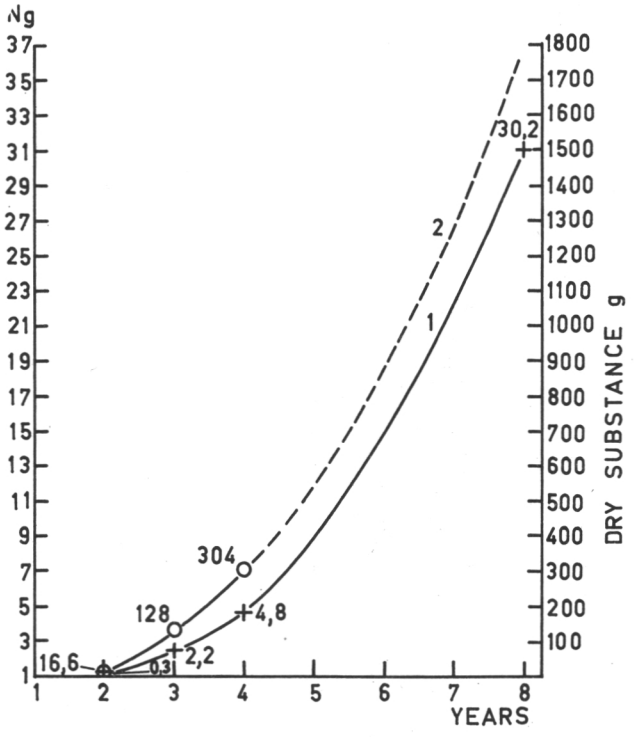


Fig. 2. Eight years' experiment with inoculated *Alnus glutinosa* in quartz sand without combined nitrogen. 1. Nitrogen, grams per plant; 2. dry substance, grams per plant.

Regarding the efficiency of nitrogen fixation in the alder nodules, it has already been mentioned above that *Alnus glutinosa* grew better when nodulated without any combined nitrogen than when non-nodulated with ammonium nitrate. The growth of the nodulated *Alnus glutinosa* and its nitrogen fixation in long-term experiments conducted in the greenhouse of this laboratory during the years 1931—1938 are presented in Fig. 2 (Virtanen, 1957).

As shown in the figure, it was found that in seven years 30.2 g of nitrogen was fixed by a nodulated alder plant grown in nitrogen-free quartz sand fertilized with mineral nutrient solution. This nitrogen originated from the gaseous nitrogen fixed in the alder nodules. Fallen leaves which had been carefully gathered and analyzed in these years are included in this amount of nitrogen. In all, 14.0 g of nitrogen was found in the leaves. At the end of the experiment in 1938, stems, branches, and buds, as well as roots and nodules, were weighed and analyzed. The nitrogen of the sand was also determined. Table 1 shows the amounts of nitrogen found.

The amount of fixed nitrogen was apparently somewhat larger than the analyses show, because nitrogen compounds possibly disappear from the leaves to some extent before they fall.

Table 1. Distribution of the nitrogen fixed during seven years in the root nodules of the alder.

Plant analysed	Stems, branches, and buds	Leaves	Roots and nodules	Quartz sand
Ng	9.2	14.0	7.0	ca. 0.6

If we presume that in a thick grove of alders *(Alnus glutinosa)* about 2.5 m high, like the test alder, there are 5 specimens per m^2, the leaves falling to the ground during seven years would have contained 70 g of nitrogen per m^2 and accordingly 700 kg per ha [1]). The high nitrogen content of alder leaves leads to their rapid decomposition and the mineralization of the nitrogen. According to M i k o l a's (1960) experiments, ground alder leaves mixed with the soil promote the growth of pine plants from the first year onwards, while other litters noticeably inhibit growth during the first few years. The fact that nitrogen-rich humus is formed under alder plants has long been known, and people have gathered this mold for their pot plants.

The results obtained in a greenhouse cannot of course be assumed to apply to the conditions in nature as such. Above all, dryness is a factor inhibiting the growth of the alder on the very soils that are badly in need of nitrogen fertilization. The growth of the common alder *(Alnus glutinosa)* is surprisingly good on favourable soil, however, and the amount of nitrogen fixed correspondingly high. The problem of how the unique capacity of the alder to use molecular nitrogen as its nitrogen source can be used for promoting the growth of other trees is still unsolved. It is with pleasure that I note that, because of its high nitrogen-fixing capacity, the alder has recently been given increasing attention by forest scientists.

[1]) In my paper (1957) only one alder plant was presumed to grow per m^2. In fact the number of alder bushes 2 to 3 m high in a thick grove of *Alnus glutinosa* is usually five or more per m^2.

References

Bond, G., Fletcher, W. W., and Ferguson, T. P. (1954). The development and function of the root nodules of *Alnus*, *Myrica*, and *Hippophaë*. Plant and Soil **5**, p. 309—323.

Bond, G. and Scott, G. D. (1955). Symbiotic systems for nitrogen fixation. Ann. Botany (London) **19**, p. 65.

Buch, K. (1960). Zusammensetzung des atmosphärischen Niederschlagens in Finnland. Soc. Scient. Fennica, Comm. Physico-Mathem. **34**, 10, p. 1—26.

Davenport, H. E. (1960). Haemoglobin in the root nodules of *Casuarina cunninghamiana*. Nature **186**, p. 653—654.

Drewes, K. (1928). Über die Assimilation des Luftstickstoffs durch Blaualgen. Zentr. Bakteriol. Parasitenk. Abt. II, **76**, p. 88—101.

Ellfolk, N. Crystalline leghemoglobin. Acta Chem. Scand. **13**, p. 596—597 (1959); **14**, p. 609—616 (1960); p. 1819—1827; **15**, p. 545—554 (1961); p. 975—984; Ellfolk, N. and Levin, K., p. 444—445.

Ellfolk, N. and Virtanen, A. I. (1950). Electrophoresis of leghemoglobin. Acta Chem. Scand. **4**, p. 1014—1019.

Ellfolk, N. and Virtanen, A. I. (1952). The molecular weight of leghemoglobin. Acta Chem. Scand. **6**, p. 411—420.

Eriksson, E. (1959). Atmosfärens kemi. Svensk Kemisk Tidskrift **71**, p. 15—32.

Hiltner, L. (1896). Über die Bedeutung der Wurzelknöllchen von *Alnus glutinosa* für die Stickstoffernährung dieser Pflanze. Landwirtsch. Vers. Sta. **46**, p. 153—161.

Hutchinson, E. (1944). Nitrogen in the biogeochemistry of the atmosphere. Am. Scientist **32**, p. 178—195.

Lieske, R. (1921). Morphologie und Biologie der Strahlenpilze (Actinomyceten). Borntraeger, Leipzig.

Metcalfe, G. and Chayen, S. (1954). Nitrogen fixation by soil yeasts. Nature **174**, p. 841—842.

Miettinen, J. K. and Virtanen, A. I. (1952). The free amino acids in the leaves, roots and root nodules of the alder *(Alnus)*. Physiol. Plantarum **5**, p. 540—557.

Mikola, P. (1960). Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in southern and northern Finland. Oikos **11**, p. 161—166.

Mowry, H. (1933). Symbiotic nitrogen fixation in the genus *Casuarina*. Soil Sci. **36**, p. 409—425.

Quispel, A. (1955). Symbiotic nitrogen fixation in non-leguminous plants. III. Experiments on the growth *in vitro* of the endophyte of *Alnus glutinosa*. Acta Botan. Neerl. **4**, p. 671—689.

Roberg, M. (1934). Weitere Untersuchungen über die Stickstoffernährung der Erle. Ber. deutsch. botan. Ges. **52**, p. 54—64.

Scharrer, K. and Fast, H. (1951). Untersuchungen über die dem Boden durch die Niederschläge zugeführten Pflanzennaturstoffe. Z. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenk. **55** (**100**), p. 97—106.

Tamm, C. O. (1959). Förrådet av växtnäringsämnen i mark och bestånd med särskild hänsyn till den nordsvenska tallhedens produktionsekologi. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift. p. 515—527.

Uemura, S. (1952). Studies on the root nodules of alders *(Alnus* spp.). IV. Experiment on the isolation of actinomycetes from alder nodules. Bull. Gov. Forestry Exp. Sta. (Japan) **52,** p. 1—18.

Vartiovaara, U. (1938). The associative growth of cellulose-decomposing fungi and nitrogen-fixing bacteria. J. Sci. Agric. Soc. Finland **10,** p. 241—264.

Viro, P. J. (1953). Loss of Nutrients and the Natural Nutrient Balance of the Soil in Finland. Comm. Inst. Forest. Fenn. **42,** p. 5—51.

Virtanen, A. I. (1945). Symbiotic nitrogen fixation. Nature **155,** p. 747—748.

Virtanen, A. I. (1952). Molecular nitrogen fixation and nitrogen cycle in nature. Tellus **4,** p. 304—306.

Virtanen, A. I. (1957). Investigations on nitrogen fixation by the alder. II. Associated culture of spruce and inoculated alder without combined nitrogen. Physiol. Plantarum **10,** p. 164—169.

Virtanen, A. I., Erkama, J., and Linkola, H. (1947 a). On the relation between nitrogen fixation and leghaemoglobin content of leguminous root nodules. II. Acta Chem. Scand. **1,** p. 861—870.

Virtanen, A. I., Jorma, J., and Laine, T. (1945). The iron and haemin content of leghaemoglobin. Suomen Kemistilehti B **18**, p. 49.

Virtanen, A. I., Jorma, J., Linkola, H., and Linnasalmi, A. (1947 b). On the relation between nitrogen fixation and leghaemoglobin content of leguminous root nodules. Acta Chem. Scand. **1,** p. 90—111.

Virtanen, A. I., Moisio, T., and Burris, R. H. (1955). Fixation of nitrogen by nodules excised from illuminated and darkened pea plants. Acta Chem. Scand. **9,** p. 184—186.

Virtanen, A. I. and Saastamoinen, S. (1933). Über die Stickstoffbindung bei Erlen *(Alnus).* Acta Chem. Fennica B **6,** p. 57.

Virtanen, A. I. and Saastamoinen, S. (1936). Untersuchungen über die Stickstoffbindung bei der Erle. Biochem. Z. **284,** p. 72—85.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.23
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.23
Helsinki 1962

DIE WIRKUNG VON WALDENTWÄSSERUNG AUF DIE ABLAUFVERHÄLTNISSE VON TORFBODEN

S. E. Multamäki

Einleitung

Da die Waldentwässerung, mit der man in Finnland seit einem halben Jahrhundert und in Schweden einige Jahre zuvor begann und in der wir augenblicklich wenigstens quantitativ eine führende Stellung in der ganzen Welt einnehmen dürften, dennoch verhältnismässig jung ist, nimmt es nicht wunder, dass man noch nicht dazu gekommen ist, ihre Wirkung auf die Hydrologie des Landes gründlich zu untersuchen. Die wissenschaftliche Forschung des Gebietes hat sich natürlich anfangs in erster Linie der nach der Entwässerung der Moore eingetretenen Veränderung, ihrer Bewaldung und ihren Waldwuchsmöglichkeiten sowie der Waldentwässerungstechnik zugewandt. Die hydrologischen Untersuchungen sind ausserdem von langer Dauer und haben als solche zum mindesten dem einzelnen Forscher übermächtige Schwierigkeiten bereitet.

Eine eigentliche vergleichende Untersuchung darüber, ob die Entwässerung sumpfiger Waldböden eine Steigerung der Hochwasser oder vielleicht ihre Verringerung verursacht, ist weder bei uns noch sonstwo angestellt worden. Vorbereitenderweise haben die Methode dieser Untersuchung M u s t o n e n und L a i k a r i behandelt in einem hektographierten Manuskript, mit dem der Verfasser sich hat vertraut machen können. Infolge beschränkten Druckraumes hat der bereits niedergeschriebene Teil über die Hydrologie der Moore hier von der Veröffentlichung ausgeschlossen werden müssen, und in dieser Hinsicht sei nur auf die Literaturübersicht hingewiesen.

Forschungsmethode und Untersuchungsgebiet

Um die Wirkung der Waldentwässerung auf die Abflussverhältnisse von Torfboden ganz objektiv erforschen zu können, ist das Messen der Wasser-

5339—62

massen gleichzeitig auszuführen in mindestens zwei nebeneinander gelegenen Gebieten, die hinsichtlich ihres Geländes sowie der Reichlichkeit und Beschaffenheit der darin eingehenden Moore wie auch in bezug auf die in ihnen etwa wachsenden Wälder und auch sonst in jedem Betracht möglichst gleichartig sind und von denen das eine entwässert wird, während das andere ohne Entwässerung bleibt. Werden die von beiden abfliessenden Wässer in je einem Messungspunkt gesammelt und an diesen Stellen gleichzeitig gemessen, so lassen sich alle auf die Wassermengen einwirkenden, durch die Witterungsverhältnisse sowie andere zufällige Faktoren verursachten Schwankungen völlig eliminieren. Damit diese Faktoren, z.B. eingetretene Gewitterschauer, in beiden Gebieten gleichzeitig aufträten, dürften auch darum diese nebeneinander gelegenen Messungsflächen nicht zu gross genommen werden und haben sie sich am besten unmittelbar aneinander anzuschliessen.

Da für die Ausführung einer derartigen Untersuchung bei uns in Finnland in sogar mancher Hinsicht die besten oder wenigstens gleich gute Möglichkeiten wie irgendwoanders bestehen, habe ich seinerzeit bei der Leitung praktischer Entwässerungstätigkeit diese Arbeit zu leisten und dafür ein geeignetes Versuchsfeld, auf dem auch die Entwässerungen nach den Forderungen dieser Untersuchungsarbeit anzuordnen gewesen sind, zu finden gesucht.

Es gelang mir, ein derartiges Untersuchungsgebiet einzurichten in dem einheitlichen Staatsforst Rustarinmaa, der im südöstlichen Winkel Süd-Ostbottniens (bei 62°29.5′ n.Br. und 22°46′ö.L. v.Gr.) im Kirchspiel Jalasjärvi liegt. Der Staatsforst Rustarinmaa befindet sich etwa 5 km von der Kirche in Jalasjärvi nach Südwesten auf einer Hochebene, deren Mitte 147 m ü.d.M. liegt. Der nördliche Teil dieses Gebietes, insgesamt 632 ha, wurde für Walderziehung in den Jahren 1934—38 entwässert und zu einem einheitlichen Entwässerungs- und Untersuchungsgebiet gestaltet.

Im Zusammenhang mit dem systematischen Waldentwässerungsvorhaben erfolgten eine Typen- und Bodenkartierung des Gebietes, seine genaue Flächennivellierung und eine Messung der Torfmächtigkeit in seinen Mooren sowie nach Figuren vorgenommene Aufzeichnungen über die damaligen Wälder und die Bewaldungsmöglichkeiten der offenen Moore. Auch lag in dem Gebiet eine Niederschlags- und Wetterbeobachtungsstation der Meteorologischen Zentralanstalt.

In diesem Untersuchungsgebiet unternahm ich danach systematisch Forschungen über Mikroklima, Hydrologie und Bewaldung der Moore (M u l t a m ä k i 1944) sowie entwässerungstechnische Untersuchungen wie auch solche über Einsacken und Auffrieren des Torfes.

Für die Untersuchung des Einflusses der Waldentwässerung auf die Ablaufverhältnisse von Torfboden wurden nach einer über dieses Gebiet gearbeiteten Gefällskarte nebeneinander zwei Untersuchungsflächen abge-

trennt, um die herum ein Graben so geplant wurde, dass er das Vordringen der um die beiden Flächen herum sich sammelnden Wässer in diese Areale verhinderte und zugleich die in ihm zusammengekommenen Wässer in den Abflussgraben ableitete. Innerhalb des diese Untersuchungsflächen umgebenden Grabenringes wurde ein gleichgerichteter Graben in 50 m Abstand vom Aussengraben geplant. Da auf dieser gleichmässig und verhältnismässig schwach abschüssigen Torfunterlage von dem durch gleichgerichtete Gräben getrennten Streifen die Wässer in gleichem Verhältnis in beiden Gräben sich sammeln, ist zu dem Flächenraum des durch Gräben abgetrennten Gebietes die Hälfte des durch Parallelgräben geschiedenen Streifens gezählt und als Gesamtflächeninhalt des so isolierten Gebietes 128.30 ha erhalten worden (Karte 1).

Dieses Gebiet ist in zwei zerlegt durch einen Graben, von dem aus ebenfalls die Wässer gleichmässig nach beiden Seiten abfliessen.

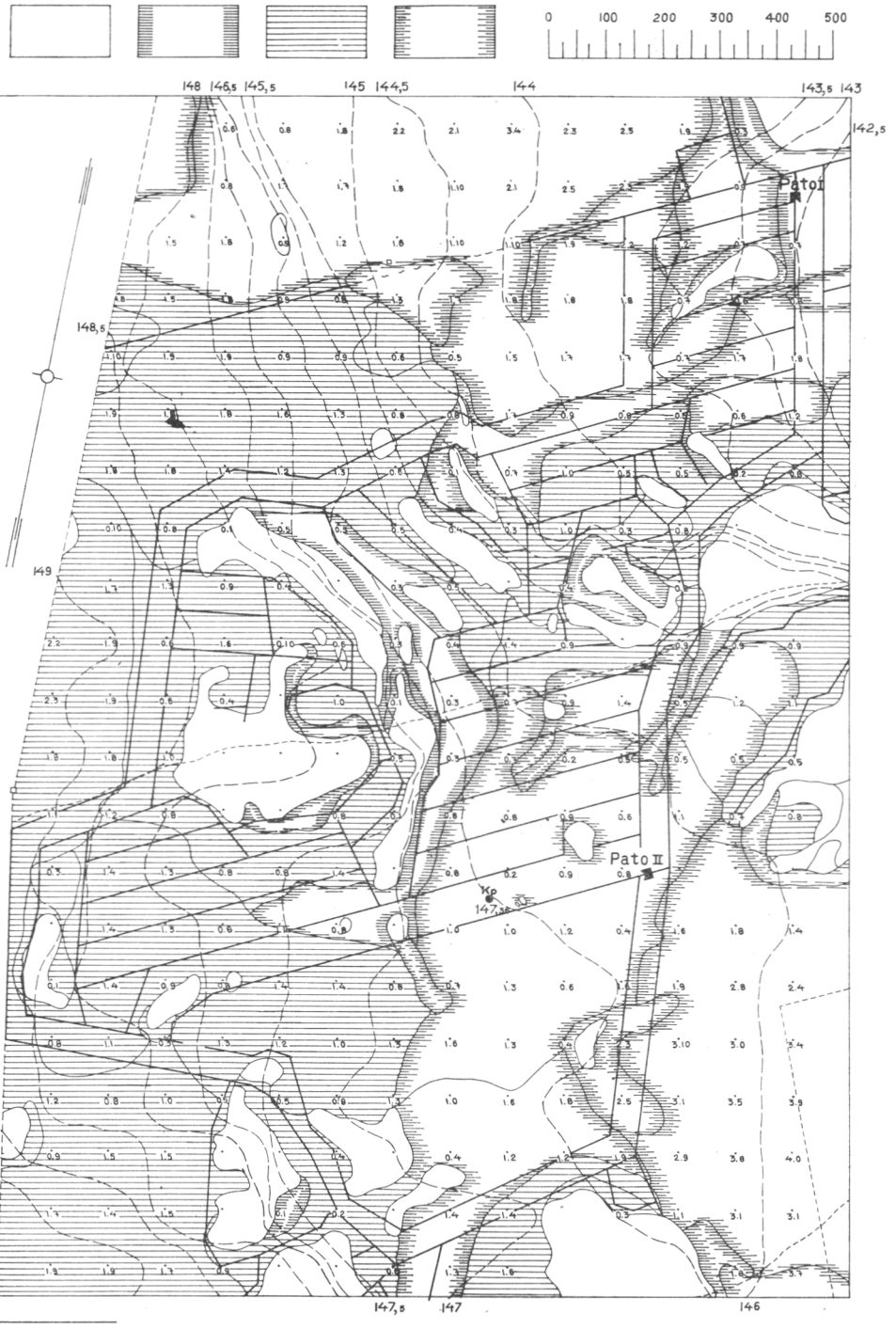
Obgleich es sich um ein ebenes Moorgebiet handelt und die darin vorkommenden Festböden flache Inseln sind, hat wegen des Untergrundes und mit Rücksicht auf die Abflussverhältnisse dieses abgetrennte Gebiet nicht in zwei gleich grosse Teile geschieden werden können. Die nach den Abflussverhältnissen niedriger gelegene Fläche, von der sich die Wassermengen bei Messwehr I sammeln, ist grösser als die obere, von der die Wässer bei Messwehr II zusammenkommen. Die Flächenräume und die Verteilung der Typen dieser Untersuchungsareale sind aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehen.

Untersuchungsgebiet I—II	Heide		Moor		Insgesamt	
	ha	%	ha	%	ha	% der Gesamtfläche
I entwässertes	15.40	16	78.30	84	93.70	73
II nichtentwässertes Gebiet ...	3.02	9	31.59	91	34.61	27

Wie aus der beigegebenen Karte ersichtlich, schwankt die Dicke der Torfschicht in den Untersuchungsflächen I—II zwischen 0.3 und 1.6 m. Bei den Ringgräben betrug die Dicke des Torfes 1.3—1.5 m, und seine Beschaffenheit war folgende:

0 —0.3 m ErS—T H 2—3
0.3—0.6 » CS—T H 3—5
0.6—0.9 » SC—T H 5—6
0.9—1.2 » SC—T H 5—7
1.2—1.4 » LC—T H 7—8
1.4—1.6 » Dy—Gyttja
Untergrund: Dichter Schluff-Grobsand.

KARTE 1[1])



[1]) Pato = Damm.

Da der Torf schon in 1 m Tiefe verhältnismässig stark humifiziert gewesen ist, hat er schon in diesem Niveau und besonders darunter, wie auch der Untergrund, schwach wasserdurchlässig sein müssen.

Den äusseren der Ringgräben, die im Sommer 1937 ausgehoben wurden, legte man 1.1—1.3 m tief an und den inneren ca. 0.1 m niedriger, so dass sie, nach dem anfänglichen Einsacken des Torfes fertig, ungefähr gleich tief waren. In Gebiet I innerhalb der Ringgräben wurden im Sommer 1938 Schlag-, Fang- und Stichgräben ausgehoben. Ihre Tiefe betrug 0.8—1.0 m. Die entsprechenden Gräben in Gebiet II blieben unausgehoben. Die Teilstückbreite legte man in dem entwässerten Gebiet mit 65 m an, da die ihr entsprechende Grabendichte zusammen mit den Ringgräben und wirksamen Fang- und Stichgräben damals als hinreichend für das Abtrocknen der betreffenden Torfunterlage zwecks Walderziehung erachtet wurde.

Da die Ringgräben bis in den Untergrund oder die ihn überlagernde schwach wasserdurchlässige Torf- und Dy-Gyttjaschicht reichten und durch sorgfältiges Ausheben ein befriedigendes Gefälle, im Mittel 0.0015, erhielten, können sie als genügend dauerhaft angesehen werden.

Da die Tiefe des Grundwasserspiegels im Torfboden die Nässe des Moores und seinen Abtrocknungsgrad empfindlich spiegelt und dieser wiederum die Ablaufverhältnisse des Torfbodens entscheidend beeinflusst, wurden die einander proportionalen durchschnittlichen Grundwassertiefen beider Flächen berechnet, indem in diesen je 20 vertretende Grundwasserbrunnen gewählt wurden, in denen die Tiefe des Grundwassers gleichzeitig gemessen wurde.

Die Messwehre und die mit ihnen angestellten Wasserabflussbeobachtungen

Die Messwehre wurden im Herbst 1938 aus Planken hergerichtet, die als zwei Wände 1.5 m in die Grabenböschung reichten und deren Zwischenraum man mit Torf und Schluffboden so ausfüllte, dass das Wehr 13 cm dick wurde. In der Mitte des Wehres wurde aus geholbeltem Brett eine rechtekkige, genau 50 cm breite Abflussöffnung angelegt, deren Grundfläche 50 cm über der Grabensohle blieb. Am unteren Rand der Öffnung wurde eine zu 1 mm Stärke gehobelte Stahlplattenschwelle befestigt, die 1.5 cm höher als das Grundholz der Wehröffnung angebracht wurde. An der Aussenseite der Wehröffnung befestigte man eine Messskala aus Messing. Der Wasserabfluss vollzog sich hier als freier Überfall aus dem oberhalb des Wehres gelegenen Becken, das etwa 5 m lang und vor dem Wehr etwa 3 m breit gearbeitet worden war. Das freie Gefälle unterhalb der Schwelle wurde 0.6 m tief ausgehoben und die Gefällsstelle im Überfall des Wassers zur Verhinderung von Erosion der Grabensohle durch Bretter verstärkt. Bei Messwehr I erhielt man unterhalb der Öffnung in der Grabensohle das Gefälle 0.00175 und bei Messwehr II 0.00125.

Die Beobachtungen über die Wasserströmung wurden bei den Messwehren von Rustari im Herbst 1939 als Versuchsbeobachtungen begonnen. Das ganze Jahr über stellte man diese Beobachtungen regelmässig in den vier aufeinanderfolgenden Jahren 1940—1943 an. Zur Hochwasserzeit wurden diese Beobachtungen dreimal täglich vorgenommen, um 8, 14 und 18 Uhr, im Frühjahr und Herbst zweimal, um 8 und 14 Uhr, im Mittsommer nur einmal um 14 Uhr, ausser in vorgekommenen Niederschlagszeiten. In den Jahren 1940—41 waren die Wehre im Juli trocken, und im J. 1943 war der Juni recht wasserarm und sein Schwanken so gering, dass die betreffenden Messungen damals nur jeden dritten Tag angestellt wurden. Aus den täglichen Messungen wurden die Mittelwerte berechnet [1]).

Die Ergebnisberechnung ging nach den 2 630 in den Jahren 1940—1943 an 690 Tagen angestellten Beobachtungen vor sich.

Witterungsverhältnisse

Da das Ablaufen der Wässer von den Witterungsverhältnissen stark abhängig ist, u.a. die Überschwemmungen im Frühjahr von der Menge des Schnees, seinem Wassergehalt und seinem Schmelzen, wurden sie unablässig und unmittelbar mit Hilfe der Ergebnisse verfolgt, die man an der im Untersuchungsgebiet gelegenen Wetter- und Niederschlagsstation der Meteorologischen Zentralanstalt erhalten hatte. Insbesondere wurde der Niederschlagsmenge an der Untersuchungsstelle Aufmerksamkeit zugewandt. In den Sommern 1940—1943 wurden in den Untersuchungsgebieten I und II Reihen von Regenmessern aufgestellt, mit denen die sommerlichen Niederschlagsmengen wie auch die Dicke des Schnees von derselben Person wie an der eigentlichen Niederschlagsstation gemessen wurden. Da nennenswerte Unterschiede in den Niederschlagsmengen aus diesen in den nebeneinander gelegenen Untersuchungsgebieten angestellten Beobachtungen weder bei gegenseitigem Vergleich noch bei Nebeneinanderstellen mit den Beobachtungsergebnissen der nahen Niederschlagsstation zu erkennen waren, wurden bei dieser Untersuchung nur die Ergebnisse der eigentlichen Niederschlagsstation benutzt.

Berechnung der Beobachtungsergebnisse über die Abflussspende

Aus den Wasserstandbeobachtungen sind die Abflussspenden unter Anwendung der Formel für das Wehr mit rechteckigem Ausfallausschnitt berechnet worden:

[1]) Es bestand die Absicht, bei diesen Messwehren das Messen der Wässer durch automatisch registrierende Messvorrichtungen das ganze Jahr über vor sich gehen zu lassen. Um diese wie auch einige andere Geräte zu beschaffen, unternahm ich im Frühjahr 1937 eigens eine Reise nach Deutschland. Dort konnte ich zwar einige der von mir gewünschten Geräte in Betrieb sehen, aber solche nach Finnland zu bringen, war schon damals kurz vor dem Kriege unmöglich.

$$Q = {}^2/_3 \cdot b \cdot u \cdot \sqrt{2g} \cdot H^{3/2}$$

In dieser Formel ist

Q = Abfluss cm^3/s
b = Breite der Überfallöffnung cm
μ = Abflusskoeffizient, schwankt mit zunehmendem Wasserstand zwischen 0.660 und 0.595
g = Beschleunigung durch die Schwere = 982 cm/s^2
H = Wasserstand oberhalb des Schwelleneisens der Wehröffnung.

Der Wert μ des Abflusskoeffizienten ist auf Grund der im Wassertechnischen Forschungsbüro des Reichsamtes für Landwirtschaft ausgeführten Messungen als von dem Wasserstand H folgendermassen abhängig geschätzt worden:

H	μ[1])
1 cm	0.660
5 »	0.650
9 »	0.640
13 »	0.630
17 »	0.620
21 »	0.610
25 »	0.600
30 »	0.595
35 »	0.600
40 »	0.610

Mittels Teilens des Abflusses Q durch den Flächenraum ist die Formel in einen Ausdruck verwandelt worden, aus dem man unmittelbar die Abflussspende q beider Gebiete oder den Abfluss, je Zeiteinheit und Quadratkilometer berechnet, in Litern erhält.

$$\text{I } q = 1.58\ \mu \cdot H^{3/2},$$
$$\text{II } q = 4.28\ \mu \cdot H^{3/2},$$

wobei
q = Abflussspende $l/s\ km^2$
H = Wasserhöhe cm.

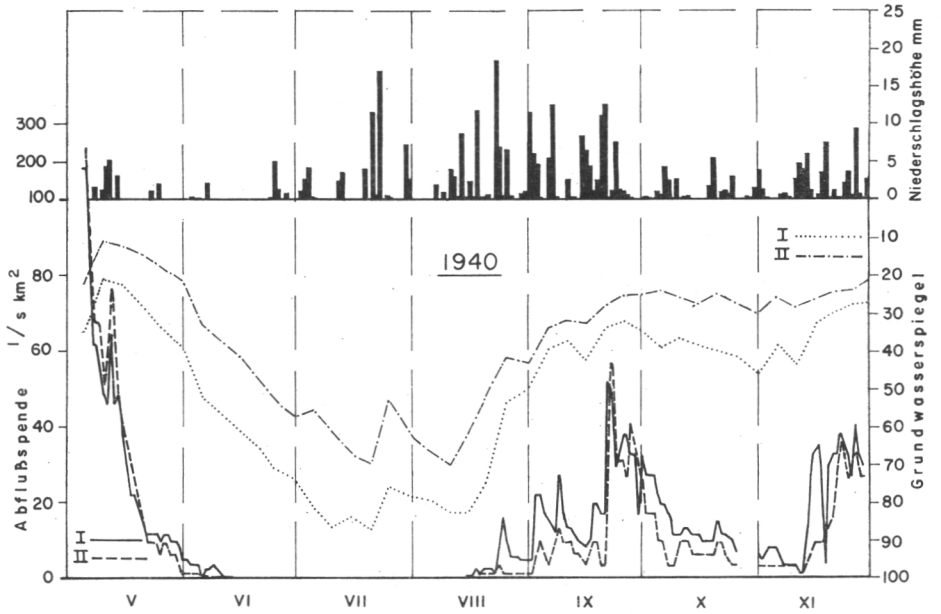
Ablaufergebnisse

Der Anschaulichkeit halber und der Raumersparnis wegen werden die Ablaufergebnisse im folgenden graphisch dargestellt [2]).

[1]) Da der Abflusskoeffizient sich bei zunehmendem Wasserstand vermindert und sich also bei abnehmender Grösse des Gebietes die relative Höchstabflussspende vermehrt, ist somit für die kleinere nichtentwässerte Fläche eine verhältnismässig grössere Höchstabflussspende zu erwarten gewesen.

[2]) Der Abfluss ist das Ablaufen oder Abrinnen in der Zeiteinheit (also m^3/s bzw. l/s) und die Abflussspende das Ablaufen in der Zeiteinheit von einer Flächeneinheit (also $m^3/s\ km^2$ bzw. $l/s\ km^2$).

Abb. 1

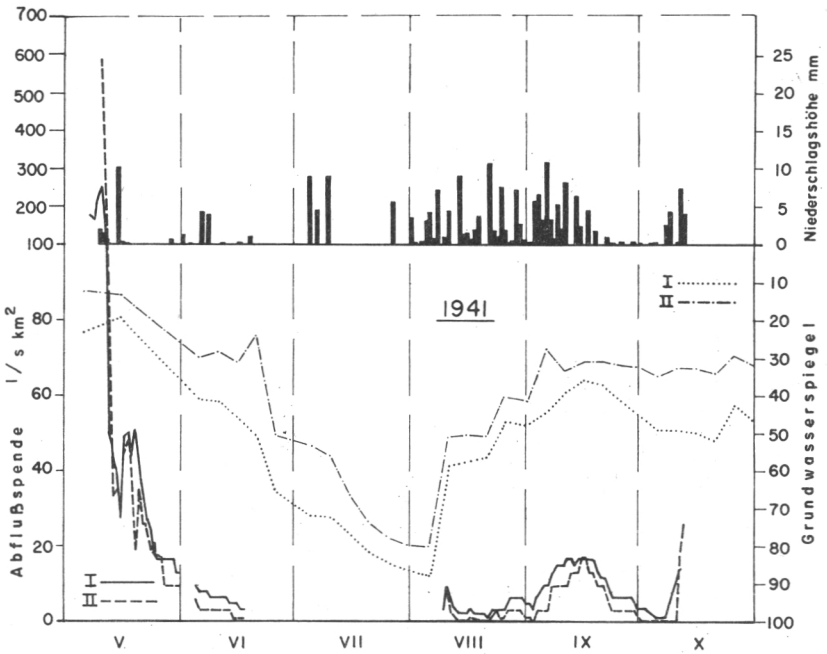


In *Abb. 1* sind die Ablaufverhältnisse vom Jahre 1940 bei dem entwässerten und dem nichtentwässerten Untersuchungsgebiet wiedergegeben. Man konnte bei Messwehr I die vom Eise befreiten Wässer am 4. Mai und bei Messwehr II einen Tag später zu messen beginnen. Zu jener Zeit flossen bei dem Messwehr von der Untersuchungsfläche I 183 l/s km² und von der Untersuchungsfläche II 240 l/s km² ab.

Nach diesem Hochwassergipfel begann sich das Abrinnen schnell auszugleichen. Die Abflussspende der nichtentwässerten Fläche II hielt sich jedoch über der der entwässerten Fläche. In der Zeit des niederschlagarmen ausgehenden Mai vertauschten sich die Rollen, und von der entwässerten Fläche floss verhältnismässig mehr Wasser ab bis Ende Juni, als auch hier das Abrinnen von Wasser bis Mitte August völlig stockte.

Als das Grundwasser im Hochsommer auch in der nichtentwässerten Fläche I unter 70 cm sank, bewies dies, dass durch die Wirkung der Ringgräben diese verhältnismässig kleine nichtentwässerte Fläche unverkennbar etwas abgetrocknet war. Als dann die im August einsetzenden Niederschläge wieder Wasser an die Messwehre gebracht hatten, hielt sich die Abflussspende der entwässerten Fläche gleichmässig über der der nichtentwässerten Fläche, abgesehen von einem im September eingetretenen, durch die Regenperiode am 22. 9. bewirkten Gipfel der Abflussspende.

Abb. 2

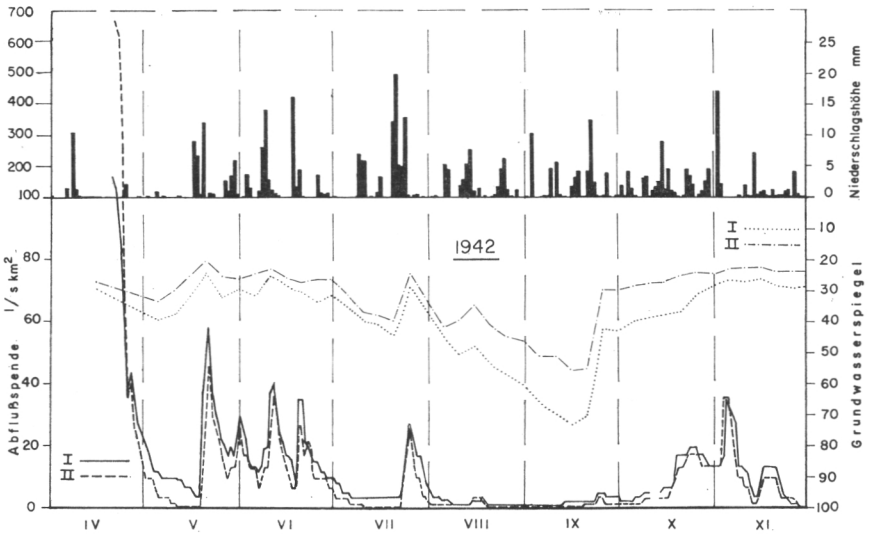


Die Ablaufverhältnisse des Jahres 1941 (Abb. 2) sind während der verhältnismässig niederschlagarmen Sommer- und Herbstzeit ungefähr ähnlich wie im vorhergehenden Jahre: die Kurve für die Abflussspende der entwässerten Fläche I bleibt über der entsprechenden der nichtentwässerten Fläche II. Während nach dem verhältnismässig schneereichen Winter dieses Jahres der Abfluss der Wässer im Frühjahr beim Messwehr I am 7. 5. begann und sein Maximum mit 250 l/s km² erreichte, setzte er beim Messwehr II einen Tag später ein und erstieg sogleich sein Maximum mit 588 l/s km², wonach er schnell zurückging und schon nach drei Tagen ständig unter der ruhigeren Abflussspende der entwässerten Fläche blieb.

Aus den *Abb. 3* und *4* sind die entsprechenden Abflussspenden in den Jahren 1942 und 1943 zu ersehen. Da diese Jahre bedeutend niederschlagreicher als die vorhergehenden zwei Jahre waren und nach den verhältnismässig schneereichen Winterzeiten die Schneeschmelze und mit ihr der Abfluss der Wässer schon im April begann, ist in diesen Jahren das gegenseitige Verhältnis des Abflusses der Wässer besonders im Frühjahr deutlicher als in den vorhergehenden Jahren zu erkennen.

Im Frühjahr 1942 tauten beide Wehre gleichzeitig auf, und bei beiden konnten die Messungsbeobachtungen an demselben Tage, am 20. 4., beginnen Die Abflussspenden waren an den ersten Tagen des Abfliessens dann folgende:

Abb. 3

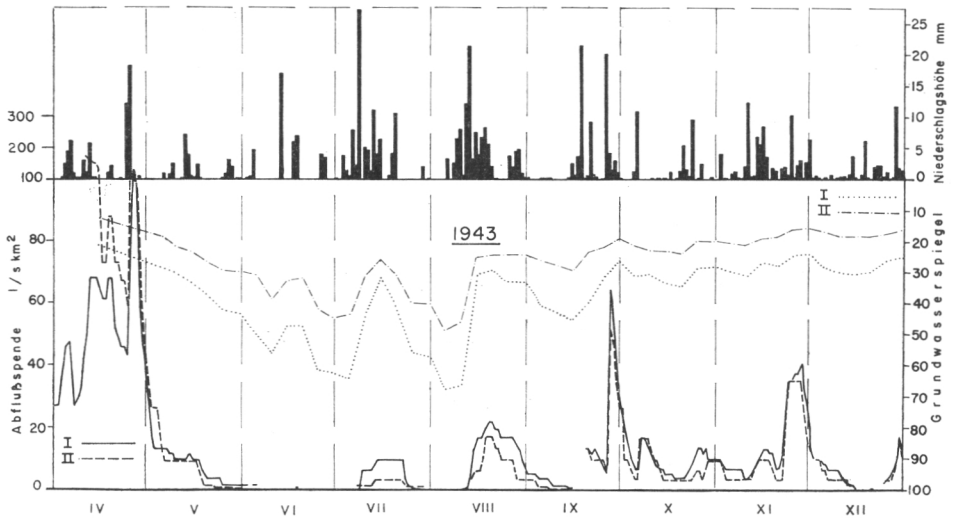


		Bei Messwehr I		Bei Messwehr II	
1942	20. 4.	162	l/s km²	671	l/s km²
	21. 4.	140	»	627	»
	22. 4.	95.4	»	281	»
	23. 4.	81.8	»	132	»
	24. 4.	61.7	»	55.0	»
	25. 4.	37.9	»	35.8	»

Nach dem schnellen Anstieg des Hochwassers war die Abflussspende bei dem Messwehr der nichtentwässerten Fläche anfangs reichlich 4mal so gross wie die beim Wehr I festgestellte. Erst am siebenten Tage, als das Frühjahrshochwasser schon vorüber war, blieb die Abflussspende der nichtentwässerten Fläche geringer als die der entwässerten. Danach hielt sich die Abflussspende der entwässerten Fläche bis zum Ende des Jahres gleichmässig über der der nichtentwässerten Fläche.

Im Frühjahr 1943 setzte im Untersuchungsgebiet das Hochwasser schon Anfang April ein. Das Messwehr der entwässerten Fläche war schon am 1. April, als der Abfluss begann, aufgetaut. Das Messwehr der nichtentwässerten Fläche schmolz 9 Tage später, als sogleich die maximale Abflussspende von 187 l/s km² erreicht wurde, welche Grösse sich schon am dritten Tage zu vermindern begann, aber während des ganzen niederschlagreichen April höher als die Abflussspende der entwässerten Fläche war. Der am 24. und 25. April eingetretene reichliche Niederschlag steigerte am Messwehr der unentwässerten Fläche die Abflussspende schneller und stärker als bei dem Messwehr der entwässerten Fläche. In dieser Zeit waren die Abflussspenden folgende:

Abb. 4



		Bei Messwehr I		Bei Messwehr II	
1943	24. 4.	43.3	l/s km²	59.4	l/s km²
	25. 4.	88.8	»	102	»
	26. 4.	113	»	128	»
	27. 4.	98.8	»	102	»
	28. 4.	61.5	»	87.7	»
	29. 4.	47.4	»	59.4	»
	30. 4.	37.9	»	45.7	»

Während der ganzen Hochwasserzeit blieb die Abflussspende der nichtentwässerten Fläche bei Messwehr II höher als die entsprechende Abflussspende der entwässerten Fläche bei Messwehr I. Gegen Ende der Hochwasserzeit, am 5. 5., kulminierten die Abflussspenden, wonach die Abflussspende der nichtentwässerten Fläche steiler abnahm als die von der entwässerten Fläche gekommene entsprechende Abflussspende, die danach gleichmässig über der der nichtentwässerten Fläche auch nach den reichlichen Niederschlägen des Nachsommers blieb, also anders als nach dem während des Frühjahrshochwassers gegen Ende April eingetretenen Niederschlag.

Auf Grund der obigen Betrachtung kann festgestellt werden, dass die Abflussspende der zur Zeit des Frühjahrshochwassers entwässerten Fläche unterhalb der der nichtentwässerten Fläche, aber nach dem Frühjahrhochwasser den ganzen Sommer und Herbst bis zum Ende des Jahres gleichmässig darüber geblieben ist. Die Niederschläge zur Zeit des Frühjahrshochwassers haben besonders bei der nichtentwässerten Fläche die Abflussspende steil vermehrt, die gleich am folgenden Tage nach dem Niederschlag ange-

Tabelle 1. Eintrittstag und Grösse der Höchstabflussspende Hg sowie der Mittelwert der Höchstabflussspenden MHq in den Jahren 1940—1943.

Jahr	Untersuchungsfläche I		Untersuchungsfläche II	
	Tg	Hq l/s km²	Tg	Hq l/s km²
1940	5. 5.	183	5. 5.	240
1941	7. 5.	250	9. 5.	588
1942	20. 4.	161	20. 4.	671
1943	26. 4.	114	9. 4.	184
1940—1943	MHq:	**177**	MHq:	**421**

stiegen ist, aber die entsprechende Abflussspende der entwässerten Fläche hat erst einen Tag später zugenommen. In der Sommerzeit scheinen auch die reichlichen Niederschläge langsamer als zur Zeit des Frühjahrshochwassers auf einen Anstieg in der Abflussspende besonders von der entwässerten Fläche hingewirkt zu haben.

Bei gegenseitigem Vergleich der Tiefenkurven für das Grundwasser der nichtentwässerten und der entwässerten Fläche ist zu erkennen, dass der durch sie angegebene Tiefenunterschied zwischen den Grundwasserständen besonders in den niederschlagreichen Sommern 1942—1943 verhältnismässig gering gewesen ist, im Mittel kaum 10 cm, was den Tiefenunterschieden im Grundwasser des nichtentwässerten und des entwässerten offenen Moores nicht völlig entspricht und was auch die Unterschiede in den Abflussspenden der entsprechenden Flächen herabsetzt. Gewöhnliche auf Entwässerung folgende Bewaldung des Moores und Belebung seines Waldwuchses war jedoch in diesem Falle noch nicht vor sich gegangen, wodurch die Ablaufverhältnisse der verschiedenen Jahreszeiten bei der entwässerten Fläche ausgeglichen worden wären.

In *Tabelle 1* werden die Ablaufverhältnisse mittels der in den Jahren 1940—1943 in den Untersuchungsgebieten vorgekommenen grössten Abflussspenden behandelt. Dabei ist unter *Höchstabflussspende* die im Laufe des Jahres vorgekommene grösste Abflussspende zu verstehen und unter *Mittelabflussspende* der Mittelwert der Höchstabflussspenden in jedem Jahre der Beobachtungsreihen.

Wie bereits oben hat festgestellt werden können, hat das Messwehr I der entwässerten Fläche dazu geneigt, im Frühjahr etwas zeitiger aufzutauen als das Messwehr II der nichtentwässerten Fläche. Die Höchstabflussspenden sind im allgemeinen gleich am Anfang der Frühjahrshochwasserzeit eingetreten. In den Jahren 1940 und 1942 haben die Höchstabflussspenden bei beiden Flächen an demselben Tage gelegen, im Jahre 1941 bei der entwässerten Fläche 2 Tage früher und im Jahre 1943 am 23.—24. April oder also 15 Tage später. Wie aus der Tabelle zu ersehen, sind die Höchstabflussspenden I bei der entwässerten Fläche in allen Jahren geringer als die der

Tabelle 2. Abflusshöhe in den Jahren 1940—1943 während der Monate, in denen Abfluss vor sich gegangen ist, sowie jährliche Abflusshöhe.

Monatliche und jährliche Abflusshöhe um 1940—1943 (mm)

Jahr	Untersuchungsfläche	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I—XII
1940.....	I	0	68.9	2.4	0	6.4	52.4	30.6	44.9	0	205.6
	II	0	92.1	0.7	0.1	2.0	38.3	19.8	30.1	0	183.1
1941.....	I	0	132.9	7.6	0	7.3	27.5	3.9	0	0	179.2
	II	0	131.7	3.5	0	3.7	18.8	4.7	0	0	162.4
1942.....	I	63.3	47.9	49.6	19.9	4.8	4.9	24.8	28.1	0	243.3
	II	165.9	27.7	38.6	10.7	3.4	2.0	20.5	24.8	0	293.6
1943.....	I	139.7	21.6	0.5	11.0	25.8	26.2	25.7	39.2	13.3	303.0
	II	199.2	21.4	0.1	3.6	14.7	22.4	20.3	32.5	11.6	325.8
Durchschnittlich 1940—1943..	I	51	68	15	8	11	28	21	28	3	233
	II	91	68	11	4	6	20	16	22	3	241

nichtentwässerten gewesen, im Frühjahr 1942 machte erstere nur 17 % von letzterer aus. In der gesamten Vierjahresperiode betrug die Mittelabflussspende der entwässerten Untersuchungsflächen ebenfalls nur 42 % von der der nichtentwässerten.

In *Tabelle 2* ist das Ablaufen in den Jahren 1940—1943 in Millimetern dargestellt für die Monate, in denen Wasserabfluss vor sich gegangen ist, sowie der durchschnittliche Jahresablauf bei beiden Untersuchungsflächen.

Hieraus ist zu ersehen, dass der für April durchschnittliche Monatsabfluss der zu Beginn der Frühjahrshochwasserzeit entwässerten Fläche in den Jahren 1940—43 nur 56 % vom Monatsabfluss der entsprechenden nichtentwässerten Untersuchungsfläche ausgemacht hat. Der Ablauf der ausgehenden Hochwasserzeit, im Mai, ist in den einzelnen Jahren ungefähr gleich gross gewesen. In der Zeit vom Juni—Dezember ist der Ablauf der entwässerten Fläche beträchtlicher als der der nichtentwässerten gewesen, im Hochsommer sogar doppelt. Der jährliche Ablauf der gesamten Untersuchungszeit ist bei beiden Untersuchungsflächen ungefähr gleich ausgefallen.

Die Untersuchungsergebnisse und ihre Anwendung

Bei den im Staatsforst Rustarinmaa am Jalasjärvi nebeneinander gelegenen Untersuchungsflächen, die durch Ringgräben abgetrennt und von denen die eine im J. 1938 entwässert wurde und deren abgeflossene Wässer man in den Jahren 1940—43 mittels der an ihnen angebrachten Messwehre mass, haben die berechneten täglichen, monatlichen und jährlichen Abfluss-

spenden erwiesen, dass die Waldentwässerung den in den verschiedenen Zeiten des Jahres vor sich gehenden Abfluss ausgleicht. Die alljährliche durchschnittliche Höchstabflussspende der entwässerten Fläche ist regelmässig geringer gewesen als die der nichtentwässerten, und die durchschnittliche Höchstabflussspende der entwässerten Fläche der Jahre 1940—1943 hat nur 42 % von der mittleren Höchstabflussspende der nichtentwässerten ausgemacht.

Wenn der Torfboden nach Entwässerung abzutrocknen beginnt, wird das durch das dann vor sich gehende Sinken des Grundwassers angezeigt. Daraus folgt ein Abtrocknen des oberhalb des Grundwassers gebliebenen Torfes. Diese abgetrocknete Oberflächentorfschicht des Moores saugt wie ein Schwamm zur Hochwasser- und Niederschlagszeit Feuchtigkeit auf und speichert Hochwasser, indem es die Höchstabflussspende der Wässer in diesen Zeiten ausgleicht. In der Sommerzeit hingegen gibt die entwässerte Fläche von dem in ihm gespeicherten Wasser ab. Diese Abgabe ist auch bei dieser Untersuchung im Mittsommer als durchschnittlicher jährlicher Ablauf (Tabelle 2) erwiesenermassen im Vergleich mit der entsprechenden nichtentwässerten Fläche auf das Doppelte gestiegen. Zu einer derartigen Wasserspeicherung ist das nichtentwässerte Moor nicht imstande, sondern besonders zur Zeit der durch die Schneeschmelze zusammenkommenden Frühjahrswässer lässt es das Hochwasser wie ein flachuferiger See, dessen Abflussstelle breit und seicht ist, schnell abfliessen. Den Sommer über vermag die mit Wasser gesättigte Oberflächentorfschicht des nichtentwässerten Moores auch nicht Wasser zu speichern und es in trockener Zeit anders als durch Verdunsten nennenswert abzugeben. Das betrifft insbesondere offene Weissmoore und holzarme oder offene Reisermoore, um die es sich bei der vorliegenden Untersuchung gerade gehandelt hat.

Die bei dieser Untersuchung angewandte Methode setzt voraus, dass die nebeneinander gelegenen als Untersuchungsgegenstände benutzten Vergleichsflächen ungefähr gleich gross und möglichst gleichartig sind, was in der Natur schwer vollständig zu verwirklichen ist. Da die nichtentwässerte Fläche II kleiner und konzentrierter als die entwässerte Fläche I gewesen ist, so ist davon die Folge gewesen, dass die Ringentwässerung der Fläche II von grösserer Wirkung als in der umfassenderen entwässerten Fläche I gewesen ist, was sich in dem Sinken des Grundwassers von Fläche II zu erkennen gibt. Das hat in diesem Falle dazu beigetragen, das oben dargestellte Ergebnis über den Einfluss der Waldentwässerung auf die Ablaufverhältnisse des Waldbodens zu verringern.

Da die relative Höchstabflussspende bei kleiner werdendem Gebiet zunimmt, hat dies wiederum in entgegengesetzter Richtung gewirkt, indem die Abflussspende der kleineren nichtentwässerten Fläche zugenommen hat.

Der in die entwässerte Fläche eingehende etwas grössere Anteil fester

Böden dürfte die Ablaufverhältnisse nicht nennenswert beeinflusst haben, da die Bewaldung auf beiden Untersuchungsflächen grösstenteils gleichartig ist. Der unterhalb von Messwehr I an einem alten Abflussgraben gelegene aufgelebte Bestand hat vielleicht dazu beigetragen, bei diesem ein etwas früheres Auftauen als bei dem auf offenem Weissmoor gelegenen Messwehr II zu bewirken.

Die bei dieser Untersuchung von mir angewandte Forschungsmethode, von zwei scharf abgetrennten nebeneinander gelegenen Untersuchungsflächen die Wässer gleichzeitig zu messen, eine Methode, bei der sich alle auf klimatische und Witterungsverhältnisse zurückzuführenden Faktoren eliminieren lassen und die in ganz gleicher Ausführung zuvor nicht benutzt worden ist, hat sich als ein Verfahren erwiesen, das zu den besten und genauesten Ergebnissen führt. Wenn ein ununterbrochenes und das ganze Jahr sich fortsetzendes Messen der Wässer mit Hilfe von automatisch registrierenden Messvorrichtungen eingerichtet wird, lassen sich die Untersuchungsergebnisse des weiteren vollständiger erhalten.

Da man weiss, dass die Entwässerung und das Abtrocknen der Mooroberfläche die an ihr vor sich gehende Verdunstung um ⅓ vermindern (Multamäki 1944) und dass der Wald sowie also die Bewaldung des offenen Moores die Verdunstung steigern, wäre danach zu streben, die Waldentwässerung so vorzunehmen, dass der Torfboden genügend abtrocknet und dass er zugleich auch aufgeforstet wird.

Da das Moor im Entwässerungsaugenblick kein Wasser zu speichern vermag und seine Entwässerung in den unterhalb des Entwässerungsgebietes gelegenen Geländen die Wässer vermehrt, ist es natürlich, dass die Waldentwässerung in dieser Phase Überschwemmungen verursachen kann, wenn nicht für die aus den entwässerten Waldböden abrinnenden Wässer das Ablaufen durch Räumen oder Ausheben der notwendigen Vorfluter gesichert wird. Wird diese unerlässliche Massnahme zu ihrer Zeit nicht unterlassen, so veranlasst, wie auf Grund der obigen Ausführungen festgestellt werden kann, die Wirkung der Waldentwässerung in den Ablaufverhältnissen von Torfboden keine Steigerung der Überschwemmungen, sondern gleicht diese vielmehr aus und vermindert sie dadurch, während sie dagegen in der Vegetationsperiode die Mindestabflussspende vermehrt.

Ausser dem Nutzen, den die Waldentwässerung in geordneter Forstwirtschaft besonders in dem moorreichen Finnland in Waldbau und -wirtschaft einbringt, ist auch das Wasserspeicherungsvermögen der entwässerten und aufgeforsteten Torfböden für die trockene Sommerzeit zu berücksichtigen, ein Vermögen, das vom Standpunkt der Nutzung unserer Wasserenergien auch für den Krafthaushalt Finnlands offenbar von sehr grossem Wert ist.

Literaturverzeichnis

Aaltonen, V. T. 1920. Wasserverbrauch der Bäume und Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens. Acta forest. fenn. 14. Helsinki.

Dubach, A. D. 1933. Der Einfluss der Entwässerungsarbeiten auf das Regime der Flüsse. IV. Conf. Hydr. des Etats Baltique. Leningrad.

—»— 1936. Moorforschungen in UdSSr. V. Hydr. Konf. der Baltischen Staaten. Helsinki.

Hallakorpi, I. A. 1936. Suurenevatko vesistöjen vedenpaljoudet joenperkaus- ja maankuivaustöiden johdosta. Teknill. Aikak., Helsinki.

Homén, Theodor. 1917. Våra skogar och vår vattenhushållning. Helsingfors.

Huikari, Olavi. 1959. Metsäojitettujen turvemaiden vesitaloudesta (Ref. Über den Wasserhaushalt waldentwässerter Torfböden). Communic. instit. forest. fenn. 51.2. Helsinki.

Kaitera, P. 1955. Raivauksen ja ojituksen vaikutuksesta vesistöalueiden hydrologiaan. Suo. n:o 6. Helsinki.

Kovner, Jacob L. and Evans, Thomas C. 1954. A method for determining the minimum duration of watershed experiments. Trans. Amer. Geophys. Union, 35. Washington, D. C.

Metsänheimo, U. 1936. Die Entwässerung für den Waldbau und der Wasserhaushalt. V. Hydr. Konf. der baltischen Staaten. Finnland.

Multamäki, S. E. 1944. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. (Ref. Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore.) Acta forest. fenn. 51. Helsinki.

Mustonen, Seppo ja Laikari, Hannu. 1961. Ojituksen vaikutuksesta valuntaan Huhtisuon havaintoalueella. Maataloush. insinöörios., maa- ja metsätal. tutkimust. Tied. 2/1961. Helsinki.

Reinhart, K. G. 1958. Calibration of five small forested watersheds. Trans. Amer. Geophys. Union, 38. Washington, D. C.

Uhden, O. 1960. Das grosse Moor bei Ostenholz, Schriftenr. des Kurat. für Kulturb. Hamburg.

Wilm, H. G. 1949. How long should experimental watersheds be calibrated? Trans. Amer. Geophys. Union, 30. Washington, D. C.

Zunker, F. 1937. Abflussverhältnisse und Sackungserscheinungen bei der Entwässerung des Kehdinger Hochmoores. Verhandlungen der VI. Kommission der Internat. Bodenkundl. Gesell., Teil B.

Tulvakomitean mietintö. 1939. Komiteanmietintö n:o 14. Helsinki.

Pohjanmaankuivatuskomitean mietintö. 1961. Komiteanmietintö n:o 10. Helsinki.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.24
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.24
Helsinki 1962

NORMAALIMETSÄN KANNATTAVUUSSADANNES JA FINANSSINEN KIERTOAIKA

VALTER KELTIKANGAS

The Concept of Profitability in the Normal Forest and the Financial Rotation

Summary

Sijoittaessaan rahaa ja työtä *perusparannuksiin* — perusmetsityksiin, ojituksiin, metsäteihin yms. — metsänomistaja joutuu harkitsemaan, montako prosenttia korkoa hän saa tällaiselle investoinnille. Jätämme tämän kysymyksen tarkastelun ulkopuolelle ja keskitymme toiseen kannattavuusongelmaan, joka koskee *metsää sellaisena kuin se on omistajansa hallussa vuotuisine tuloineen ja menoineen:* mikä on sen kannattavuus sekä edullisin hakkuu- ja hoitotapa. Sen ympärille on syntynyt laaja kirjallisuus, joka on huipentunut erityisesti ns. finanssisen kiertoajan tutkimiseen. Kiertoaika ja sen tunnukseksi suositeltavat kannattavuussadannekset on leimattu milteipä tärkeimmäksi metsäekonomian tutkimusongelmaksi, johon runsaan vuosisadan kestänyt tieteellinen keskustelu ei ole kuitenkaan onnistunut tuomaan yleisesti hyväksyttyä vastausta. Käytännössä finanssinen kiertoaika ei sensijaan ole saanut osakseen lähimainkaan samanlaista suosiota kuin teoriassa. Päinvastoin metsänomistajilta näyttää miltei tyystin puuttuvan mielenkiinto siihen, montako prosenttia korkoa heidän metsänsä antaa minkin kiertoajan puitteissa. Kun toisaalta on vaikea ajatella, että metsänomistajaa ei metsänsä käsittelyssä lainkaan kiinnostaisi oma yksityistaloudellinen etunsa, herää kysymys, onko metsän kannattavuussadanneksilla ja finanssisella kiertoajalla käytännössä samaa merkitystä kuin niille on pyritty teoriassa antamaan. Yrittäessämme ratkaista tätä ongelmaa otamme tarkastelun kohteeksi tietyn »taloudellisen mallin»: yksityisomistuksessa olevan hoitonormaalin metsän, jonka omistaja on »sitoutunut» myymään siitä joka vuosi saman kasvun suuruisen puumäärän suhdanteista ja rahantarpeistaan riippumatta sekä maksamaan näin saamistaan tuloista hoidon, suojelun, hallinnon, myynnin ym. kulut. Puut myydään leimauksen mukaan »pystyyn», toiminnan ulottumatta missään muodossa puutavaran hankintaan.

5283—62

Metsän hoidosta, leimauksesta ym. huolehtii omistajan palkkaama ammattimies. Metsälöön ei kuulu muuta omaisuutta kuin tuo metsä, joka edellytetään itsenäiseksi, muista elinkeinoista riippumattomaksi tulolähteeksi.

1. Investoinnin kannattavuussadannes

Metsän kannattavuussadannesten ja finanssisen kiertoajan esikuvat ovat ilmeisesti peräisin teollisten yritysten investointien kannattavuudesta, jonka mittaaminen edellyttää myynnin, voiton ja investoidun pääoman sekä sen kiertonopeuden tuntemista. Koskettelemme aluksi näitä kirjanpidollisia käsitteitä nojautumalla S a a r i o n esittämään teoriaan.

11. K i r j a n p i d o n m e n o - t u l o - t e o r i a. — Yrityksen kirjanpidossa ei ole itse asiassa kysymys omaisuudesta vaan rahoista sekä niiden lähteitten ja käytön kirjaamisesta. *Rahanlähde* ilmoitetaan aina hyvitysmerkinnällä ja rahaa yritys saa kahta tietä: 1) suoritteiden myyntituloina sekä 2) pääomana, jonka rahoittajat ovat sijoittaneet yritykseen oman tai vieraan pääoman ehdoin. Tärkein rahanlähde on suoritteiden myyntitulot eli lyhyesti *tulot*.

Rahankäyttö ilmoitetaan aina velotusmerkinnällä. Sitä on kolmenlaista: 1) tuotannontekijäin ostomenot, 2) voitonjako velkapääoman koron, verojen ja oman pääoman osuuden kesken sekä 3) pääoman takaisinmaksu rahoittajille. Tärkein rahankäyttölaji on tuotannontekijäin ostomenot eli lyhyesti *menot*. Yrityksen rahoitus- ja maksuvalmeusongelmat aiheutuvat siitä, että menot tai ainakin huomattava osa niistä on maksettava aikaisemmin kuin tulot kertyvät kassaan.

Voittoa tavoittelevassa yrityksessä voidaan jokaista menoa pitää rahansijoituksena, josta odotetaan vastaisuudessa saatavan suurempi tulo. Toisaalta jokaisesta tulosta on maksettava sen hankkimiseen käytetty meno. Jos saadusta *myyntitulosta* t vähennetään sen hankkimiseen käytetty *meno* m, niin tämä tulon maksettu osa eli *kulu* k on takaisin saatua »omaa rahaa». *Kulu on tulolla rahoitettu*, se on tulon osa ja täten itsekin tuloa. Edellä sanotusta seuraa, että kuluja ei voi olla enempää kuin yritys on saanut tuloja.

Senjälkeen kun myyntitulosta on vähennetty kulu, loppuosa t—k on *realisoitua voittoa* v, rahojen lisäystä eli »uutta rahaa». *Voittokin on tulona saatua rahaa.* Tuotannontekijän ostaminen ei vielä merkitse voittoa yhtä vähän kuin tappiotakaan, vaan pelkästään rahansijoitusta. Oston ja myynnin välisenä aikana ei myöskään synny voittoa. Sitä mukaa kun ajassa siirrytään lähemmäksi myyntihetkeä ja tulon odotusaika lyhenee, omaisuuden arvo kyllä nousee. Toistaiseksi on kuitenkin kysymyksessä *realisoimaton arvonnousu*, ja tällaista toteutumatonta »voittoa» yritys tuskin tavoittelee, koska sitä ei voida käyttää hyväksi.

Aktiivaerä — tasetilillä varoiksi merkitty erä — on meno, jota tilinpäätöksessä ei vielä kateta tuloilla eikä kirjata kuluksi. Se aktivoidaan eli siirretään taseen kautta seuraavan tilivuoden kirjanpitoon odottamaan katettaan vastaisista tuloista. *Aktiivat ovat omalla tai vieraalla pääomalla rahoitettuja menoja.* Niiden rahanlähteenä on pääoma eikä tulo.

Pääoman investoiminen käyttöomaisuuteen kuten esim. koneeseen on *pitkävaikutteinen meno*, josta saadaan sen käyttö- eli pitoaikana (= n vuotta) toistuvaa vuotuista tuloa $s_1\ s_2 \cdots s_n$. Kun näistä vähennetään kuluina koneen käyttämiseen ja hoitoon vuosittain uhratut *lyhytvaikutteiset menot* $k_1\ k_2 \cdots k_n$, voidaan erotuksia $(s_1—k_1)\ (s_2—k_2) \cdots (s_n—k_n)$ pitää itse koneinvestoinnin tuottoina $t_1\ t_2 \cdots t_n$. Jonakin pitovuotena m saatu tulojäämä t_m on viimeistään tilinpäätöksessä jaettava kahteen

osaan: *reslisointipoistoon* p_m eli takaisin saatuun koneen hankintahintaan ja voittoon v_m. Realisointipoiston osuus odotetusta tulosta t_m on tämän tulon hankinta-arvo $= t_m: (1 + i)^m$, jos laskentakorkokantaa merkitään i:llä. Täten myös *poisto on tuloa*, myyntitulona saatua rahaa. Poisto ja voitto ovat saman tulon osia. Verotuksen kohteina ne kuitenkin selvästi eroavat toisistaan, sillä yritys saa poiston kokonaan itselleen mutta voitosta menee osa veroihin.

Yrityksen menot voidaan vielä jakaa kahteen eriluontoiseen ryhmään: tuotannon vaihtelusta riippuviin *muuttuviin menoihin* (erillismenot ja muuttuvat yhteismenot) sekä *kiinteisiin menoihin*. Erillismeno kohdistuu kokonaisuudessaan yhteen osoitettavissa olevaan tuloerään, ja se on korvattava »ensin ja etuoikeudella» juuri tästä tulosta, joka sen myötävaikutuksella saadaan. Kun myyntituloista vähennetään muuttuvat menot, päästään ns. *katetuottoon*. (S a a r i o 1959, 1961).

12. T u o t a n n o n t e k i j ä t. — Edellä mainittiin yrityksen pääasiallisimpana rahankäyttölajina tuotannontekijäin ostomenot. Tästä syystä muutama sana tuotannontekijöistä. Ne jaetaan tavallisesti kolmeen ryhmään: 1) luontoon, 2) tuotanto- eli reaalipääomaan ja 3) työvoimaan so. henkisen ja ruumiillisen työn tekijäin palveluksiin. Neljäntenä tuotantovoimana mainitaan joskus yrittäjä, joka panee käyntiin tuotannon yhdistämällä eri tuotannontekijät keskinäiseen vuorovaikutukseen yritykseksi. Tuotanto ja sen rahoittaminen tapahtuu yrittäjän laskuun ja vastuulla tappionvaaraan nähden.

Luontoon (luonnonvaroihin) luetaan alkuperäiset luonnosta sellaisinaan saatavat aineelliset tuotantovoimat kuten esim. koskivoima, mineraalivarat ja tonttina, peltona tai metsätiluksena käytettävä maa. Reaalipääoma käsittää kaikki ne aineelliset tuotantovälineet, jotka itse ovat tuotannon tulosta. Teollinen yritys operoi palvelusten ohella ennen kaikkea reaalipääomalla. Se tarvitsee tuotannolliseen toimintaansa erilaista a) *käyttöomaisuutta* kuten rakennuksia, koneita ja kalustoa sekä b) *vaihto-omaisuutta* raaka-aineina, tarvikkeina, energiana, valmiina tuotteina jne. Siis joukon välineitä, jotka on luotu rahapääomalla ja työllä, joten niillä kaikilla on tietyt tuotanto- tai hankkimismenonsa. Välittömät myyntitulonsa yritys saa vaihto-omaisuudesta ja sen jatkuvasta kierrosta.

13. Y r i t y k s e n j a m e t s ä n p ä ä o m a r a h o i t u s. Lähtemällä S a a r i o n teoriasta tuotannontekijäin ostomenojen rahoitus voidaan jakaa tulo- ja pääomarahoitukseen seuraavasti. T u l o r a h o i t u s käsittää a) lyhytvaikutteisten menojen tulorahoituksen eli *kulut* sekä b) pitkävaikutteisten menojen tulorahoituksen eli *poistot*. P ä ä o m a r a h o i t u s taasen käsittää a) aktivoitujen lyhytvaikutteisten menojen pääomarahoituksen eli ns. *vaihto-omaisuuden* sekä b) aktivoitujen pitkävaikutteisten menojen pääomarahoituksen eli ns. *käyttöomaisuuden*. Lisäksi pääomarahoitukseen kuuluu c) *rahoitusomaisuus* (rahat ja pankkisaatavat, tilisaamiset ja ennakkomaksut), joka ei kuitenkaan ole tuotannontekijäin ostomenoa. Yrityksen koko pääomarahoitus sisältää siis rahoitusomaisuuden sekä aktivoituihin menoihin sidotut rahat. Sitä kutsutaan tavallisesti *kokonaisinvestoinniksi* tai *investoiduksi pääomaksi*.

S a a r i o on korostanut, että ns. vaihto- ja käyttöomaisuudessa ei itse asiassa ole kysymys omaisuusarvoista vaan pääomalla rahoitetuista tuotannontekijäin osto menoista. Tätä päätelmää täytynee pitää teollisiin yrityksiin nähden yleispätevänä. Sellaisissakin yrityksissä kuten esim. koskivoimaa käyttävässä voimalaitoksessa, kaivosteollisuudessa tai tonttimaata käyttävässä vuokratalossa. Entä miten on asian laita metsään ja puuntuotantoon nähden?

M e t s ä kuuluu luonnonvaroihin tai — jos sitä on yltäkylläisesti — luonnonrikkauksiin. Se on kuitenkin tuotannontekijänä oma erikoistapauksensa, sui generis, joka ei ole rinnastettavissa esim. kaivokseen tai vesivoimalaitokseen. Alkuperäisenä luonnosta sellaisenaan saatavana tuontantovoimana metsä käsittää yhtenä jakamattomana kokonaisuutena 1) *metsäilmaston* ja 2) *metsämaan* sekä 3) *puuston* elävänä kasvu- ja uudistumiskykyisenä organismina. Kasvuunsa ja uudistumiseensa tarvittavat raaka-aineet puusto saa vapaasti ilman ostomenoja maasta, ilmasta ja auringosta. Luonto on se »yrittäjä», joka omissa tehdassaleissaan yhdistää metsäilmaston, metsämaan ja puuston metsäksi, kasvattaa puun sirkkataimesta satavuotiaaksi tukkipuuksi sekä vastaa tappionvaarasta. Nimenomaan normaalimetsän puustosta on ylivoimainen pääosa sidottu jatkuvasti kasvupaikkaan ja tuotantoon ja vain määrällinen murto-osa siitä — muutama prosentti — voidaan vuosittain irroittaa uudistus- ja harvennushakkuissa myyntikelpoiseksi puuksi. *Tuotantovälineenä on siis metsä. Puusto ei ole mikään erillinen, kasvupaikasta irrallinen tuotantoväline.* Metsä on luettavissa käyttöomaisuuteen, joskin se poikkeaa kaikista muista vastaavan omaisuuden lajeista. Se on näet puuston osalta *hyvin hitaasti vaihtuvaa käyttöomaisuutta, joka antaa välittömästi myyntituloa.* Tuotantoväline (puusto) ja luonnon kasvuprosessin tuloksena ilman rahamenoja syntyvä tuote (myyntikelpoinen puu) ovat siinä aineelliselta kokoonpanoltaan samanlaisia. Kuten mainittiin yrityksen välittömät tulot eivät sensijaan ole peräisin käyttöomaisuudesta vaan vaihto-omaisuuden kierrosta.

Metsän antamaa vuotuista puhdasta tuloa kutsutaan *metsänkoroksi*. Normaalimetsän metsänkorko (R) saadaan vähentämällä uudistushakkuussa (A_u) ja harvennushakkuissa (ΣD) poistettavien puiden kantorahatuloista vuotuisina kuluina uudistusmeno (c) sekä hoito- ja hallintomenot (uv), jos u on kiertoaika vuosissa:

$$R = A_u + \Sigma D - (c + uv).$$

Kuten kaavasta ilmenee puunkasvatus vaatii oman *tulorahoituksensa* metsän juokseville hoito-, suojelu-, hallinto- ja myyntimenoille. Mutta mikä on *puuntuotannon pääomarahoitus tai investointi?* Tarkastelemme kysymystä lähtien aluksi siitä olettamuksesta, että omistaja on saanut sen perintönä ilman omistusoikeuden siirtokustannuksia ja omistaa sen velattomana. Yrityksen investoitu pääoma käsitti rahoitusomaisuuden lisäksi ns. vaihto- ja käyttöomaisuuden ostomenojen pääomarahoituksen. Tässä tapauksessa metsällä, joka edustaa käyttöomaisuutta, ei ole minkäänlaista ostomenoa. Se on luonnon lahjaa, jota ei voida rahoittaa. Lahjaahan ei yleensäkään makseta, eikä pidetä hyviin tapoihin kuuluvana tarjota siitä edes nimellistä maksua. Tästä syystä riittää hyvin, jos metsän kirjanpitoarvoksi merkitään 1 »muistimarkka». Ns. vaihto-omaisuus on tarpeeton siitä syystä, että kasvu-

paikka ruokkii puuston sen kasvuprosessiin välttämättömillä ilmaisilla raaka-aineilla. Rahoitusomaisuutta ei myöskään tarvita, sillä kuten jäljempänä käy selville, kaikki puun kasvatuksen vuotuismenot voidaan rahoittaa suhteellisen pienellä osalla myydyn puun kantorahatuloista tai näiden ennakoilla. Tarvitaan vain rahoittamaton metsä sekä sen kehitystä ohjaavat, juoksevilla myyntituloilla rahoitettavissa olevat hoito- ja hallintotoimenpiteet. Edellä sanotusta seuraa, että *normaalimetsän puuntuotannosta puuttuu kokonaan pääomarahoitus ja investoitu pääoma, joten investoinnin kannattavuussadanneksen laskeminen sille tai sen osalle on tarpeetonta ja vailla todellisuuspohjaa.* Samalla käy ymmärrettäväksi, miksi sellainen metsänomistaja, joka on tottunut ajattelemaan kannattavuutta tuotantoon sijoittamiensa rahojen antamana korkona, ei tunne kiinnostusta metsänsä kannattavuussadanneksiin. Kuva muuttuu tietenkin olennaisesti toiseksi, jos sijoitetaan rahaa autiomaiden metsitykseen, metsäojitukseen, puuston rodulliseen parantamiseen, metsämaan lannoitukseen yms. Mutta tällöinkin *metsäilmasto ja maa puiden kasvualustana samoin kuin puun kasvuprosessi sinänsä jäävät luonnon antimiksi, joiden tuottaminen ja rahoittaminen lankeaa inhimillisen yrittäjätoiminnan ulkopuolelle.* Ainakin näiltä osiltaan puuntuotanto pysyy luonnontuotantona, jolta puuttuu ostomenot ja rahoitus. Tästä syystä metsänomistajaa voidaan kyllä pitää *puun kasvattajana*, mutta tuskin yrittäjänä tai »puuntuottajana» näiden sanojen yleisessä ekonomisessa merkityksessä.

14. Vertailuesimerkki yrityksen ja normaalimetsän tulorahoituksesta sekä myynnin kannattavuussadanneksesta. — Yrityksen investoinnin kannattavuussadannes (sitä kutsutaan myös tuottosadannekseksi) voidaan jakaa kahteen osatekijään: myynnin kannattavuussadannekseen ja kiertonopeuteen. Edellinen lasketaan voiton sadannessuhteena myyntiin, jälkimmäinen myynnin suhteena investointiin. Investoinnin kannattavuussadannes = myynnin kannattavuussadannes × kiertonopeus. Se voidaan laskea myös suoraan voiton sadannessuhteena investointiin.

Seuraavassa vertailuesimerkissä on asetettu rinnakkain tyypillinen yritys (vrt. Honko 1961, s. 7) sekä puolukkatyypin männiköistä koostuva hoitonormaalinen metsä kiertoaikana 90 vuotta (Nyyssönen 1958). Kummankin myyntiä — normaalimetsässä kantorahatuloa — merkitään 100:lla. Yrityksen voiton vastineeksi asetetaan metsänkorko, ja molemmat on laskettu »ennen veroja» eli sisällyttämällä verot voittoon ja metsänkorkoon. Investoinnin kannattavuussadannes on luonnollisesti voitu laskea vain vertailuyritykselle. Metsän kohdalla on tyydytty myynnin kannattavuussadannekseen. Jonkinlaisen vertailevan kuvan saamiseksi puuston kiertonopeudesta tämä on kuitenkin laskettu kantorahatulon suhteena puuston hakkuuarvoon.

Myynti normaalimetsässä käsittää tulot ($A_u + \Sigma D$), jotka saadaan uudistus- ja harvennushakkuissa poistettavien puiden hakkuuoikeuden myyn-

nistä ns. leimatun puun kantorahoina. *Vuotuiskuluihin* (c + uv), jotka metsäekonomiassa on yleisesti ja yksimielisesti hyväksytty rahoitettaviksi saman tilivuoden myyntituloilla, luetaan uudistusmenojen lisäksi muut hoitomenot — taimiston hoidosta, perkausharvennuksista yms. aiheutuvat — sekä hallintomenot, mukaan luettuna metsän suojelu, leimaus, hakkuuvalvonta ja mahdollinen hoitosuunnitelma. Niihin ei sisälly lainkaan selviä erillismenoja, jotka kohdistuisivat tiettyyn puuerään ja tavaralajiin ja olisivat täten yhdestä ainoasta tulosta »ensin ja etuoikeudella» korvattavissa. *Kaikki vuotuismenot ovat metsä- tai metsikkökohtaisia ja sellaisina enemmän tai vähemmän kiinteitä yhteismenoja.* Kun ns. muuttuvat menot käytännöllisesti katsoen puuttuvat, seuraa tästä, että *kantoraha jää kokonaisuudessaan katetuotoksi.* Puuntuotannon tuloksellisuuden vaihtelua ei täten voida mitata katetuottosadanneksella, koska tämä on aina 100 %. Lyhytvaikutteisiin menoihin voitaneen lukea hallinnon ja myynnin kustannukset. Sensijaan *metsiköiden hoitomenot* eivät ole lyhytvaikutteisia eikä niitä voida rinnastaa myöskään yrityksen pitkävaikutteisiin menoihin. Pikemminkin ne ovat *kaukovaikutteisia menoja*, jotka lisäävät ko. metsiköstä vastaisuudessa monivuotisin aikavälein saatavia tuloja. Niihin investoitu kantoraha ei ole metsänomistajalle takaisin saatua »omaa rahaa» eikä »hankintahintaa», vaan pikemminkin luonnon antia ja tulonsiirtoa edelliseltä metsänomistajapolvelta. Kun metsänomistaja itse sijoittaa metsiköiden hoitoon tällaisia kaukovaikutteisia menoja, hän ei ehdi omana elinaikanaan nauttia niistä tuloja lainkaan tai vain osittain.

Silti hoitomenot tulkitaan *koko metsää* koskevassa tuloksenlaskennassa sijoitusvuoden *tuloista rahoitettaviksi kuluiksi.* Ne ovat ehtona pitkäjänteisen puuntuotannon ja hakkuutulojen jatkuvuudelle ja ne toistuvatkin normaalimetsässä vuodesta toiseen tasasuuruisina. Hyvin merkittävä osa metsänhoidosta, nimittäin kasvatus- ja harvennushakkaukset, tapahtuu tuloa tuottavina toimenpiteinä. Tämä on yhtenä syynä siihen, että tehokkaankin metsänhoidon kustannukset vievät vain vähäpätöisen osan normaalimetsän juoksevista tuloista.

Kuten vertailuesimerkistä havaitaan, *5 % myyntituloista riittää kaikkien hoito- ja hallintokulujen rahoittamiseen* hoitonormaalissa VT:n mäntymetsässä. Maksuvalmeus on jatkuvasti erinomainen, varsinkin kun osa myyntituloista saadaan vielä ennakkona kaupantekotilaisuudessa. Minkäänlaisesta tappionvaarasta ei voi olla puhetta. Mutta yrityksen myynnistä menee 12 % pelkästään kiinteitten kulujen rahoittamiseen. Lisäksi tarvitaan muuttuviin kuluihin, jotka metsän kohdalta puuttuvat, 74 % myyntituloista.

Metsänkoron osuudeksi kantorahatuloista ja samalla myynnin kannattavuussadannekseksi jää 95 %. Vastaava sadannes on vertailuyrityksessä 14%. Kantorahasta on täten ylivoimainen pääosa metsänkorkoa, tuotteiden myyntitulona saatua »uutta rahaa». Kuten S a a r i (1947) on todennut,

Yritys		Normaalimetsä	
Myynti: = 100		*Myynti:* Kantorahatulo = 100	
Voitto:		*Metsänkorko:*	
Myynti	100	Kantorahatulo	100
— Muuttuvat menot	74	— Muuttuvat menot	—
Katetuotto	26	Katetuotto	100
— Kiinteät menot	12	— Kiinteät menot	5
Voitto	14	Metsänkorko	95
Myynnin kannattavuussadannes: (voitto × 100): myynti = (14 × 100): 100 = 14 %		*Myynnin kannattavuussadannes:* (metsänkorko × 100): kantorahatulo = (95 × 100): 100 = 95 %	
Investoitu pääoma:			
Rahoitusomaisuus	16		
Vaihto-omaisuus	25	[puuttuu]	
Käyttöomaisuus	34		
Summa	75		
Invest. pääoman kiertonopeus: Myynti: invest. pääoma = 100: 75 = 1.33		[*Puuston kiertonopeus:* Kantorahatulo: puuston hakkuuarvo = 100: 1890 = 0.053]	
Invest. pääoman kannattavuussadannes: Myynnin kannattavuussadannes × kiertonopeus = 14 × 1.33 = 18.7 % (voitto × 100): inv. pääoma = (14 × 100): 75 = 18.7 %		[puuttuu]	

puiden myynnistä saatu *hinta* ei ole hinta tämän sanan tavanomaisessa merkityksessä. Tästä syystä hän on kutsunut sitä *kantorahaksi*, samoin kuin esim. pääomankoron, työpalkan tai vuokran tapaisilla erikoishinnoilla on omat nimityksensä. Joka tapauksessa kantorahan jakaantumisessa metsänkoron ja kulujen kesken samoin kuin kulujen rakenteessa on piirteitä, jotka olennaisesti poikkeavat teollisen yrityksen tulorahoituksesta. Lisäksi metsänkorko ja yrityksen voitto ovat luonteeltaan erilaisia tulolajeja. Voitto on yrityksen tuotannolliseen toimintaan sijoitetun pääoman korkoa. Sensijaan normaalimetsän puuntuotannosta puuttuu pääomarahoitus. Tästä syystä sen antamaa *metsänkorkoa tuskin voidaan pitää pääomakorkona, vaan pikemminkin tietynlaisena omaisuuskorkona tai omistustulona.* Kaikesta tästä johtuu, että metsänkorkoon ja toisaalta yrityksen voittoon perustuvilla kannattavuussadanneksilla on vain rajoitettu vertauskelpoisuus.

Jos puuston — so. vaihtuvan käyttöomaisuuden — *»kiertonopeutta»* kuvataan myyntitulon suhteena puuston hakkuuarvoon, se on vertailuesimerkissä 0.053. Toisin sanoen vuotuinen hakkaus on 5.3 % puuston hakkuuarvosta. Se ei tietenkään ole samastettavissa vertailuyrityksen pääomien kiertonopeuteen, joka on 1.33 (myynti on 133 % investoidusta pääomasta), mutta antaa

kuitenkin jonkinlaisen käsityksen puuston kierron tavattomasta hitaudesta, puuntuotannon kenties kaikkein vieraimmasta piirteestä yrittäjyydelle.

2. Metsänomistuksen rahoituksen kannattavuussadannes

Siirrymme nyt tapaukseen, jolloin tarkasteltavana oleva puolukkatyypin normaalimetsä on siirtynyt omistajansa haltuun oston välityksellä tai siten, että omistusoikeuden siirrosta on ollut maksettava tietyt menot. Tällainen metsänomistuksen rahoitus lienee riidattomasti pääomarahoitusta. Toisaalta metsän ostohinnalla ja teollisen yrityksen ostohinnalla on olennainen ero. Jälkimmäinen merkitsee paitsi omistusoikeuden rahoitusta samalla uuden yrittäjän haltuun siirtyneen tuotannollisen toiminnan pääomarahoitusta. *Normaalimetsän ostohinta merkitsee vain omistusoikeuden pääomarahoitusta*, puuntuotannon jäädessä samanlaiseksi pelkän tulorahoituksen varassa tapahtuvaksi tuotannoksi kuin mitä se oli ennen ostoa.

Metsänomistuksen rahoituksen kannattavuussadanneksella tarkoitetaan jäljempänä metsänkoron sadannessuhdetta normaalimetsän omistusoikeuden rahoitukseen. Oletetaan, että tapauksessa a) metsä on ostettu hintaan, joka on yhtä suuri kuin metsän tuottoarvo käyttämällä laskentakorkokantana 5 %:a. Tuottoarvo saadaan »kapitaloimalla» metsänkorko »verojen jälkeen», joka on esimerkissä 86.3. Ostohinta on siis = (1: 0.05) × 86.3 = 1726. Tapauksessa b) metsä on peritty ja maksettu siitä perintöverona, maanjaon ym. kustannuksia kymmenesosa sen tuottoarvosta eli 173. Metsänomistuksen rahoituksen kannattavuussadannes on = (metsänkorko × 100): metsänomistuksen rahoitus. Siis tapauksessa a) (86.3 × 100): 1726 = 5 %, ja tapauksessa b) 10 × 5 = 50 %.

Metsänomistuksen rahoituksen kannattavuussadannes riippuu ratkaisevasti *rahoitusasteesta*, joka käytännössä vaihtelee hyvin väleissä rajoissa. Sadannes lienee verraten korkea esim. valtionmetsissä samoin kuin monissa perintömetsissä. Sitä ei luonnollisesti voida käyttää hyväksi finanssista kiertoaikaa laskettaessa, eikä muutoinkaan puuntuotannon tuloksellisuuden mittana. Esitetyt sadannesluvut osoittavat silti mm. sen, että metsän ikäluokkajakaantuman ollessa normaali on paljon kannattavampaa periä huonohko metsä kuin ostaa tuottoarvo-hinnasta velaksi hyvä metsä. Normaalimetsän velaksiosto tuottoarvon hintaan merkitsee, että metsän vuotuinen nettotulo riittää vain diskonttosadanneksen (esimerkissä 5 %) suuruiseen velan korkoon ja kuoletukseen. Palaamme asian tähän puoleen jäljempänä.

3. Finanssisen kiertoajan tunnuksina käytetyistä kannattavuussadanneksista

Koko yrityksen kannattavuuden mittana käytetään investoidun pääoman kannattavuus- tai tuottosadannesta, joka on = myynnin kannattavuussadannes × kiertonopeus (vertailuyrityksessä 14 × 1.33 = 18.7 %). Kannattavuutta voidaan siis parantaa 1) korottamalla myynnin kannattavuussadannesta eli parantamalla myyntitulojen ja niistä rahoitettavien kulujen suhdetta, sekä 2) parantamalla investoitujen pääomien käytön tehokkuutta eli kiertonopeutta. Mitä tulee kiertonopeuteen, se on riippumaton kulujen muutoksesta, mutta nousee myyntitulojen lisääntyessä, jos kulujen rakenne pysyy ennallaan, sekä laskee investointien lisääntyessä (vrt. H o n k o 1961).

F i n a n s s i n e n k i e r t o a i k a. — Metsänomistaja kiinnittänee yleensä päähuomionsa »*myynnin kannattavuuteen*» siten, että hän pyrkii kes-

kittämään myynnit kantohintojen suhdanneaallon nousuun ja pidättäytymään niistä laskevan aallon kohdalla, tavoitellen täten suhdannevoittoa. Tämä mahdollisuus on kuitenkin suljettu pois normaalimetsän kannattavuuslaskelmista, joissa edellytetään myydyksi joka vuosi samansuuruinen puumäärä samaan hintaan. Niissä kiinnitetäänkin päähuomio finanssiseen kiertoaikaan so. *puuston edullisimpaan kiertonopeuteen.* Metsänomistajan mahdollisuudet vaikuttaa tähän lukuarvoltaan poikkeuksellisen pieneen kannattavuustunnukseen (esimerkissä 0.053) ovat taasen sangen vähäiset ainakin normaalimetsän puitteissa. Kun kiertonopeuden laskemiseen tarvittava *investoitu pääoma puuttuu metsästä, kannattavuuslaskelmissa on käytetty sen korvikkeena metsäomaisuuden arvoa.* Tosin tätä korviketta on kutsuttu »metsäpääomaksi» tai »investoinniksi», mutta kysymyksessä lienee terminologian erilaisuus. Kukaan ei tarkoittane, että finanssista kiertoaikaa laskettaessa käytetty metsän arvo merkitsisi rahasummaa, joka metsään on investoitu. Käytän jäljempänä finanssista kiertoaikaa yhteisnimityksenä kaikille niille kiertoajoille, joiden tunnuksena käytetään metsäomaisuudelle tai sen osalle tavalla tai toisella laskettua kannattavuussadannesta. Jos metsäomaisuuden arvoa merkitään W:llä ja metsänkorkoa R:llä, niin kannattavuussadannes p_r saadaan seuraavasta perusyhtälöstä:

$$(1) \qquad p_r : 100 = R : W$$

Yhtälössä voidaan vain metsänkorko R ajatella tunnetuksi ex post-lukuna. Sensijaan metsäomaisuus W on hinnoitettava tietynlaisena jos-rahana, joka kuvitellaan joko investoiduksi metsään tai saatavan sen myyntihintana. On erityisesti huomautettu siitä, että metsäomaisuus on hinnoitettava metsänkorosta ja diskonttosadanneksesta riippumattomalla tavalla, eikä esim. metsän tuottoarvona, koska kannattavuussadannes tulee tällöin samaksi kuin diskonttosadannes ja on kehäpäätelmän tulos (L i e f m a n n 1924). Tätä kehäpäätelmää ei taasen voida kiertää muutoin kuin siten, että metsä hinnoitetaan joko puuston hakkuuarvona (merkitään N:llä) tai sen ja maan arvon (B:n) summana. Puuston ja maan erillisarvojen summaa kutsun tässä metsän summa-arvoksi. Näihin hinnoitusperiaatteisiin nojautuvia kannattavuussadanneksia ovat mm. seuraavat:

1. *Metsän summa-arvon kannattavuussadannes* $p_r = (R \times 100) : (B + N)$. Se antaa VT:n hoitonormaalille mäntymetsälle eri kiertoajoilla seuraavan sadannessarjan, jos maan arvona käytetään 6 000 markkaa: 40 v:lle 4.5 %, 50 v:lle 5.7 %, 60 v:lle 5.7 %, 70 v:lle 5.4 %, 80 v:lle 4.9 %, 90 v:lle 4.4 %, 100 v:lle 3.9 %, 110 v:lle 3.5 %.

Finanssinen kiertoaika osuu siis tässä tapauksessa 50:n ja 60:n vuoden välille. Menetelmän esittäjät eivät ole kuitenkaan suositelleet näin lyhyitä kiertoaikoja. Esim. G o d b e r s e n (1926) jättää avoimeksi kysymyksen, mikä kannattavuussadannes on oikea tunnus finanssiselle kiertoajalle.

2. *Puuston hakkuuarvon kannattavuussadannes, joka johtaa korkeimpaan maan arvoon ja korkoon:* $R - \left(\frac{p}{100} \times N\right) = \max.$ Sen mukaan esimerkin sadannessarja muodostuu seuraavaksi: 50 v:lle 6.1 %, 60 v:lle 5.2 %, 70 v:lle 4.0 %, 80 v:lle 2.9 %, 90 v:lle 1.5 %, 100 v:lle 1.2 %, 110 v:lle 1.1 %.

Maankorkoteorian edustajat ovat suositelleet finanssisen kiertoajan tunnukseksi ns. metsätaloudellista korkokantaa, jonka suuruudeksi he ovat perustelleet 2.5—3 %:a (E n d r e s 1924). Rahataloudellisesti edullisin kiertoaika olisi siis tässä tapauksessa n. 80—85 vuotta. Sen puitteissa VT-männikön puuston kannattavuus olisi 3—2.5 % ja maalle saataisiin maksimaalinen korko, joka olisi noin 2 400—3 000 mk.

3. *Puustoerotuksen kannattavuus* on viime vuosina saavuttanut ns. erotus- tai rajakustannusteorian merkeissä verraten laajaa suosiota Yhdysvalloissa ja Skandinavian maissa. Meillä N y y s s ö n e n (1958) on julkaissut siitä ansiokkaan tutkimuksen. N y y s s ö s e n esittämä puustoerotuksen kannattavuussadanneksen määrittämistapa on seuraava. Merkitään normaalimetsän puuston hakkuuarvoja kiertoajoilla u ja u + 10 vuotta N_u:lla ja N_{u+10}:llä sekä vastaavia metsänkorkoja R_u:lla ja R_{u+10}:llä. Puustoerotuksen so. puuston hakkuuarvojen erotuksen kannattavuussadannes saadaan kaavasta: $p_r = \frac{R_{u+10} - R_u}{N_{u+10} - N_u} \times 100$. Sadannessarja VT:n mäntymetsälle on seuraava: 50 v:lle 7.7 %, 60 v:lle 5.7 %, 70 v:lle 4.6 %, 80 v:lle 3.6 %, 90 v:lle 2.1 %, 100 v:lle 1.5 %, 110 v:lle 1.1 %.

Kuten muissakin menetelmissä finanssinen kiertoaika jää sen tunnuksena käytettävän kannattavuussadanneksen valinnan varaan. A b e t z i n (1929) mukaan käytännössä voisivat tulla kysymykseen kaikki sadannekset 0:sta aina käypään korkosadannekseen saakka. J ø r g e n s e n ja H e r m a n s e n (1950) ovat erotuskannattavuutta tutkiessaan luonnehtineet puuston »varoiksi» (midler) sekä sen lisääntymisen kiertoajan pidentyessä »lisäinvestoinniksi» (merinvesteringen). N y y s s ö s e n (1958, s. 18) mukaan taasen kiertoajan jatkaminen esim. 70:stä 80:een vuoteen merkitsee »metsän säästämistä» hakkuuarvojen erotuksella N_{80}—N_{70}. Kun »metsänomistaja ei voisi näin menetellä luopumatta vaihtoehtoisista sijoituksista tai ehkä ottamatta lainaa», seuraa tästä, että »pääoman säilyttäminen metsässä tavallaan tietää määrättyjä kustannuksia».

Tarkastelen tässä kysymystä edelleen yrityslaskennan näkökulmasta, jolloin investoinnilla tarkoitetaan *rahansijoitusta* ja pääomalla näiden *rahojen lähdettä*. Siirtyminen normaalipuustosta N_u normaalipuustoon N_{u+10} merkitsee vähittäistä lisääntymistä tuotantoon sidotun puuston kuutiomäärässä ja hakkuuarvossa, ja tämä puustonlisäys on metsäomaisuuden *realisoimatonta arvonlisäystä* sekä tarkoitettu myös sellaiseksi jäämään. Se syntyy luonnon kasvuprosessin tuloksena ilman menoja ja pääomarahoi-

tusta. Se ei aiheuta metsänomistajalle edes vuotuismenojen nousua, sillä nämä ovat käytännöllisesti katsoen kiinteitä ja kiertoajasta riippumattomia. Meikäläisen metsäverotuksen puitteissa puustonlisäys on vapaa myös veroista. Näin ollen *puustonlisäys ei vaadi pääomarahoitusta eli investointia eikä tulorahoitusta, eikä siihen liity mitään todellista meno- tai tulotapahtumaa.* Käsitykseni mukaan se on *jos-rahaa,* jonka kirjaaminen hakkuuarvona metsäomaisuuden lisäykseksi osoittaisi »valeinvestointia», vastaavan hyvitysmerkinnän osoittaessa »valepääomaa». Huomion arvoinen on sensijaan toinen aspekti puustonlisäyksessä, johon N y y s s ö n e n on viitannut kutsumalla tätä metsän säästämiseksi. *Siirtyminen pitempään kiertoaikaan edellyttää nimittäin hakkuutulojen pienentämistä eli hakkuusäästöä siirtymäkautena.* Tämä hakkuusäästö kertyy kuitenkin vuotuisina erinä 10 vuoden kuluessa, eikä sen arvo ole sama kuin puuston hakkuuarvojen erotus $N_{u+10} - N_u$. Mahdollista tai ilmeistä kuitenkin on, että metsänomistaja niistä päättäessään voi harkita vaihtoehtoisia sijoituksia, joskaan kiertoajan pidentämistä lainapääoman turvin ei käytännössä juuri esiintyne. Yleensä metsänomistaja tavoittelee hakkuusäästöllä odotettavissa olevasta kantohintojen noususta saatavissa olevaa suhdannevoittoa.

Edellä on kosketeltu kolmea finanssisen kiertoajan tunnukseksi suositeltua erilaista kannattavuussadannesta: puuston hakkuuarvon (korkeimman maankoron), puuston hakkuuarvoerotuksen sekä puuston hakkuuarvon ja maan erillisarvon summan kannattavuussadannesta. Nähdäkseni mikään niistä ei kuitenkaan osoita metsäomaisuuden tai sen muutoksen kannattavuutta. Näin siitä syystä, että puuston hakkuuarvo antaa lyhyille kiertoajoille liian alhaisia ja pitkille kiertoajoille liian korkeita metsän arvoja. *Noiden kolmen sadannessarjan aleneminen pitkiin kiertoaikoihin siirryttäessä samoin kuin niiden keskinäiset erot ovat vain seurausta erisuuruisista ja erisuuntaisista systemaattisista virheistä metsäomaisuuden ja sen muutoksen hinnoittamisessa. Aivan vastaavasti kannattavuussadannesten alhaisuus on vain heijastusta metsäomaisuuden ylihinnoituksesta pitkien kiertoaikojen kohdalla.*

Finanssisen kiertoajan tunnussadanneksia laskettaessa on yleensä kuviteltu puuston hakkuuarvo joko a) normaalimetsän myynnistä saatavaksi jos-rahaksi tai b) normaalimetsään tehdyksi jos-investoinniksi. Molemmat nämä kuvitelmat ovat kuitenkin todellisuuteen soveltumattomia. Edellinen eli *jos-raha* sen takia, että puuston hakkuuarvo on puuston iästä riippuen suurempi tai pienempi kuin metsän tuottoarvo, jälkimmäinen eli *jos-investointi* siitä syystä, että normaalimetsän puuntuotannosta puuttuu kokonaan pääomarahoitus eli investointi. Onkin ymmärrettävää, että tällaisiin todellisuuden vastaisiin olettamuksiin rakentuvan finanssisen kiertoajan on ollut vaikea saada metsänomistajan hyväksymistä ja jalansijaa käytännössä.

Ko. menetelmiä vastaan voidaan edelleen huomauttaa, että ne antavat eri kasvupaikoille, eri puulajeille ja eri kiertoajoille erisuuruisia kannatta-

vuussadanneksia, jotka lisäksi vaihtelevat suhteellisen väleissä rajoissa laskentaperusteista riippuen. *Ei voida näet pitää itsestään selvänä, että metsäomaisuuden kannattavuus riippuisi kasvupaikasta tai puulajista tai edes kiertoajasta.* Joka tapauksessa tätä tietä päädytään tietynlaiseen »kannattavuussadannes-sarjojen viidakkoon», josta metsänomistajan pitäisi harkinnan varaisesti valita finanssisen kiertoajan tunnukseksi kelpaava sadannes. Hänen epäilynsä varmaankin vielä lisääntyy, jos tätä valintaa varten annettu ohje on niinkin ylimalkainen, että »käytännössä ovat mahdollisia kaikki sadannekset 0:sta käypään korkokantaan saakka».

Kirjoittajan käsityksen mukaan kiertoaikalaskelmat ovat lisänneet arvokkaalla tavalla tietojamme eri tavoin hinnoitetun puuston tai sen osan *netto-arvokasvusadanneksesta* sekä tämän suhteesta kasvupaikkaan, puulajiin ja puuston ikään. Mutta finanssinen kiertoaika ja metsäomaisuuden kannattavuussadannes ovat tätä tietä tuskin saaneet teoreettisesti hyväksyttävää ja käytäntöön soveltuvaa ratkaisua.

4. Diskonttosadannes metsäomaisuuden kannattavuussadanneksena

Palaamme uudelleen metsäomaisuuden kannattavuussadanneksen perusyhtälöön (1), jonka mukaan $p_r : 100 = R : W$. Käsitykseni mukaan siinä metsäomaisuus W ei ole hinnoitettavissa puuston erillisarvona eikä puuston ja maan erillisarvojen summana ilman tuntuvia systemaattisia virheitä. Eikä metsän arvoa yleensä tunneta myöskään ostohintana tai sellaisena »käypänä hintana», joka tarjoaisi kelvollisen pohjan tapaus tapaukselta vaihtelevan yksilöllisen arvon määrittämiseksi W:lle. *Ainoaksi mahdollisuudeksi päästä metsälökohtaisiin oikean suuruusluokan arvoihin jää täten ns. metsän tuottoarvo,* joka erityisesti normaalimetsän kohdalla onkin varsin käyttökelpoinen. Metsän tuottoarvoa ei voitane kuitenkaan pitää onnistuneena terminä. Ensinnäkin metsän tuottoon voidaan hyväksyä vain ns. tuottohakkausta vastaavat tulot, ja toiseksi se perustuu nettotuloihin, kun tuotolla liikelaskentaopissa tarkoitetaan tuotteiden myynnistä saatuja kokonaistuloja. Käytänkin siitä nimitystä *metsän diskonttausarvo.*

Pankkikielessä diskonttauksella tarkoitetaan myöhemmin maksettavaksi joutuvan saatavan — tavallisesti saamavekselin — ostamista vähentämällä tietty sadannes sen nimellismäärästä osto- eli diskonttauspäivän ja lankeamispäivän väliseltä ajalta. Tämä vähennys on diskontto, ja sadannes, jonka mukaan vähennys pidätetään, on *diskonttosadannes.* Itse asiassa diskonttaus on odotetun tulon ostamista sen nykyarvoon tekemällä tuosta tulosta diskonttosadanneksen mukainen vähennys ostopäätöksen teon ja tulon saannin väliseltä odotusajalta. Jos odotusaika venyy useiden vuosien pituiseksi, vähennys sisältää vuotuisten korkojen lisäksi myös korkojenkorot, ja tulon nykyarvo pienenee geometrisessa sarjassa odotusajan pidentyessä. Diskontto

on odotetun tulon »nimellisarvon» vähennys, joka riippuu diskonttosadanneksen suuruudesta ja odotusajan pituudesta. Diskonttosadannes ilmoittaa odotetun tulon ostohinnan eli nykyarvon kannattavuuden.

Normaalimetsästä odotetaan saatavan jatkuvasti joka vuosi metsänkoron R suuruinen puhdas tulo. *Metsän diskonttausarvo on näiden odotettujen tulojen nykyarvojen summa.* Jos merkitään diskonttosadannesta p_d:llä ja $i_d = (p_d : 100)$, niin metsän diskonttausarvo $W_d = R : (1 + i_d) + R : (1 + i_d)^2 + R : (1 + i_d)^3 + \ldots . = R : i_d = R \times (100 : p_d)$. Kun metsänkorko omana erikoisena tulolajinaan on — kuten edellä osoitettiin — *omaisuuskorkoa ja omistustuloa* eikä pääomakorkoa, lienee oikeampaa tulkita siitä johdettu metsän diskonttausarvokin *omaisuusarvoksi* eikä pääoma-arvoksi. Se on metsästä odotettujen omistustulojen yhteinen arvo, jonka kannattavuussadannes = diskonttosadannes. Päättymätön vuotuinen puhdastulo (metsänkorko) antaa tälle omaisuusarvolle diskonttosadanneksen mukaisen vuotuisen koron ja kuoletuksen summan. Koron osuus puhtaasta tulosta suurenee ja kuoletuksen osuus pienenee geometrisessa sarjassa, kuoletuksen kestäessä ikuisesti (vrt. S a a r i o 1961 a).

Kun kannattavuussadanneksen perusyhtälöön sijoitetaan metsäomaisuuden arvoksi metsän diskonttausarvo, yhtälö saa seuraavan muodon:

$$(2) \qquad p_r : 100 = R : \left(R \times \frac{100}{p_d}\right) \text{ eli } p_r = p_d.$$

Asian luonteeseen kuuluu, että *metsäomaisuuden kannattavuussadannes on yhtä suuri kuin metsän diskonttausarvoa laskettaessa käytetty korkosadannes.* Toisin sanoen kannattavuussadannes tulee ratkaistuksi jo diskonttosadanneksen valinnalla.

Koska metsän omaisuusarvona voi, kuten sanottu, tulla kysymykseen ainoastaan sen diskonttausarvo, seuraa tästä, että sikäli kuin metsänomistaja haluaa myyntiä tai vaihtoehtoista myyntihinnan sijoitusta varten tietää *metsäomaisuutensa kannattavuussadanneksen, tämä on samansuuruinen ja yhtä valinnanvarainen kuin diskonttosadannes. Se riippuu siitä, minkälaisen painon hän antaa metsästään odotettavien tulojen laadulle ja odotusajalle, sekä — tästä riippuen — minkä sadanneksen mukaan hän tekee korkovähennyksen noista nettotuloista.* Joko vaistonvaraisesti tai — mikä käytännössä lienee harvinaisempaa — diskonttauslaskelmilla. Hän tietää, että metsästä ei saa kaikkea tuloa irti yhdellä kertaa vaan eri pitkien odotusaikojen jälkeen, ja että hän näin ollen myy odotettuja hakkuutuloja. Käytäntö ja kauppahinnat osoittavat, että näistä odotetuista tuloista myös todella tehdään korkovähennys. *Korkea diskonttosadannes merkitsee suhteellisen suurta korkovähennystä, pientä omaisuusarvoa ja suhteellisen korkeaa kannattavuussadannesta. Alhainen diskonttosadannes ja vähäinen korkovähennys puolestaan johtavat suurempaan omaisuusarvoon ja pienempään kannattavuussadannekseen.*

Entä miten valinnanvarainen on diskonttosadannes metsäomaisuuden kannattavuussadanneksena? Voiko se ehkä käytännössä vaihdella nollasta käypään korkosadannekseen, kuten finanssisen kiertoajan tunnussadanneksista on sanottu? Näin laaja valinnanvaraisuus ei saata tulla kysymykseen. Eihän voida esim. ajatella diskonttosadannesta nollaksi. Se näet merkitsisi, että metsänomistaja hinnoittaisi ja ostaja hyväksyisi metsästä esim. 50 vuoden kuluttua saatavan 500 000 markan tulon nykyarvoksi tuon 500 000 markkaa sellaisenaan ilman minkäänlaista korkovähennystä, ja se johtaisi äärettömän suureen metsän arvoon. Näyttää myös siltä, että Suomen oloissa ainakin 1—2 %:n ja ilmeisesti myös 3 %:n diskonttauksella päädytään liian korkeisiin hintavaatimuksiin, jotta ostaja voisi niitä hyväksyä. Toisaalta esim. 6 % ja sitä korkeammat diskonttosadannekset antavat jo arvoja, jotka todellisiin kauppahintoihin verrattuna vaikuttavat suuruusluokaltaan nähtävästi liian alhaisilta. Meillä Ilvessalo on käyttänyt useimmiten 5 %:a ja Saaren mukaan diskonttosadanneksena ei juuri voi tulla kysymykseen muut kuin 5 tai 4 %. Juuri 5 %:a meillä on viime aikoina yleisimmin sovellettu käytännöllisissä metsänhinnoituksissa, jotka on perustettu diskonttausarvoon. Kenties ei eksytä kovin kauaksi oikeasta jos sanotaan, että *ne suomalaiset metsänomistajat, jotka ovat vaihtoehtoisia sijoituksia ajatellen luopuneet myynnin kautta metsäomaisuudestaan, ovat arvioineet sen kannattavuuden odotettujen tulojen lähteenä olevan karkeana keskiarvona 5 %:n suuruusluokkaa* tai mahdollisesti hiukan alle. Yksityistapauksissa sadannes tietenkin vaihtelee.

Mielestäni juuri metsän kauppahinnat tarjoavat todellisuuspohjaisimman keinon diskonttosadanneksen selvittämiselle, sillä niissä *odotettujen tulojen diskontto eli ostohinnan vähennys määräytyy ostajan ja myyjän kaksipuolisesti vahvistamana aitona hintana* (vrt. Saario 1959). Sen sijaan finanssisen kiertoajan tunnukseksi suositeltua ns. metsätaloudellista korkosadannesta täytynee yleensä pitää epäaitona hinnanvähennyksenä, koska se tutkijan »improvisoimana» määräytyy yksipuolisesti.

Entä onko metsäkaupoissa määräytyvä diskonttosadannes vertauskelpoinen sen koron kanssa, jota metsänomistaja tavoittelee muista vaihtoehtoisista rahansijoituksista? Puuttumatta pitemmältä tähän ongelmaan todettakoon vain, että metsänkorko on ainakin normaalimetsän osalta monessa suhteessa erikoinen tulolaji. Sen hankkiminen ei nimittäin vaadi ensinkään pääomarahoitusta ja tulorahoitustakin suhteellisen vähän, ja se on peräisin omaisuudesta, joka on inflaatiovarma, maksuvalmeudeltaan erinomainen sekä tietyissä suhteissa altis ns. ansiottomalle arvonnousulle. Voidaan kysyä, *mikä muu metsänomistajan käytettävissä olevista vaihtoehtoisista rahansijoituksista tarjoaa kaikki nämä edut samanaikaisesti?* On ymmärrettävää, miksi metsän diskonttosadannes on yleistä diskonttokorkoa alhaisempi.

Diskonttosadanneksella on metsäomaisuuden kannattavuussadanneksena se »hyvä puoli», että *se on kiertoajasta riippumaton.* Onkin vaikeata ajatella, miksi metsänomistaja, joka omistaa esim. 100 ja 70 vuoden kiertoajan normaalimetsät, tekisi niistä odottamistaan tuloista erisuuruiset korkosadannesvähennykset. Ja miksi hänen pitäisi tehdä pienempi sadannesvähennys tuon järeämpipuustoisen ja »maksuvalmiimman» metsän tuloista ja leimata sen kannattavuus heikommaksi? Kysyn tätä siksi, että finanssisen kiertoajan sadannestunnukset alenevat sitä mukaa kuin kiertoaika pitenee.

Diskonttosadanneksella on kannattavuuden tunnuslukuna sekin »hyvä puoli», että *se on kasvupaikasta ja puulajista riippumaton.* Tekijä ei olekaan löytänyt pätevää perustetta siihen, miksi metsästä odotettu tulo merkitsisi pienempää tai suurempaa kannattavuutta omaisuudelle pelkästään sen takia, että tuo tulo on peräisin mänty-, kuusi- tai koivutavarasta tai että se on peräisin esim. seinäsammal- tai jäkälätyypiltä.

Näin yksinkertainen on omaisuuden kannattavuusongelman nähdäkseni ainoa mahdollinen ratkaisu normaalimetsän kohdalla. Milteipä liiaksi »silmän vieressä» tutkijan havaittavaksi. Tämä ratkaisu pätee ilmeisesti myös *normaalitilasta poikkeavaan todelliseen metsään* nähden. Siinä diskonttosadannes kytkeytyy vain yhä kiinteämmin kannattavuussadannekseen. Nyt ei näet perusyhtälön metsänkorkoa voida enää edellyttää tunnetuksi ex post-lukuna, vaan sekin on tuottohakkauksen määrittämistä varten laskettava diskonttosadannesta käyttäen. Teoreettisesti ehkä oikein ja ainoa mahdollinen tapa on *laskea ensin metsän diskonttausarvo ja siitä diskonttosadanneksella metsänkorko* (vrt. O s t w a l d 1931). Jos todellisuusmetsästä eri vuosina odotettuja kantorahoja merkitään H_a, H_b, H_c ... ja kuluja K_a, K_b, K_c ..., sen diskonttausarvo on $= [H_a : (1 + i_d)^a + H_b : (1 + i_d)^b + H_c : (1 + i_d)^c + \ldots] - [K_a : (1 + i_d)^a + K_b : (1 + i_d)^b + K_c : (1 + i_d)^c + \ldots.]$ $= \sum \frac{Hn}{(1 + i_d)^n} - \sum \frac{Kn}{(1 + i_d)^n}$. Nyt kannattavuussadanneksen perusyhtälö pukeutuu seuraavaan muotoon:

$$(3) \quad i_r = \frac{i_d \times \left(\sum \frac{Hn}{(1 + i_d)^n} - \sum \frac{Kn}{(1 + i_d)^n} \right)}{\sum \frac{Hn}{(1 + i_d)^n} - \sum \frac{Kn}{(1 + i_d)^n}} \quad \text{eli } i_r = i_d \text{ ja } p_r = p_d$$

Todellisuusmetsä tarvitsee siis kannattavuusyhtälössään hyvin runsaskätisesti diskonttosadannesta: metsän arvossa kaksi kertaa potenssiin korotettuna sekä metsänkorossa tämän lisäksi vielä kolmannen kerran ilman potenssia. Voisiko vielä perustellusti väittää, että metsäomaisuuden kannattavuussadannes olisi jotakin muuta kuin diskonttosadannes ja tästä riippumattomana laskettavissa?

Edellä on tutkittu koko metsän ja sen arvonmuutoksen kannattavuutta, sekä — juuri esitettyä yleistävää päätelmää lukuunottamatta — rajoituttu vain normaalimetsään. Oma ongelmansa on tietenkin esim. suhteellisen hakkuukypsyyden ja näyttäjäsadanneksen laskeminen yksityiselle hakkuuikäiselle metsikölle, joka voidaan todella hinnoittaa hakkuuarvona, samoin kuin pääoma- ja tulorahoitus esim. vajaatuottoisen metsän kohdalla. Ne eivät kuulu kuitenkaan tämän esityksen puitteisiin.

Kirjallisuusluettelo

Abetz, Karl. 1929. Gedanken zu Theorie und Praxis der forstlichen Rentabilitätslehre. — Allgem. Forst- u. Jagdzeitung 1929, ss. 287—298. Frankfurt a. Main.

Endres, Max. 1923. Lehrbuch der Waldwetrechnung und Forststatik. — Berlin.

Godbersen, Rudolf. 1926. Theorie der forstlichen Oekonomik. — Neudamm.

Honko, Jaakko. 1961. Investoinnin tuottoprosentti liikkeenjohdon tehokkuuden mittana. Summary: Rate of Return of Investment as a Measurement of Management Efficiency. — Liiketal. aikakausk. 1961, ss. 6—23. Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1938. Metsämaitten jyvityksen perusteet. — Maanmittaus.

Jørgensen, Frits ja Hermansen, Niels K. 1950. Skovøkonomiske beregninger. II. Omdriftsbestemmelse. — Dansk Skovfor. Tidsskr. 1950, ss. 352—385.

Keltikangas, Valter. 1947. Metsänarvonlaskennan luennot. — Helsinki.

Liefmann, Robert. 1924. Nationalökonomie und Waldwertrechnung. — Allg. Forst- und Jagdz. 1924, Juniheft. Frankfurt a. Main.

Nyyssönen, Aarne. 1958. Kiertoaika ja sen määrittäminen. Summary: Rotation and its determination. — Metsäntutkimuslait. julk. 49.6. Helsinki.

Ostwald, E. 1931. Grundlinien einer Waldrententheorie. Riga.

Saari, Eino. 1940. Suurten metsäalojen arvon määrääminen. Referat: Die Schätzung des Wertes grosser Waldflächen. Silva fennica 55. Helsinki.

—»— 1947. Metsäekonomian luentomuistiinpanot.

Saario, Martti. 1959. Meno-tulo-kirjanpito. — Helsinki.

—»— 1961 a. Poistojen pääoma-arvo ja oikea-aikaisuus. Zusammenfassung: Kapitalwert und Periodisierung der Abschreibungen. MERCURALIA MCMLXI, ss. 472—503 ja 665—670. Helsinki.

—»— 1961 b. Realisointiperiaate ja tilinpäätös. Zusammenfassung: Das Realisierungsprinzip in der Buchschluss. — Liiketal. aikakausk. 1961, ss. 152—159. Helsinki.

The Concept of Profitability in the Normal Forest and the Financial Rotation

Summary

A forest property can be valued only as a discounted value, i.e. as a sum of the present values of the expected net returns, the profitability of which is given by the discount percentage. In this preliminary report the author motivates briefly his view that it is not possible to indicate the profitability of a forest property by any percentage other than that used in the discounting procedure. The study will be published shortly in German in a more comprehensive form in Acta Forestalia Fennica.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.25
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.25
Helsinki 1962

THE DEVELOPMENT OF AGE-CLASS COMPOSITION

AARNE NYYSSÖNEN

Introduction

In determining the cut for forests consisting of stands of more or less even age structure, the stands are usually subdivided into classes. Stand development or cutting-requirements may, among others, be used as the criteria (cf. K u u s e l a and N y y s s ö n e n 1962), but the most usual subdivision is by age. In preparing the cutting budget the existing distribution of age classes is compared with the desirable distribution, and the measures necessary to attain the desired objective are then proposed.

In general, desirable distribution means a so-called »normal» age structure, i.e., each class having the same proportion of the forest area. If the rotation is, for example, 100 years, every 20-year class should constitute 20 per cent of the total area. This percentage is an important guide to regeneration during the management planning period.

How accurate, it may be asked, is this assumption about equal age-classes in Finnish practice? Does the development of age classes proceed very regularly, or are exceptions and irregularities to be found? What reasons are there for possible exceptional development? How significant is this subject and what conclusions should be drawn for forest inventories and for determining the cut?

The purpose of this paper is to study the problems concerning the development of the age-class composition. The positive interest shown by Prof. Y r j ö I l v e s s a l o, Member of the Academy of Finland, enabled the author to arrange experimental surveys at the Forest Research Institute in 1958. The bulk of the field work was done by Mr. J u h a n i J o k i n e n, B. For. To both Prof. Ilvessalo and Mr. Jokinen the author would like to express his sincere thanks.

5284—62

Method of study

The age-class distributions of certain areas were compared at successive inventories. The description will begin with Finland's forests as revealed in three national forest inventories from 1921—24 to 1951—53 (I l v e s s a l o 1956). Three areas, totalling about 575 hectares, will also be analysed. They are located between 61° and 62° N. lat., and 24° and 26° E. long. in South Finland. For two of these state-owned forests the data are available from the first inventories, for the years 1866 and 1878 respectively. Inventories have been taken several times by stand-wise mappings and by ocular surveys. In 1958, however, a line-plot survey for the current condition was carried out in all the areas. One circular plot of a 10 meter radius was taken per hectare. Special attention was paid to the presence of different tree storeys in this inventory. The observations made need no detailed explanation here since they will be clear from the following description of the study areas.

Development by study area

Figures 1 to 4 show the age-class distributions of the different study areas at the various inventories. To provide a clearer picture of development, histograms describing the percentages of the age classes were specially drawn, as in these Figures. The rectangles, which show an even distribution for a 100-year rotation, make it simpler to compare the character of the actual distribution involved. In addition, the volume of the growing stock can be seen (in cubic meters per hectare, bark included), as can the area percentages of the stands according to the dominant tree species — Scotch pine, Norway spruce, and broadleaved trees (mostly birch: *Betula verrucosa* or *B. pubescens)*.

In the short descriptions which follow, only special features and the information essential to the later discussion are given.

Fig. 1 shows development in the *southern half of Finland* over a 30-year period. The area of productive forest land was almost 10 million hectares at the latest inventory, and had been even more at two earlier inventories. The percentages of forest site types (cf. C a j a n d e r 1949) were in 1951—53: Oxalis-Myrtillus type (OMT) and better 14, Myrtillus type (MT) 35, Vaccinium type (VT) 28, and Calluna type (CT) 3. There was in addition some 20 per cent productive peat-land.

The age-classes covering 21—80 years play a most prominent role in all the inventories. The comparison of distribution in successive inventories reveals surprisingly little change. Indeed, between 1921—24 and 1936—38

there is no change worth mentioning. From 1936—38 to 1951—53 there are a few changes — the percentage for the 21—40-year class decreased, and that for the 81—100-year class increased, by 5 to 6 — but even so one might have expected more pronounced changes.

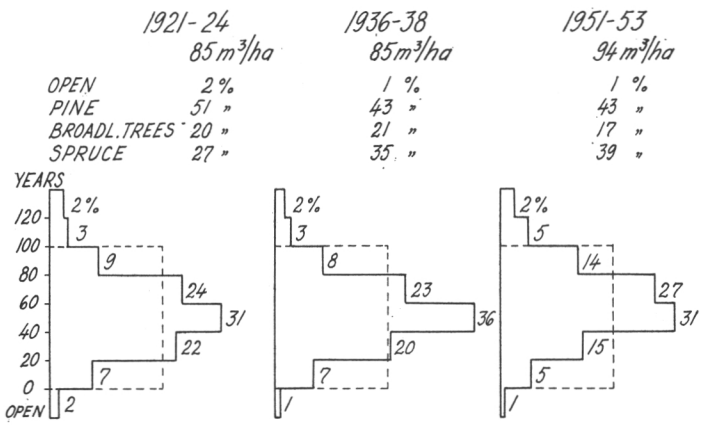


Fig. 1. Age-class distribution in the southern half of Finland.

Special notice should be taken of the fact that the small percentage (7.5) of the first age class, 1—20 years, in 1921—24, did not result in a corresponding deficiency 30 years later. The percentage for 31—50-year old stands can thus be estimated at about 22 in 1951—53; i.e., about three times as much as one might expect from an automatic development of the age classes.

It should be noted that the percentage of the relatively tolerant spruce has increased from 27 to 39 over 30 years. In 1951—53 there was developable undergrowth (density not less than 0.6) over an area of 3.0 per cent, while standards covered 4.6 per cent of the total area.

Productive forest in the *northern half of Finland* covered more than 7 million hectares in 1951—53. The percentage of old stands (over 120-years) is quite high there: it was 55 in 1921—24 and 44 in 1951—53. The 1—40-year class constituted 3.4 per cent of the total in 1921—24 and the 31—70-year class about 16 per cent 30 years later, a feature repeated in the southern half of the country. In 1951—53 developable undergrowth covered 2.7 per cent, and standards 8.8 per cent, of the total area. An additional characteristic in North Finland is that the stands of a class are more uneven in age than they are in the South.

Fig. 2 refers to the *Pajulahti* study area, about 230 hectares in extent. The 1958 inventory gave the following percentages for the different site types: OMT and better 25, MT 32, VT 16, and productive peat-lands 27. The average site here is thus relatively good, as in the following area, Karttavuori.

The first inventory in Pajulahti was made as early as in 1878, the latest one 80 years later. Over the last 35 years four inventories have been completed.

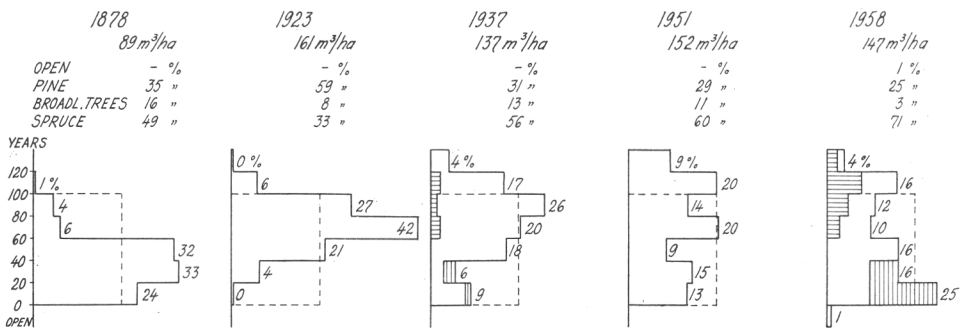


Fig. 2. Age-class distribution in the Pajulahti study area. Horizontally hatched: undergrowth, density not less than 0.4; vertically hatched: standards.

In 1878 most of the stands were relatively young and chiefly dominated by pine and spruce. Regeneration had usually been attempted in connection with cultivation by burning-over (cf. H e i k i n h e i m o 1955). During the next 45-year period, various measures were taken to increase the percentage of pine and reduce that of spruce, but from 1923 onwards spruce-dominant stands have become more and more general: they formed 33 per cent of the total in 1923 and no less than 71 per cent in 1958.

The age-class distribution in 1923 shows a clear deficiency of stands in the classes of 1—40 years: they constitute only 4 per cent of the total. Most stands are in the classes for 41—100 years. The later development of this forest, which was subjected to intensive cuttings, was very interesting. Not only were the oldest stands regenerated: to a considerable extent the stands in the 61—80-year class had already been affected. From later inventories it appears that »latent» regeneration has occurred over surprisingly large areas. As a result, the above-mentioned 4 per cent for the 1—40-year classes in 1923 reaches as much as 27 for 36—75-year classes in 1958. These last stands were mainly to be found in the 41—100-year classes in the inventories of 1923 and 1937. Regeneration in the area has for the most part been natural: between 1923 and 1951, for example, only 7 per cent of the total area was deliberately planted.

The age-class composition that in 1923, with its lack of young stands, seemed to be abnormal for a sustained yield forestry, had by 1958 become satisfactory. The volume of the growing stock in 1958, 147 cubic meters per hectare, must also be considered highly satisfactory.

The area covered by undergrowth (density not less than 0.4), and by standards amounts to 38 per cent of the total in 1958. The different tree storeys had earlier been mentioned in only a few inventories.

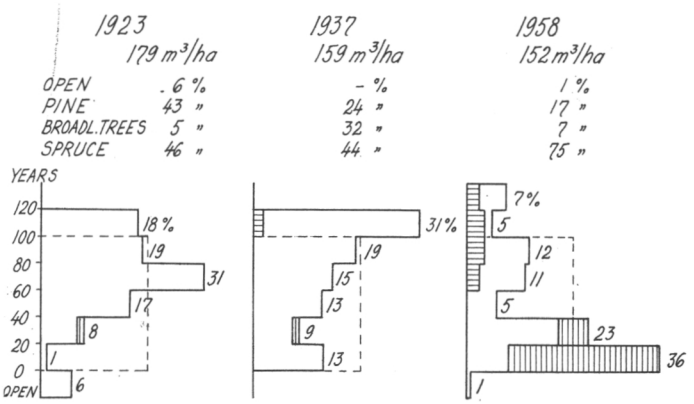


Fig. 3. Age-class distribution in the Karttavuori study area. Undergrowth and standards as in Fig. 2.

Fig. 3 refers to the *Karttavuori* study area, about 120 hectares in size. It is divided into site classes as follows: OMT and better 22, MT 28, VT 10, and productive peat-lands 40 per cent.

The development of the age-class composition can be studied through three inventories over 35 years. A special characteristic of this area is the very strong movement of age classes, resulting from exceptionally favourable conditions for natural regeneration. Consequently, the 1937 inventory does not lead one to expect the structure of 1958. Latent regeneration is also remarkably clear in this area: whereas the 1—40-year classes constituted 9 per cent of the total in 1923, the 36—75-year classes comprised 18 per cent in 1958. The simultaneous increase in the percentage of spruce is from about 45 to 75.

The occurrence of undergrowth does not seem to have been sufficiently well noted in 1937, and another inventory error is revealed by the fact that some of the open areas in 1923 were included in the 21—40-year class in 1937. These former open areas are relatively good peat-lands where the seedlings of broadleaved trees were not recorded in 1923. The rapid growth in these areas led to the fact that these stands were included in the 21—40-year class in 1937.

The condition of the forest in 1958 is rather exceptional: the areas covered by undergrowth or standards constitute about 44 per cent of the total. Clearly, a forest manager is needed here to regulate the regeneration process.

Fig. 4 deals with the last experimental area, *Hyytiälä*. About 225 hectares have been divided into site types as follows: OMT and and better 6, MT 58, VT 12, and productive peat-lands 24 per cent. The soil is often rather stony in character, and the average site is thus somewhat poorer than those of Pajulahti and Karttavuori.

The first classification, though this ignored peat-lands, was made nearly a hundred years ago, in 1866. It is difficult to decide now whether the complete absence of the 41—60-year class in that survey is correct or not.

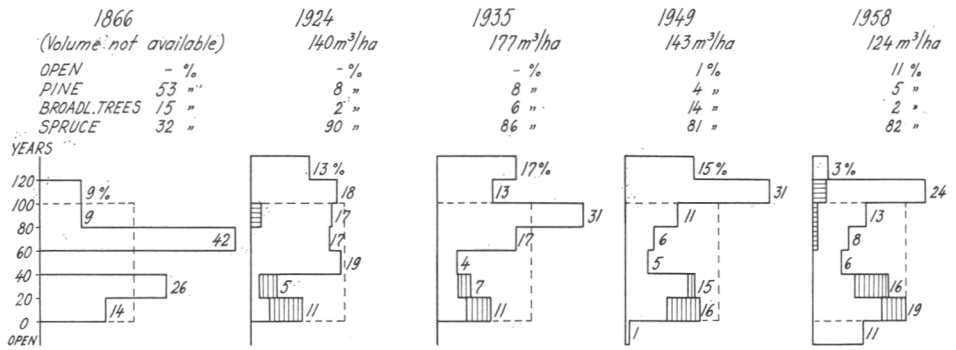


Fig. 4. Age-class distribution in the Hyytiälä study area. Undergrowth and standards as in Fig. 2.

The change in the tree-species percentages between 1866 and 1924 is very remarkable: spruce has increased from 32 to 90 per cent and later continues over 80 per cent.

The 1—40-year age classes are deficient in 1924 — a phenomenon well known from the areas already studied. In contrast to the earlier cases, however, later development in this area does not bring an improvement in the percentages of the corresponding classes. In 1958, for example, the 41—80-year classes are still deficient. At that time the area covered by undergrowth or standards formed 17 per cent of the total, while about 11 per cent of the total area was treeless. The consequences of this situation are not yet visible.

Some inconsistency in development may, apparently, be attributable to some errors in classification.

Discussion

The foregoing analysis has covered the course of progress in age-class composition in forest areas where stands have been of more or less even age structure and where most of the regeneration has taken place naturally. It has been found that the development of age classes does not always follow the expected course. In particular, a marked deficiency in the first age-class has not meant a deficiency in the older age-classes in later inventories; the percentage of these classes is often two to three times as high as might be anticipated. On the other hand, reproduction cuttings are not confined to the oldest stands: regeneration does, in fact, occur in several age-classes, which is why the area percentages for the oldest age classes often decline gradually.

There are several reasons for the irregularity of development in age-class composition: the occurrence of more than one tree storey, differences of tree ages within a stand, a variation in site quality, inventory errors, etc. These reasons will now be examined. First, occurrence of undergrowth and the succession of tree generations in general.

In the establishment of the forests analysed above a significant factor has been the burning-over of cleared forest areas for crops. After an area had been left to the forest it was mainly birch, other broadleaved species and, to a large extent, pine, which first took over. These pioneer species were often followed, in some cases fairly rapidly, by the more tolerant spruce, which formed an understorey in the stand. When cuttings were first taken in the dominant storey, the stand age did not necessarily become zero, because the former undergrowth was left. This explains why the 1—20-year class, sometimes the 21—40-year class and even the following class, can be deficient without constituting any danger for the future. A simultaneous increase in the percentage of spruce is characteristic of such development. It is evident in all the study areas, with the possible exception of Hyytiälä, where the spruce had already become clearly dominant before 1924. This might account in part for the fact that the consequences of the deficiency in the 1—40-year classes in 1924 are visible in all the later inventories.

The presence of two — and exceptionally three — tree storeys, however, is frequently typical of well-managed forests, too. It may be, for instance, with the use of shelter-wood cuttings, that different storeys can be found in varying masses, depending on circumstances such as capability of reproduction etc. The factors which affect the formation of two-storey stands cannot, of course, be analysed here in detail.

The following percentages show the total occurrence of the areas which have standards or developable undergrowth (density not less than 0.6 in the first two cases, 0.4 in the others) for different areas at the latest inventories:

Southern half of Finland	7.6 per cent
Northern half of Finland	11.5 »
Pajulahti	38 »
Karttavuori	44 »
Hyytiälä	17 »

One might also add that the corresponding result in a recent forest inventory, taken by a timber company owning a productive area of about 70 000 hectares in Western Finland, was 16 per cent.

Lihtonen (1959) noticed this »compensation tendency» between the youngest and oldest age classes in the sense outlined above, and stressed the importance of paying attention to undergrowth in forest inventories.

On the other hand, in studying the succession of tree generations due attention must also be paid to the extent of open areas, which may be remarkable — as in Hyytiälä in 1958.

Differences of tree ages within a stand and within a dominant tree-storey are the second reason for deviations in the age structure.

Finnish forest inventories have usually adopted 20-year age-classes. This does not always mean that all the trees of a stand belong to one class. Where there is variety the stand is classified according to the age of the bulk of the growing stock (e.g. Ilvessalo 1936).

There are, of course, stands where age differences are very slight, as in pine (cf. Lönnroth 1925). But Sarvas (1944), for example, could find quite considerable differences in his investigations into the effect of diameter-limit cuttings on Finnish forests. The deviations were greatest in spruce and mixed stands, but were often noteworthy in pine stands, too. In general, large-sized trees are older than smaller-sized ones. The effect of a cut removing the largest trees in this type of stand is that the stand gets younger — according to Sarvas (1946), by perhaps 5 to 30 years.

Since diameter-limit cuttings were earlier rather common in Finland, their consequences may be seen very clearly in the development shown in Fig. 1; to a lesser extent by the other figures. Because the age differences seem to be greater in Northern Finland, their significance in the development of age composition is more apparent there.

By deliberate effort the silvicultural treatment of Finnish forests has improved considerably, and there is a clear tendency to continue along the same lines. As more low-thinnings replace the earlier cuttings to a diameter-limit, the development of age-composition can be expected to be more regular in future than hitherto. An increase in the proportion of artificially established and other more evenly-aged stands would support this tendency.

To get a true picture of the age structure for its future development, it is important to determine the stand age, not always weighing by tree volumes, but on the basis of those trees which will form the coming main stand. The estimation of different tree-storeys, discussed above, is of course a separate matter.

The third reason for deviation in the age structure is variation in site quality, which results in a rotation period of different length. It is usual to determine one average rotation for the whole forest. Deviations from this average in either direction are in practice relevant. Where a variation in site quality occurs the actual rotation is, in general, shorter on good sites and longer on poor sites.

The result of this variation is a gradual decrease in the percentages of older age-classes. It has been found in the study areas that reproduction cuttings have often been taken in the 61—80-year class, sometimes even earlier, in spite of the presence of stands over 120 years in the forest. The consequences of this should also be considered when planning the desirable distribution of age-classes.

The fourth source of anomalous development of the age structure lies in inventory errors. Sufficient attention is not always paid to the undergrowth (cf. Karttavuori 1937); and again, where there are stands of uneven age, their average age may be wrongly estimated, etc.

Discussion of the different factors affecting the development of age-class distribution in forests has revealed various natural reasons for the »irregularity» of this development. In fact, a certain anomaly is inherent in such matters. With a »normal» age structure as a desirable goal, it has occasionally been pointed out in a somewhat misleading fashion that there is a dangerous lack of seedling and sapling stands in Finland. Papers such as those by Sarvas (1946) and Lihtonen (1959), however, which were referred to in an earlier context, have brought some aspects of the present study into the discussion.

By considering the features of development discussed here it might be possible to form an opinion on the desirable age structure in each situation. An attempt has thus been made here to outline an example of the age-class distribution, which might have proved better than a normal structure as a goal for the forests in the southern half of Finland. The example in Fig. 5 refers to the average condition since the 1920's (cf. pp. 2—3). Desirable rotation is fixed at 90 years, regeneration is mainly natural, and the percentage of spruce-dominant stands is slightly increasing.

The percentage of open areas can hardly be less than 1. The 1—20-year class has 10 per cent of the total, partly covered by standards. In view of former experience this seems to be a safe quantity for future development. The percentage (21) of the 21—40-year class is not quite so high as that (23) of the 41—60-year class, because the 21—40-class is still expected to get a slight addition directly from the older classes. The 61—80-year class again has a smaller percentage (21) because of the onset of regeneration on better sites. The percentages of the later classes gradually decrease. Some stands remain on poorer sites even though they are more than 120 years old. The average stand-age for final cuttings is about 100 years, and since development in age distribution begins on an average at 10 years, the rotation is about 90 years. The gradual decrease of percentages on the right

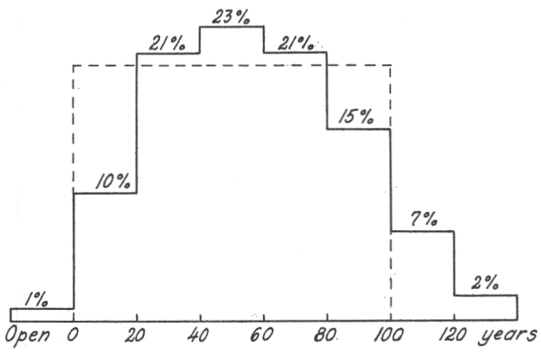


Fig. 5. Desirable age-class distribution: an example.

corresponds in this case also with the fact that there are various owners with varying needs and possibilities.

If the distribution of Fig. 5 is compared with the actual distribution since the 1920's (Fig. 1), no essential differences, excluding some deficiency in the stands under 40-years old, can be found. Fig. 5, however, does not show a general goal for the future; this depends on the conditions assumed for the treatment of forests, such as the extent of artificial regeneration, the tree-species distribution envisaged, etc. Special measures are also necessary to reduce low-yielding stands effectively. Thus, the ideal must be considered separately for each particular case. More research work is needed for a more detailed explanation of the problems involved in the development of age structure, and to improve the possibilities of determination of the cut.

Conclusions

An age-class distribution in which the different classes are equally represented is not relevant to a universal ideal for the preparation of a cutting budget. Thus, when regeneration is for the most part natural, and in particular when the percentage of spruce-dominant stands is increasing, the first age class may seem remarkably deficient without endangering the future. On the other hand, due attention must be paid to the occurrence of open areas in a succession of tree generations. Where there is variation in site quality, the percentages of the older age-classes often gradually decrease. For such reasons one must consider the desirable age-class distribution separately for each particular case. The volume of desirable growing stock also, of course, depends on the area distribution.

In carrying out a forest inventory for determining the cut, the occurrence of various tree storeys — and of undergrowth in particular — should be surveyed. Age differences within the dominant stand also need to be studied, and a stand age determined on the basis of the developable stock. Furthermore, to provide a realistic basis for calculations, the area of stands to be regenerated from the various age-classes, with notes on possible alternatives and the degree of urgency of the necessary cuttings, should be separately estimated.

References

Cajander, A. K. 1949. Forest types and their significance. — Acta forestalia fennica 56.

Heikinheimo, Olli. 1955. Vesijaon kokeilualueen vaiheita. Referat: Aus der Geschichte des Versuchsforstes Vesijako. — Comm. inst. forest. Fenn. 46.

Ilvessalo, Yrjö. 1936. II:n valtakunnan metsien arvioinnin suunnitelma ja ulkotyöohjeet. Summary: Instructions for field work of the II national survey of the forests of Suomi (Finland). — Ibid. 22.

—»— 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three national forest inventories. — Ibid. 47.

Kuusela, Kullervo and Aarne Nyyssönen. 1962. Tavoitehakkuulaskelma. Summary: A cutting budget for a desirable growing stock. — Acta forestalia fennica 74.

Lihtonen, V. 1959. Metsätalouden suunnittelu ja järjestely. (Planning and management in forestry.) — Porvoo—Helsinki.

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

Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. — Comm. inst. forest. Fenn. 33.

—»— 1946. Harsintahakkuiden vaikutus metsiemme ikäsuhteisiin. (The effect of diameter-limit cuttings on the age-class distribution in Finnish forests.) — Metsäylioppilas. Helsinki.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.26
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.26
Helsinki 1962

EVON METSÄOPISTON PERUSTAMISVAIHEITA

EMIL VESTERINEN

Foundation of Evo Forestry College

Summary

1950—1960-lukujen vaihteeseen sattui maassamme eräitä metsätaloudellisesti huomattavia merkkitapahtumia. Niinpä Metsäteknikkojen Keskusseura täytti 50 vuotta v. 1956, Keskusmetsäseura Tapio 1957, Yliopiston maatalous-metsätieteellinen tiedekunta 1958, Suomen Metsätieteellinen Seura 1959, Keskusmetsäseura Skogskultur 1960 ja Yksityismetsänhoitajayhdistys 1961. V. 1959 oli kulunut 100 vuotta metsähallinnon perustamisesta ja Suomen ensimmäisen höyrysahan valmistumisesta. V. 1961 oli kulunut 100 vuotta sahauskiellon ja sahausrajoitusten lakkauttamisesta sekä ensimmäisten valtion puuhuutokauppojen pitämisestä. Ja vihdoin: 100 vuotta oli kulunut maaliskuun 1 p. 1962 siitä, kun Evon metsäopisto avasi ovensa ja aloitti korkeamman metsäopetuksen Suomessa.

Jo 1700-luvun puolivälistä lähtien oli esiintynyt eri yhteyksissä viittauksia korkeamman metsänhoito-opetuksen aikaansaamisesta maahamme. Niinpä professori Pietari Kalmin johdolla laaditussa D. Lithanderin väitöskirjassa »Oförgripeliga tanckar om nödvändigheten af skogarnas bettre vård och ans» vuodelta 1753 viitataan metsäopetuksen tarpeellisuuteen meilläkin, mihin oli sysäyksen antanut Kalmin matkanäkemykset Pohjois-Amerikassa. Samoin kuninkaan palkinnon saaneessa kirjassaan »Om skogarnas skötsel i Norden» (1829) pitää prof. C. C. Böcker järjestelmällisen metsänhoidon ja metsäopetuksen aikaansaamista välttämättömänä. Edelleen väliaikaisen metsähallinnon ensimmäinen päällikkö C. W. Gyldén (1851—63) mainiossa kirjassaan »Handbok för skogshushållare i Finland» (1853), ehdotti erityisen metsäopiston perustamista. Gyldénillä onkin suuret ansiot Evon metsäopiston aikaansaamisessa.

5335—62

Mutta kaikkein voimakkaimman sysäyksen metsäopiston perustamiseen antoi senaatin valtionvaraintoimituskunnan päällikkö ja senaatin varapuheenjohtaja Lars Gabriel von Haartman (1789—1859), joka nojaten vapaaherra Edmund von Bergin Suomea koskevaan matkakertomukseen, jossa oli ehdotettu metsäopetuksen järjestämistä, antoi vauhtia kysymyksen ratkaisemiseksi myönteisesti. Tämän metsäopistoajatuksen kannattajia olivat myös senaattori Fabian Langenskiöld, Evon ensimmäinen johtaja A. af Forselles ja lehtori sekä sittemmin johtaja Anton Gabriel Blomqvist. Mainittakoon, että von Haartmanin ansioksi on suurelta osalta luettava myös Saimaan kanavan rakentaminen vv. 1845—56.

Evon metsäopiston perustamisvaiheita ja sen toimintaa on ohi mennen käsitellyt prof. A. Benj. Helander mainioissa teoksissaan »A. G. Blomqvist ja hänen aikalaisensa» ja »Suomen metsätalouden historia» sekä tri J. T. Hanho tutkimuksessaan »Suomen metsätalouden historiasta 19. vuosisadalla», tri Martti Hertz kertomuksessaan metsähallituksen 75-vuotisesta toiminnasta 1859—1934 ja vihdoin prof. Erkki Laitakari historiateoksessaan »Metsähallinnon vuosisataistaival 1859—1959». Seuraavassa ei ole tahdottu syventyä Evon metsäopiston myöhempään toimintaan. On vain pyritty esittämään eräitä piirteitä opiston syntyvaiheista ja niistä virtauksista, joita silloin liikkui Evon metsäopistohankkeen puolesta ja vastaan.

V. 1841 oli asetettu senaatin jäsenen C. af Heurlinin johdolla komitea, jonka tuli laatia uusi metsälaki entisen tilalle. Komitean asiakirjoissa on m.m. kapteeni C. F. Fieandtin lausunto, jossa ehdotettiin perustettavaksi yliopiston yhteyteen erityinen laitos koekenttineen, jossa annettaisiin opetusta metsänhoidossa ja johon opettajat kutsuttaisiin Ruotsista. Komitea ei kuitenkaan kiinnittänyt mitään huomiota tähän lausuntoon, vaan katsoi, että sen käsityksen mukaan metsänhoidon opetus ei näissä olosuhteissa ollut tarpeen vaatimaa. Mutta kun komitean uusi metsälakiehdotus valmistui v. 1848 ja oli käsiteltävänä senaatissa, niin nyt siinä oli mahdollista »sovittaa käytäntöön niitä metsätaloudellisia järjestelmiä, jotka luonnon paremmilla antimilla varustamissa maissa ovat katsotut sopiviksi». Pidettiin näet tarpeellisena saada kruunun metsiin pätevää metsävirkakuntaa. Itse lakiehdotuksesta esitti von Haartman jyrkästi poikkeavan kantansa. Hän vastusti m.m. rajoittamatonta uudistilain perustamista valtion maille. Sensijaan kustannukset metsänhoitovirkamiesten asettamisesta eivät ole hänen mielestään turhaan uhrattuja, vaan päinvastoin tulevaisuus tulee korvaamaan ne moninkertaisesti. Senaatin enemmistön kannasta poikkeavan lakiehdotuksen sisällön von Haartman esitteli kenraali-

kuvernööri, ruhtinas A. Menschikoville, vieläpä ehdotti, että hänen laatimansa metsälakiehdotus annettaisiin vielä uuden komitean tarkastettavaksi, jonka puheenjohtajaksi kutsuttiin vapaaherra A. G. Mellin. Ruhtinas M. kannatti tätä ehdotusta. Ja niin valmistui v. 1849 uusi ehdotus, jossa von Haartman sai ajetuksi mielipiteensä läpi. Lain mukaan oli m.m. laajoihin kruununmetsiin asetettava erityinen ylimetsänhoitaja ja tarpeen mukaan alimetsänhoitajia.



Johtaja A. G. Blomqvist v. 1882.

Välttämätön oli myös se, että suunnitelman toteuttamiseksi ja metsätalouden elvyttämiseksi oli perustettava erityinen metsäopisto. Sitä varten oli luovutettava jokin kruunun virkatalo ja myönnettävä määrärahat laitoksen rakentamiseen ja ylläpitoon. Opistoon otettaisiin vuosittain 20 oppilasta metsänhoitajaosastolle ja 20 metsänvartijaosastolle. Johtaja oli aluksi kutsuttava ulkomailta.

Näin oli siis kaavailtu metsäopiston aloittaminen von Haartmanin toiveiden mukaan. Mutta Menschikovin odottamattoman lausunnon mukaisesti hallitsija hylkäsi koko metsäopistoesityksen ja määräsi samalla, että kymmenelle suomalaiselle nuorukaiselle varattaisiin vuosittain tilaisuus opiskella Suomen valtion varoilla Pietarin metsäopistossa. V. 1851 määrättiin käskykirjeellä, että valtion varoista jokaista opiskelijaa kohti oli mainitulle metsäopistolle maksettava 200 ruplaa.

Mutta senaattori von Haartman ei lannistunut. V. 1855 teki hän lääninmetsänhoitaja C. Collinin tarkastuksen perustalla ehdotuksen metsäopiston perustamiseksi Evon kruunun liikamaan alueelle. Collin oli ehdottanut alueen julistamista kruununpuistoksi ja sopivaksi metsänhoito-oppilaitokselle. Jo seuraavan vuoden kesäkuun 8:na päivätyllä kirjeellä ilmoitti ministerivaltiosihteeri senaatille, että hallitsija oli suostunut uuden kenraalikuvernöörin kreivi Bergin esitykseen, että ins.kapteeni A. af Forsellesin oli matkustettava Saksaan metsätaloutta opiskelemaan. Sitä varten hän saa 1 000 ruplan matka-apurahan. Niin kävikin, Forsellesista tuli Evon ensimmäinen johtaja. Kuitenkin lopullisen perustamisehdotuksen teki lokak. 26 p. 1857 päivätyllä kirjeellä maanmittaus- ja metsänhoitoylihallituksen päällikkö C. W. Gyldén. Tässä tärkeässä kirjelmässä perustellaan metsäopiston tehtäviä sangen laajasti ja huomau-



Tämä on mökki, jossa Evon johtaja A. G. Blomqvist asui Evon metsäopiston rakennusvaiheiden aikana. Se on 100 vuotta vanha, korjattu, hyvin säilynyt.

tetaan m.m. »ettei säännöllinen metsänhoito voi voittaa alaa maassa eikä sitä voida järkiperäisesti harjoittaa ennenkuin taitavia metsänhoitomiehiä on ehditty kehittää. Kokemus on osoittanut, että ulkomailla hankitut opinnot eivät ole olleet tyydyttäviä, koska ne eivät ole perustuneet kotimaalle ominaisten olosuhteiden tuntemiseen ja lisäksi ovat riittämättömät, koska vain aniharvat henkilöt ovat siihen olleet tilaisuudessa sellaisten opintojen tuottamien suurten kustannusten tähden». Näillä perusteilla ylihallitus esitti metsäopiston perustettavaksi. Vain tällaisen oppilaitoksen kautta saadaan maahan metsänhoitajia niin paljon kuin maan laajojen metsäalojen tähden on tarpeellista. Evon kruunupuistoa pidettiin sopivana harjoitusalueena.

V. 1858 oli senaatin pyynnöstä Tharandtin metsäopiston johtaja, vapaaherra E d m u n d v o n B e r g käynyt Suomessa ja tehnyt laajan tutkimusmatkan metsiimme eri puolilla maata aina Lappia myöten. Hänen lausuntonsa »Die Wälder in Finnland», suomennettuna »Kertomus Suomenmaan metsistä» ilmestyi v. 1859. Siinä hän kuvaili metsiemme huonoa kuntoa, kaskeamisen ja tervanpolton tuhoisia jälkiä ja teki esityksiä metsien hallinnon ja hoidon järjestämiseksi sekä erityisen metsäopiston tarpeellisuudesta ja perustamisesta. Hän huomauttaa, että »metsänhoitoa tieteellisessä ymmärryksessä ei ensinkään ole Suomessa. Parasta lieneepi siis, että toimeen saatavassa metsänhoito-opistossa harjoitetaan oppilaisia nimenomaiseen metsänmittaukseen ja että Suur-Evoisten metsät heillä tämän vuoksi vähitellen mittautetaan ja kartalle pannaan. Missä ikänänsä järjesteltyä met-

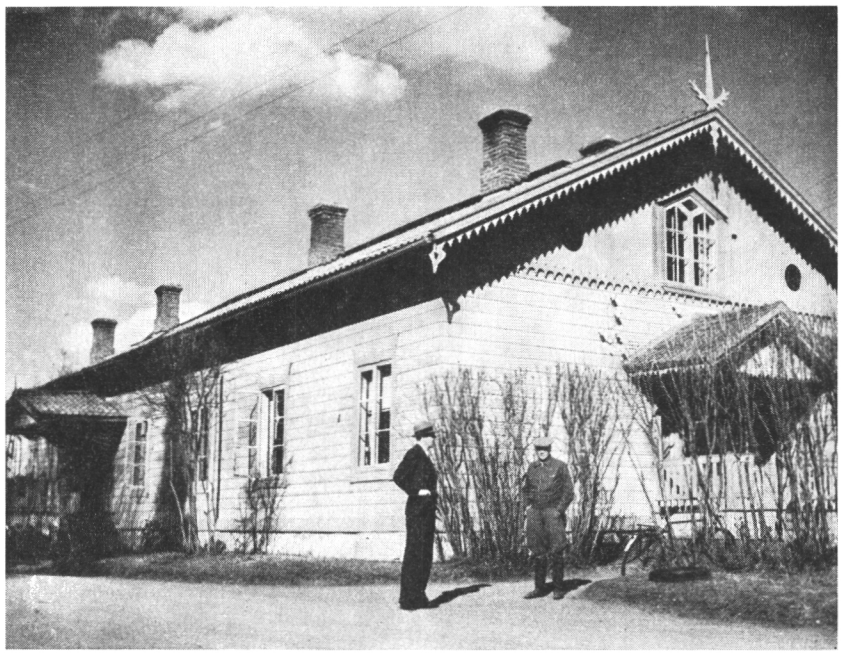


Evon luentosalirakennus valmistui v. 1864. Rakennus korotettiin v. 1890 alussa vphra Seb. Gripenbergin suunnitelman mukaan.

sänhoitoa tahdotaan käyttää, tarvitaan tieteellistä oppia. Vasta tieteellisen opin kautta voidaan tulla taitaviksi työn-toimittajiksi, se tahtoo sanoa: metsien usiasti järki erinäisen luonteen mukaan valitsemaan sopivimmat hoitokeinot. Jos hän ei voi turvata tieteellisiin perusohjeisiin, voi hän tehdä suurempia eli vähempiä virheitä. Hänen oppirahansa saapi metsä usein kyllä runsaastikin palkita, vaikka ei niitä numeroilla tilikirjoihin merkitä.»

Jo lokakuun 28 p. 1857 oli Senaatin talousosasto päättänyt G y l d é n i n laatiman metsäopiston perustamisehdotuksen hallitsijan hyväksyttäväksi. Hallitsija vahvisti esittelyssä helmik. 23 p. 1858 ehdotuksen metsäopiston perustamisesta ja johtajan palkasta ja oikeutti senaatin käyttämään 9 000 ruplaa matka-apurahoina väliaikaisesti ulkomailla opiskeleville. Maaliskuun 10 p:nä 1858 annetulla julistuksella määrättiin Evon kruunupuisto opiston sijaintipaikaksi. Senaatti määräsi saman vuoden toukokuussa Evon kruunupuiston väliaikaisen hoitosuunnitelman ja ylihallituksen oli tehtävä täydellinen ehdotus metsäopiston järjestämisestä kuten aiemmin on jo mainittu.

Evon metsäopiston opettajakuntaan tuli kuulua johtaja ynnä kolme varsinaista lehtoria ja piirustuksen opettaja. Vuotuinen menosääntö oli 5 700 ruplaa, josta johtajan palkkaa 1 520 ruplaa.



A. G. Blomqvistin aikainen oppilasasuntotalo »pitkä pytinki», paloi v. 1947. Tilalle on rakennettu uusi.

Kesäkuussa 1860 annettiin maanmittaus- ja metsänhoitoylihallituksen tehtäväksi rakennuttaa laadittujen piirustusten mukaiset rakennukset. Kustannusarvio oli 18 355 ruplaa 28 kop. Näin vähällä ei kuitenkaan saatu urakoitsijoita liikkeelle. Sentakia hyväksyi senaatti korotetun tarjouksen 21 656 ruplaa 68 kop., jonka teki rak.mestari M. Kjäldman. Opistorakennuksen rakentaminen pantiin alkuun ja rakennukset valmistuivat tammikuussa 1862. Pietarin metsäopistossa opiskelua varten määrätty valtion määräraha 2 257 rupl. 13 kop. poistettiin valtion menosäännöstä. Kaikkiaan oli 36 metsänhoitajaa opiskellut ulkomaisissa korkeakouluissa.

Metsäopiston ensimmäisiksi opettajiksi nimitettiin v. 1861 insinööri-everstiluutnantti, ylimetsänhoitaja J. af Forselles johtajaksi ja insinööritieteiden opettajaksi, A. G. Blomqvist metsätieteiden lehtoriksi, Teodor Neovius matematiikan ja fysiikan, maisteri J. E. Furuhjelm kasvi- ja eläintieteen ja maisteri Erik Sederholm kemian, mineralogian ja maaperäopin lehtoreiksi. Mutta jo saman vuoden syksyllä nimitettiin Blomqvist metsätieteiden, kansantalouden ja lakiopin lehtoriksi ja Furuhjelm luonnontieteiden ja kemian lehtoriksi, Sederholm Evon metsänhoitajaksi velvoituksella opettaa kemiaa, geologiaa ja metsäteknologiaa sekä metsänhoitaja C. A. J. Nyberg piirustuksen opettajaksi sekä koulun sihteeriksi ja kirjastonhoitajaksi, ja viimeisenä maisteri



Evon johtajan vaatimaton asunto 1880-luvulla.

N. K. Nordenskiöld matematiikan ja fysiikan lehtoriksi. Ensimmäistä opettajakuntaa on pidettävä sangen pätevänä.

Evon metsäopiston 2-vuotista oppikurssia tuskin voidaan pitää vaikeana. Varsinainen oppikurssi kesti 18 ½ kuukautta, josta ajasta noin 68 % oli teoreettista opiskelua ja 32 % käytännöllistä harjoittelua. Opetustunteja oli kaikkiaan noin 1 000, joita 170 tuntia piirustusta. Luentoja pidettiin klo 9—12 ja 3—5. Tietopuolisen opetuksen ajasta oli n. 2 ½ kuukautta tenttiaikaa. Käytännölliset työt olivat kartoitus-, arvioimis- ja »kuvaamistöitä». Niissä perehdyttiin erityisesti maanmittauksen ja maanlaatueroavaisuuksien tuntemiseen. Nämä työt aloitettiin heti ensimmäisenä vuonna. Niitä järjestettiin alkuaikoina vain Evolla, mutta myöhemmin milloin missäkin valtion hoitoalueessa. Ensimmäisenä vuonna ne kestivät kaksi kuukautta Evolla. Myös varsinaisen metsänhoidon harjoittelutyöt tehtiin Evolla. Julkinen juhlallinen päästötutkinto tapahtui toisen vuoden kesäkuussa. Ennen sitä tehtiin retkeilyjä ja uittoja suoritettiin Evon lauttausväylissä. Metsästysretkiä tehtiin usein. Erityisesti talvinen ilveksen metsästys antoi suosittua vaihtelua. Onnistunut karhunkaatokin mainitaan joskus talvisen työn lomassa jossakin syrjäisessä hoitoalueessa.

Opetusvälineitä oli niukasti. Erityisesti luonnontieteellisten ja biologisten kokoelmien keräystä harrasti Blomqvist. Helsingissä 1876, Mosko-



Silta, jolla matkailijan on pakosta pysähdyttävä, sillä Abies-kuuset ovat kanavan rannoilla ylhäisen kauniita, Evo 1948.

vassa 1881, Viipurissa 1887 ja jälleen Moskovassa 1895 järjestettyihin näyttelyihin asetetut metsäpuolen esineet saatiin Evolle ja muodostivat sangen arvokkaan opetusmateriaalilisän. Kirjasto oli alussa vaatimaton, mikä johtui varojen puutteesta. Myöhemmin se kyllä paisui sangen huomattavaksi ja siirrettiin v. 1908 Helsinkiin korkeimman metsäopetuksen siirron yhteydessä.

Mainittakoon vielä, että vanhemmilla Evolla opiskelunsa päättäneillä oli myös eräänlainen virkapuku, johon lienee kuulunut vain kaksilla kiiltonapeilla varustettu vihertävä takki olkapoletteineen. Sen käyttö ei kuitenkin tullut yleisemmäksi ja joutui vähitellen pois käytännöstä. Myös opiston oppilailla oli aivan alkuaikoina oma toverikuntalakkinsakin, mutta sekin pian jäi pois.

Evon metsäopisto aloitti toimintansa maaliskuun 1 p. 1862. Oppilaiksi hyväksyttiin 17 pyrkijää. Jo sitä ennen 1860—61 oli yksitoista miestä suorittanut siellä metsänhoitotutkinnon saatuaan jo aikaisemmin yksityisopetusta Blomqvistilta. Nämä nuorukaiset olivat Karl Johan Numell, Carl Anders Nyberg, veljekset Anton ja Oskar Sanmark, Onni Wetterhoff, Johan Hedberg, F. N. Neppenström, Otto Aminoff, C. O. Hjerta, Otto Nassokin ja C. L. Stenbäck. Nämä olivat ensimmäiset kotimaassa valmistuneet



Evon vuosikurssin 1862—64 oppilaista 15 ynnä opettaja A. G. Blomqvist. Tunnettavissa ovat seisojista vas. 1 von Zansen, 2 von Schantz, 4 Holm, 7 Thomé, 8 Hackstedt, 9 Siven, 10 Östring, istuvista 1 Nordström, 2 Blomqvist, pitkällään Borenius ja oikealla istuva Roschier.

metsänhoitajat ja suorittivat myös vaaditun maanmittaus- ja metsähallituksen virkatutkinnon. Useat joutuivat myöhemmin huomattaviin virka-asemiin.

Alussa ei luentoja voitu pitää opistorakennuksessa, sillä sellaista ei vielä ollut valmiina, mutta opetusta voitiin »utan särdeles olägenhet meddelas i restaurationslokalen». Vasta 1864 saatiin kaikki tarvittavat rakennukset käyttöön.

Vv. 1866—1874 opisto oli oppilaspuutteen takia suljettuna, mutta avattiin sitten uudelleen.

Jos Evon metsäopiston perustamisvaiheissa oli opistolle myönteisiä voimia, niin vastustaviakaan ääniä ei puuttunut. Sen ajan mieliala ei ollut suopea metsähallinnolle ja metsänhoitoviranomaisille, eikä niin ollen myös metsänhoitajain opinahjolle. Valtion sen ajan metsänhoitajain paikat täytettiin pian ja yksityiset metsänomistajat eivät katsoneet sellaisia tarvittavan. Niinpä J. W. S n e l l m a n i a ei yhtä hyvin metsäopetus kuin koko maan metsätalouskaan erityisesti kiinnostanut. Hän toi esiin kantansa monissa yhteyksissä. V. 1858, kun opistokysymys oli saamassa suotuisan ratkaisun, julistaa S n e l l m a n esim. näin: »Erityisen metsätieteellisen opiston perustaminen näyttää olevan päätetty asia; ja on vain toivottavaa, ettei liian monia tieteellisesti sivistyneitä nuoria miehiä houkutella alalle, jonka

käytännöllisissä tehtävissä ei tarvita mitään tieteellistä taitoa. Jokainen talonpoika voi oppia keräilemään havu- ja lehtipuiden siemeniä, kylvämään ja harventamaan metsää tarpeen mukaan». Tähän vastasi itsenäisen metsähallituksen ensimmäinen ylitirehtööri, vapaaherra R. Z. Wrede moittien Snellmania siitä, että tämä väitti kokonaisen virkakunnan voivan täyttää tehtävänsä ilman tieteellistä sivistystä. Snellman kuitenkin jatkoi, että »metsäopistoa ei tarvita, sillä siltä puuttuu se ilmapiiri, joka pitäisi yllä sen elämää». Myöhemminkin Snellman palaa Evon metsäopiston peittoamiseen, samoin kuin metsähallituksen arvostelemiseen.

Myös säätyvaltiopäivillä arvosteltiin niin metsähallitusta, sen virkamiehiä kuin tietysti metsänhoitajien koulutusta Evolla. Itse Agathon Meurman huomautti metsänhoitajain koulutuksesta, että yksi opettaja metsänhoidossa asetettuna Mustialan maamiesopistoon on riittävä maan metsäasioita varten. Samoin valtiopäivämiehet Kumpulainen ja Heikura ym. huomauttivat v. 1872: »Metsänhoitovirasto on suoranaisena vahinkona valtionvarastollemme ja Evon metsäopisto olisi lakkautettava.»

Metsäopetuksen siirtämiseen saakka Evolta Helsingin yliopistoon 1908, oli Evolla metsätutkintonsa suorittanut ja päästötodistuksen saanut 290 oppilasta, joista 234 Blomqvistin aikana. Metsätieteellisten ansioittensa perustalla Blomqvist promovoitiin Helsingin yliopiston kunniatoktoriksi v. 1891. Samaan aikaan kuin metsäopisto oli suljettuna, teki Blomqvist v. 1867—1869, siis synkimpinä nälkävuosina, tutkimusmatkan Suomen eri osiin aineiston hankkimiseksi metsäpuiden kasvutaulukkoja varten. Suomen Metsätieteellinen seura on julkaissut nämä ruotsinkieliset arvokkaat matkakertomukset seuran Fennica-sarjassa n:o 100. Tämä pitkän ja täysipainoisen työpäivän suorittanut mies, jota syyllä on sanottu »Suomen metsätieteen isäksi» kuoli v. 1904. Hänen hautansa ja vaatimaton patsaansa on Helsingin vanhalla hautausmaalla.

Evon metsäopiston perustamisvaiheet ja koko sen 46-vuotinen toiminta ovat joutumassa historiaan. Tuskin 20 Evolla metsätutkintonsa suorittanutta on enää elossa. Niiden joukkoa toki edustavat pirteinä m.m. eläkkeellä olevat emeritukset, professorit Olli Heikinheimo ja Erik Lönnroth samoin kuin metsänhoitajat Väinö Jalava, J. G. Hackstedt, A. F. Nybom, H. Ehnqvist, L. Hyvärinen, L. Karikoski, K. M. Rönneberg, B. Linnoila, M. Malmborg, K. Brander, P. Minni, T. Havo ja ehkä eräät muut. Evon metsäopiston vaatimattoman 50-vuotisjuhlan 1. III. 1912 järjesti Helsingissä Ylä-Opriksella metsäylioppilaiden yhdistys »Metsämiehet». Tilaisuudessa piti juhlaesitelmän silloinen yliopiston metsänhoitaja A. Benj. Helander. Päivän johdosta ilmestyi metsäylioppilaiden toimesta hauska juhlajulkaisu »Evon muistoja — Evois-minnen.» Sama yhdistys järjesti myös 100-vuotismuistojuhlan



Tyypillinen oppilashuone »verstasrakennuksen» yläkerroksessa. Lång, Eneberg ja vierailijana Y. Hackstedt talvella 1899—1900.

1. III. 1962, jossa esitelmöi prof. Erkki Laitakari. Metsäylioppilaslehti julkaisi juhlanumeron.

Mutta Evo on edelleen kaikille metsämiehille vanha, kunnioitettu Evo. Se on kauniine metsineen aivan kuin pyhiinvaelluspaikka, jonne nuorempi polvikin mielellään ohjaa retkeilynsä. Ja vanhaa Evoa on arvokkaasti edustanut v. 1876 perustettu 2-vuotinen Evon metsäkoulu, jonka oppilaista parvi toisensa jälkeen on jatkuvasti levittänyt Evon henkeä eri puolille Suomea.

Vanha Evo — Gamla Evois ei ole kuollut, se elää vieläkin. Kaikki meidän metsäjärjestömme ja laitoksemme, jotka perustettiin 1900—1920-luvuilla, ovat pääasiassa Evolla opiskelleiden metsänhoitajain perintöä.

Mutta Evon metsäopiston kokonaishistoria on vielä kirjoittamatta.

Foundation of Evo Forestry College

Summary

The Forestry College of Evo in Finland began operation on March 1, 1962. During March of this year it thus attains the age of 100.

The founding moments of Finland's highest teaching of Forestry at Evo are discussed in this printed article and it describes the condition of Finnish forests at that time, the founding of the Forestry Administration and the education of competent foresters for the needs of the extensive state forests. It also explains the writing of the Forestry Law in 1851, the prevailing tendencies and opinions at that time regarding the duties of the Forestry Administration, and the work of planning and administering forestry education on its highest level, and the situating of the Institute on its site on the isolated edge of Evo's Crown Forest. It also tells of the studies of Finnish students in foreign Academies of forestry. Further, it touches upon the share of academicians and state officials in the beginning phases of the founding of the Forestry Institute during those times. Making their appearance are many leading men like Senator Lars Gabriel von Haartman, Senator J. W. Snellman, Senator Fabian Langenskiöld, the Forestry Administration's first president, C. W. Gyldén, Tharandt Forestry Institute's chief, Edmund von Berg, Forestry Supervisor J. af Forselles, the long time head of Evo, Doctor (Honorary) Anton Gabriel Blomqvist, who for his many meritorious achievements is called the »Father of Finnish Forestry Science», Governor-General F. W. Berg, and others.

During the year 1908 the highest education in forestry was transferred from Evo to the University of Helsinki. Thus, the Institute at Evo had been in operation for 46 ears. There, 290 students, of which 234 were from Blomqvist's time, matriculated as Foresters. Of these, at this writing, only about 20 are still living.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.27
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.27
Helsinki 1962

NÅGRA REFLEXIONER OM C. W. GYLDÉNS LÄROBOK »HANDLEDNING FÖR SKOGSHUSHÅLLARE I FINLAND»

ERIC APPELROTH

Reflections on G. W. Gyldén's Old Handbook

S u m m a r y

För den, som i dag söker överblicka utvecklingen inom vårt skogsbruk under tiden för vårt lands självständighet, och därvid konstaterat en genomgripande förändring från ett allmänt förrådstänkande till ett vaknande produktionstänkande kan det kännas frestande att ställa frågan om när tanken på ett rationellt skogsbruk i nutida mening tidigast framförts i vårt land.

Som den första med anspråk på att ha framlagt nu godtagbara riktlinjer för skogsvården framträdde år 1823 C a r l C h r i s t i a n B ö c k e r med skriften »Om skogars skötsel i norden», som tillkom med anledning av en av konung C a r l X I V J o h a n utlyst tävling om »den för Sverige mest tjenliga hushållning med Rikets Skogar». B ö c k e r s skrift kom dock att få sin huvudsakliga betydelse för Sveriges skogsbruk. Han anses vara den, som infört trakthyggesbruket i Sverige.

En för den allmänna skogliga upplysningen i Finland långt större och avgörande betydelse bör dock tillmätas överdirektörens i överstyrelsen för lantmäteriet och forstväsendet, C l a e s W i l h e l m G y l d é n s, år 1853 utkomna lärobok »Handledning för skogshushållare i Finland». Denna bok, som till sitt format är rätt anspråkslös, den omfattar 149 sidor jämte några tabeller, behandlar i en mycket koncentrerad form skogsbrukets samtliga avsnitt och ger samtidigt praktiska anvisningar.

Det är att förmoda att G y l d é n s bok spelat en väsentlig roll vid undervisningen i Evois forstinstitut under de första årtiondena av institutets verksamhet. Förf. vågar draga denna slutsats bl.a. av ett exemplar av G y l d é n s »Handledning för skogshushållare i Finland», som har tillhört forstmästare H u g o R o o s, elev vid Evois forstinstitut 1884—86. Boken

5338—62

är försedd med talrika anteckningar och kommentarer, som tyda på att den blivit använd som kursbok.

För att ge en bild av vad G y l d é n ansåg väsentligt i det praktiska skogsbruket må här återges hans indelning av boken i olika kapitel:

I Träden.
II Trädslagen i Finlands skogar.
III Skogarna.
IV Jordmån och belägenhet.
V Skogsmarkens affattning på karta och dess beskrifvande.
VI Skogsmarks taxering och skogsmarks klassificering.
VII Skogars anläggning och återställande.
VIII Skogs-Afverkning.
IX Om skogsprodukterna.
X Om gräsbetet i Skogarna.
XI Om Skogs-eld.
XII Om Skade-insekter.
XIII Skogsvirkets forsling.
XIV Om hushållsplaner för Skogsskötsel.
XV Om svedje.
XVI Förvaltningen af Skogarna och styrelsen deröfver.
XVII Beskrifning på särskilde Instrumenter och redskap, erforderlige vid skogshushållningens inrättning (indelning) och handhafvande.
XVIII Exempel på hushållsplaners uppgörande.

Tabeller:

N:o 1 För konisk beräkning af trädstammars innehåll.
N:o 2 För correction af desse beräkningar.
N:o 3 För beräkning af innehållet af grenar, qvistar och rotved.
N:o 4 För cylindrisk beräkning af trädstammars innehåll.
N:o 5 Växt- och hjelpgallrings-tabell för tallskog.
N:o 5 Dito Dito Dito för granskog.
N:o 7 Dito Dito Dito för björkskog.
N:o 8 Växttabell för blandade löfträd, såsom låg- och skattningsskog.
N:o 9 För reducering af skogsmark utaf olika bördighetsklasser.
En skogskarta.
En planche, öfver instrumenter och redskap.

Uppställningen och omfattning av det behandlade påminner på ett märkligt sätt om en modärn skoglig handbok, för vårt vidkommande om »Tapion Taskukirja».

I förordet, ur vilket här må återges några avsnitt, säger G y l d é n bl.a.:

»Författaren har i närvarande arbete nedlagt frukten af de forskningar och den erfarenhet i Skogshushållning, han förvärfvat i egenskap af lantmätare och jordbrukare samt med ledning af läroböcker, utgifna af Cotta, Pfeil, Hartig, von Berg, Schultze, Karl, Heyer, af Ström, Obbarius, Segerdahl och Böcker.»

Samtidigt meddelar författaren att »uppgifterna om skogarnas växtlighet grunda sig på profhuggningar och mätningar, som under loppet af åren 1851 och 1852 blifvit i alla delar af landet anställde.»

Av de anförda skogliga författarna var de sju förstnämnda tyskar, af Ström, Obbarius och Segerdahl svenskar samt Böcker finländare.

I bokens inledning ger Gyldén en översikt av Finlands skogstillgångar, varvid han framlägger en synnerligen intressant uppskattning av den dåvarande virkesförbrukningen, som återges här nedan:

	Normalfamnar à 100 kubikfot	milj. m³sk.	%	
Export av trävaror	468 000	1 226	8	
Hus- och skeppsbyggnadsvirke	1 000 000	2 620	16	24
Brännved för befolkningen	3 100 000	8 122	50	
» » industrien	1 150 000	3 013	18	
Virkesförlust vid svedjning av 80 000 tunnland = 40 000 ha per år	520 000	0 362	8	76
	6 238 000	16 343		100

Det kan i detta sammanhang vara av intresse att anföra värden för förbrukningen ca. 100 år senare och därvid jämföra denna förbrukningsfördelning på gagnvirke och bränsle. Följande värden anges av Pöntynen som medelvärden för åren 1955—58:

	milj. m³f.	%	
Export av gagnvirke	4.30	10	
Industriens råvarubehov	20.98	51	
Övrigt behov av gagnvirke	2.33	6	67
Virke till bränsle	13.52		33
	41.13		100

Beloppet motsvarar ca 48 milj.m³sk

Förskjutningen av förhållandet mellan förbrukningen av gagnvirke och brännved talar sitt tydliga språk om skogsbrukets utveckling och starkt ökade betydelse i vår folkhushållning.

Det är märkligt att Gyldén ej anför någon uppskattning av den totala virkesmassan i Finlands skogar. Däremot har han sökt nå fram till ett värde för den årliga produktion, som uthållit kunde nyttjas, d.v.s. det årliga sunda avverkningsbeloppet.



Bild. 1. C. W. Gyldén
Gyldén föddes 1803 i St. Michels socken. Han blev lantmätare 1823 och var överdirektör i överstyrelsen för lantmäteriet och forstväsendet 1854—1863. Han kvarstod därefter som överdirektör för lantmäteriet till sin död 1872.

En jämförelse mellan Gyldéns uppskattning och resultatet från vår första riksskogstaxering 70 år senare ger följande uppställning:

	Gyldén 1853 tunnland	ha	Ilvessalo 1921—24
Skogbärande mark	33 800 000	16 663 000	
Växtlig skogsmark			21 138 000 ha
	milj. normalfamnar	milj. m³	
Tillväxt med bark	11 à 12	28.8 à 31.4	
» utan »		24.7 à 27.0	44.4

Om virkesbilansen för snart 110 år sedan säger Gyldén: »Häremot (avverkningen) torde ofvannämnde 33 800 000 tunneland årligen producera 11 à 12 miljoner normalfamnar, hvilken produktion sannolikt kunde, genom skogarnas ordentliga behandling mer än fördubblas.»

Denna fördubbling innebure 49 à 54 milj. m³f, vilket är något mer än den nuvarande tillväxten, men såsom Gyldén bedömt möjligheterna närmar sig det värde om 66 milj. m³f, som av Heikurainen, Kuusela, Linnamies och Nyyssönen (1961) uppgivits som uppnåeligt för vårt skogsbruk.

Gyldéns uppskattning av den löpande tillväxten vid tiden kring 1850 bör ha legat mycket nära det riktiga värdet. Att tillväxten vid denna tidpunkt låg avsevärt lägre än nu kan man sluta sig till med utgående från det faktum att ca ⅓ av våra nuvarande bestånd har uppkommit under tiden mellan 1840—1880 och kunde vid tiden för Gyldéns kalkyl endast med en helt obetydlig virkesmassa deltaga i produktionen.

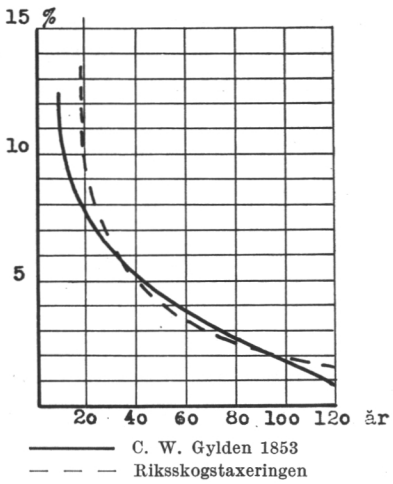


Bild 2. Tillväxtprocenten vid olika beståndsålder.

Om sina kalkyler säger Gyldén vidare: »Det problematiska uti hvarje beräkning af skogarnes total-tillväxt och förbrukning, inser enhvar; men då de leda till det sannolika resultat, att landets skogar redan nu skulle medgifva en tiofaldt så stor, samt efter införande af bättre hushållning tjugufaldt större export af skogsvaror, än för närvarande äger rum; så kan man, med fästadt afseende till vår 120 mil långa hafskust, våra många till stor del flottbara vattendrag, samt de långa för virkets fällning och transport gynsamma vintrarne, icke undgå att finna skogshushållningen vara för landet af den vikt, att den förtjänar synnerligaste vård, samt att snara och kraftiga medel till dess befrämjande, otvifvelaktigt skulle leda till en lika säker förkofran som mången annan näringsgren, under våra förhållanden kan erbjuda».

Därefter gör Gyldén ett lika märkligt som än i dag fullt aktuellt uttalande om skogarnas behandlingssätt:

»Bland orsakerna till skogarnas dåliga skick hos oss, står den af okunnigheten föranledda vanskötsel, som i forstspråket benämnes blädning, otvifvelaktigt främst; emedan den verkar på hela det anlitade skogsområdet, antingen alldeles förstörande, eller åtminstone nedsättande växtligheten till halfva det värde, som genom regelbunden afverkning och skötsel kunde vinnas».

Det rådande skogliga tillståndet beskrives av Gyldén på följande sätt: »Få af våra skogar befinnas i slutet bestånd, emedan de ofta förstöras genom fareld, stormar, boskapsbete, skogsinsekter och försumpningar eller mossbildning i följd af täppta vatten aflopp, men förnämligast genom regellös afverkning eller så kalladt blädningshygge, hvarvid för tillfället behöfliga träd fällas å spridda ställen, eller ock hela trakter kalhuggas, utan omsorg för skogens återväxt, hvarigenom öppningar (luckor) uppstå, som taga gräs och lemna stormarne fritt tillträde för ytterligare förhärjelser, ge-

nom hvilka skogarne glesna samt få ojemn vext, bestående mestadels af qvistiga och missbildade träd utaf olika åldrar, som gifva vida mindre virkesmassa och ojemförligt färre storverksträd än från skogar i slutet bestånd kunna skördas».

En övergång till ett rationellt skogsbruk tänkte sig G y l d é n kunde ske via trenne olika förfaringssätt.

1. Skogens fredande
2. Införande av »Öfvergångs skiftesbruk»
3. Införande av »Rationell trakthuggning».

I detta sammanhang framhåller han: »Finnas karta och beskrifning, hvaraf skogsmarkens vidd kan utletas, och har man tillika bestämt, vid hvad ålder skogen skall fällas (slutavverkas), så divideras skogsmarkens tunnelandtal, med åldersårens antal, då qvoten utvisar huru många tunneland årligen kunna afverkas, utan förminskning af skogsförrådet».

Slutmålet var för G y l d é n slutna, jämnåriga bestånd i normal åldersfördelning.

Vid f r e d a n d e t av skogen som en första åtgärd vid strävan till ett rationellt skogsbruk skulle följande iakttagas:

»1:o öppnas och underhålles vattenafloppen, till förekommande af markens försumpning;
2:o rensas skogen från skelett och vindfällen;
3:o värnas den för åverkan och skogsbrand samt för boskapsbete, å de ställen der plantor och telningar finnas i mängd
4:o afverkas först öfverårig skog och dernäst de blädade platser, som hysa mesta antal äldre krymplingsträd; hvaremot slutne skogsdungar af yngre medelålders träd sparas i det längsta
5:o förrättas själva hygget (slutavverkning) efter reglor», som av författaren anges för trakthygge.

Det ovan anförda sammanfaller i det väsentliga med de principer vi nu följa, då vi gripa oss an med att söka bringa ett skogsbruk till ett sundare produktionstillstånd.

Ö f v e r g å n g s s k i f t e s b r u k föreslås av G y l d é n för skogsbruk, som är skäligen tillfredsställande i fråga om beståndens tillstånd. Genom av omloppstiden betingade slutavverkningar bringas småningom skogen till ett normaltillstånd. Härefter fortsättes med R a t i o n e l l t r a k t h u g g n i n g, baserad på ett normaltillstånd i avseende till bestockning och åldersfördelning.

Dessa av G y l d é n rekommenderade principer för skogens behandling sammanfaller helt med dem vi nu omfatta och söka tillämpa vid vår strävan att försätta våra skogar i skick. Den fasta planering och förlitan på möjligheten att kunna bestämma produktionsförloppet för en längre tid

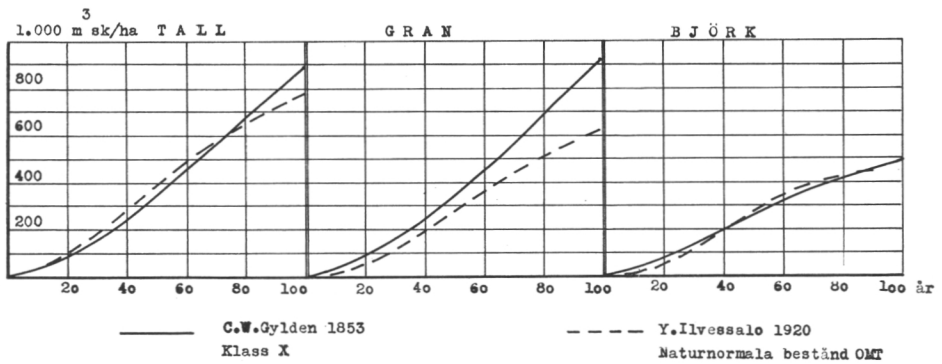


Bild 3. Jämförelse mellan Gyldéns »Tillväxt- och hjelpgallringstabeller» och Ilvessalos värden för den rotstående kubikmassan i naturnormala bestånd.

framåt, som ligger till grund för det Gyldén avser med rationell trakthuggning går t.o.m. vida längre än vad vi nu våga omfatta.

Ur kap. VII, Skogars anläggning och återställande, må anföras att Gyldén som förnyelseåtgärder räknar med självsådd genom fröträd samt sådd och plantering, då självsådd ej kan påräknas. Beredning av förnyelseytor rekommenderas, dock med uttrycklig varning för bränning av torr och mager jord.

I kap. VIII, Skogars afverkning, ingår närmare anvisningar om beståndsvården. En intressant inblick i hur Gyldén tänkte sig ett vårdat bestånd fås ur de anvisningar han lämnar om kronförhållandet i det han säger:

»Man har funnit för växtligheten vara förmånligast då kronans höjd har följande förhållande till hela trädets höjd:

Kronans höjd	Trädslagets ålder år Tall	Gran	Björk
Fullkvistige utför hela stammen	1 à 15	1 à 15	1 à 15
Kronan = ¾ af hela trädets höjd	15 à 25	15 à 25	15 à 25
» = ½ —»—	25 à 50	30 à 50	30 à 70
» = ⅓ —»—	50 à 120	50 à 100	öfver 70
» = ¼ —»—	öfver 120	öfver 100	

Dessa anvisningar visa även en rätt god överensstämmelse med nutida uppfattning om man beaktar att på Gyldéns tid målet för produktionen i främsta rummet var grovt och kvistrent timmer, för vilket omloppstiden beräknades till 100—150 år.

Som ett stöd för beståndvården rekommenderar Gyldén sina produktionsöversikter och anför i detta sammanhang följande:

»Skogsbeståndens tillbörliga täthet beror för öfrigt af särskilda omständigheter: Det högsta antal stammar, ett tunnland i södra Finland bör gifvas,

utvisa växttabellerne särskilt för varje ålder och växtlighetsklass; och der förenämnda tecken antyda behofvet af ett glesare bestånd, kan stamantalet minskas ända till likhet med det i tabellerne utförda stamantalet för närmast högre åldersklass. I öfrigt bör större täthet äga rum uppå sydliga sluttningar än uppå dem, som vetta åt norden. Vid sjöstränder och på höjder, hvarest skogarne äro utsatte för häftiga vindar, böra de företrädesvis hållas väl slutne, i synnerhet då skogen består af träd med flackrötter, såsom Gran m.fl., hvaremot Tall, Björk och de trädslag, som hafva starkare rotbildning, tåla något glesare ställning. Ungskog bör vara tätare på torr och mager jord än på bördig grund, emedan de förre förbättras genom starkare beskuggning och den större mängd affall ett tätare ungskogs bestånd gifver; men större träd böra tvertom hållas glesare på mager jord än på bördig, emedan den förra saknar erforderliga näringsämnen för de åt djupet gående större trädrötterne, hvilka derföre vidt utlöpa längs jordbrynet och sålunda fordra relatift större utrymme. I intet fall bör skogen ställas så gles, att jordytan utsättes för solstrålarnes omedelbara inverkan. — — —

Hjelpgallring borde väl rätteligen oftare upprepas i ungskogar än i dem af högre ålder, men man har likväl, i anseende till dermed förenade omkostnader och det klena virke dervid faller, yrkat att hjelpgallringsperioderne öfverallt kunde blifva enahanda, samt antagit dem lempligast kunna ske hvart 20:de år. Ehuruväl otvifvelaktigt är, att oftare förnyade hjelpgallringar, äfven hos oss skulle betydligen höja skogarnes växtlighet, — — —

nande av beståndet) der icke tillämpas, utan blir skogsförbättringen (Obs. G y l d é n s term) beroende af totalt hygge (kalavverkning) eller af skogens fredande och självgallring.»

Angående slutavverkning och förnyelse ges följande närmare anvisningar:

»Enär skogen har uppnått huggbarhets ålder, afverkas den antingen genom k a l h y g g e eller b e s å n i n g s h y g g e. I förra fallet borttagas alla träd och fältet besås ur hand eller planteras, och i det sednare inrättas hygget så att naturlig besåning kan äga rum, antingen från qvarlämnade fröträd eller från närstående skog. I hvardera fallen gifves hyggesplatsen sådan form och sträckning, att den af närstående skog har skydd mot de i orten mest rådande vindarne, äfvensom att den blottade jorden så litet som möjligt utsättes för soltorka. För sådant ändamål göras hyggena i allmänhet smala samt sträckas hellst från nordvest till sydost. Emedan i Finland de svåraste vindarne komma från det i söder och vester belägna hafvet, böra hyggena föras emot dessa väderstreck, för att hafva skydd af den åt detta håll qvarstående skogen.

Kalhygge måste användas, då man vill ombyta trädslag äfvensom då man är angelägen om hyggesplatsens besåning omedelbart efter afverkningen samt finner att de kringstående träden, vid afverkningstiden, icke bära frö eller visa tecken till snart inträffande fröår. — — — — — — — —

Vid b e s å n i n g s h y g g e m e d f r ö t r ä d, qvarlemnas företrädesvis sådana träd, som hafva yfvig krona och frodig växt, för att sprida frön äfver hyggesplatsen. Sedan besåningen skett och plantorne uppkommit, fällas de i den mån plantorna icke vidare behöfva af dem skyddas. — — — — — —

Skulle sådden blifva ojämn, så att toma fläckar förekomma, så böra desse genast besås ur hand eller planteras.»

Om antalet fröträd lämnar G y l d é n följande anvisning:

I tallskog 90—120 stammar per hektar och i granskog 120—200 stammar per hektar. För björken anges 20 stammar per hektar förslå på friska marker.

Slutligen preciserar G y l d é n sin uppfattning om granskogens förnyande på följande sätt:

»I granskogar, der gles fröträdsställning ofta skadas af stormar, anser man afverkningen lempligen kunna ske i tre repriser: först fälles, i mån af skogens täthet, ¼, ⅓ à ½:ten utaf beståndet, för att påskynda befruktning och sådd; sedan telningar uppväxt till ¾ fots höjd, borttages hälften af den återstående skogen och resten fälles 1 à 3 år derefter.»

Likheten med en modärn skärmställning är fullständig, och sträcker sig t.o.m. till den optimistiska inställningen om metodens effekt.

De råd och anvisningar G y l d é n ger för skogsbrukets uppläggning och beståndsvårdens utövande förutsätta genomgående ett visst mått av taxatorisk kunskap hos den, som skall följa de givna anvisningarna. Ett särskilt avsnitt i G y l d é n s bok är därför ägnat åt skogstaxationen.

För kubering av enskilda stammar anvisas kubering sektionsvis i 10 fot långa sektioner. För undersökning av det enskilda trädets utvecklingsförlopp rekommenderas stamanalys.

Som ett resultat av utförda stamanalyser anför G y l d é n som ett allmänt värde för tillväxtprocenten på sid. 5 grafiskt återgivna värden, här satta i relation till de medelvärden vi fått genom riksskogstaxeringen. Flera hänvisningar i bokens framställning visar att G y l d é n var fullt medveten om beståndets vid åldern bundna produktionsrytm och om den med stigande ålder avtagande livsenergien.

En alldeles särskild betydelse tillmäter G y l d é n produktionstabellerna, som hjälp vid indelning av skogen för avverkning. Dessa tabeller, som uppgjorts på basen av »profhuggningar och beräkningar» bygga på 10 bonitetsklasser.

Användningen av tabellerna förutsätter att ett antal provträd fälls och kuberas, varefter det erhållna resultatet jämförs med tabellens värden på basen av provträdets ålder — en tyvärr alltför arbetsdryg och svår metod att tillämpa i praktiskt skogsbruk.

För uppskattning av virkesmassan beståndsvis anvisas olika metoder:

s p e c i a l t a x e r i n g, (stamvis uppräkning) varvid varje träd taxeras särskilt.

t a x e r i n g p å p r o v y t o r »eller mindre delar af skogsskiljaktigheternas area och virkesmassans beräkning för hela arean efter profytans förhållande till denna.» Hit hör bl.a. linjetaxering utmed stakade linjer med uppräkning av stammarna utmed 10 fot breda bälten.

s u m m a r i s k t a x e r i n g (okulärtaxering figurvis), hvarvid taxatorn bedömer, skiljaktighetsvis, virkesbeloppet per tunnland samt derefter beräknar detsamma för skiljaktighetens kända tunnlandtal.

Någon tabell för direkt kubering av enskilda stammar med ingång via brösthöjdsdiameter, höjd och form förekommer ej hos G y l d é n. Däremot anför man tabeller för kubering av enskilda träd tänkta som koner, som sedan multipliceras med korrigeringsfaktorer. Dessa anges i en särskild tabell med ingång via trädslag, ålder, växtlighetsklass och beståndets täthet. Metoden är något komplicerad och arbetsdryg, men vittnar om ett ingående studium av de faktorer, som bestämma trädets form.

Bland de tabeller, som ingår i »Handledning för skogshushållare i Finland» tilldrar sig självfallet produktionstabellerna för hela bestånd det största intresset. Någon ingående jämförelse med de produktionsöversikter vi nu arbeta med låter sig ej göra, då G y l d é n s bonitetsklasser utgöra aritmetiskt bestämda värden mellan högsta och lägsta bonitet. Om man emeller-

tid vågar antagandet att G y l d é n s klass X motsvarar vår bästa skogstyp, Oxalis-myrtillustyp, kan en jämförelse göras sådan den framgår ur den grafiska framställningen på sid. 7.

Om än granen här visar en avsevärd avvikelse från värdena för naturnormala bestånd så visar tallen och björken däremot en märklig överensstämmelse. Detta ger oss skäl att antaga att G y l d é n har hyst en uppfattning om beståndens produktionsförlopp och produktionsförmåga, som i det väsentliga har överensstämt med den kunskap vi har därom i dag.

G y l d é n framträdde med sin bok »Handledning för skogshushållare i Finland» under en tid, då det allmänna skogliga tillståndet i vårt land sannolikt var svagare än det någonsin tidigare eller senare har varit. Därtill kom att man ej hade någon som helst tillförlitlig kunskap om landets skogstillgångar. I det allmänna skogliga tänkandet dominerade därför helt rädslan för att timmerförrådet skulle sina. Detta var som känt orsaken till att vid denna tid statsmakten ivrigt motsatte sig inrättandet av ångsågar. Det fordrades en djup personlig insikt och därpå grundad stark övertygelse att i tro på skogsbruket som näringsgren gå emot en allmän opinion, som med en av den tidens centrala kulturpersonligheter, J. W. S n e l l m a n, i spetsen ansåg skogsbruket sakna framtidsmöjligheter i vårt land.

Då man ur G y l d é n s framställning av det rationella skogsbruket letar fram det centrala i hans skogliga uppfattning blir man slagen av hur avancerad denna var. Den är ju i själva verket ett försök att till våra förhållanden direkt överföra resultaten och metoderna från den redan vid denna tid gamla skogsbrukskultur, som var rådande i Mellaneuropa.

Till sin innebörd var dessa principer för skogsbruket alltför mycket före sin tid för att kunna vinna någon omfattande tillämpning i Finland. Under hela den senare delen av 1800-talet var det endast kronoskogarna, som förvaltades av utbildad personal medan de enskilda skogarna i stort sett sparades eller höggos efter principer, som närmast kan betecknas som ett rent höstningsbruk, vilket dock ej hindrade att en viss omsorg om skogstillgångarna förefanns. Det var de allmänna avsättningsförhållandena, som tvang till en ensidig timmeravverkning såväl på kronoskogarna som inom det enskilda skogsbruket. Förutsättningarna för ett rationellt skogsbruk saknades helt enkelt och därigenom tvangs det skogliga tänkandet in på ett plan, som kan sägas ligga avsevärt under det, som den av G y l d é n redan på 1850-talet framförda uppfattningen representerar. Det är först det stora uppsvinget genom utbyggandet av sulfatindustrien under 1930-talet och den därigenom uppnådda avsättningen för klenare dimensioner av tall, som möjliggjort en allmän beståndsvård och lagt grunden för ett rationellt skogsbruk. Men det var först krigs- och krisårens oeftergivliga krav på bränsle, som tvang fram förnyelseavverkningar i större skala och i samband med dem tanken på och känslan för produktionstillståndet i bestånden. Härmed

hade vi kommit fram till det rationella skogsbruket baserat på en beståndsvård och omsorg om åldersfördelningen så som Gyldén hade uppfattat det redan på 1850-talet.

Inför detta faktum grips man av en känsla av den djupaste aktning för denne skogsväns och framstående skogsmans för sin tid utomordentligt omfattande kunskaper och hans förmåga att med ett konsekvent tillämpande av dessa kunskaper överblicka de stora linjerna i allt som hör samman med skog och skogsbruk.

Litteraturförteckning

Gyldén, C. W. 1953. Handledning för Skogshushållare i Finland. Helsingfors.

Heikinheimo, O. m.fl. 1948. Julkilausuma. Metsätaloudellinen Aikakauslehti.

Heikurainen, Leo, Kullervo Kuusela, Olavi Linnamies ja Aarne Nyyssönen. 1961. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. Summary: Cutting possibilities of the forests of Finland. A long-term analysis. — Silva fennica 110.

Ilvessalo, Yrjö. 1920. Kasvu- ja tuottotaulut. (Growth and yield tables.) Acta forestalia fennica 15.

—»— 1929. Suomen päävesistöalueiden metsät. Summary: The forests of the main watershed areas of Suomi (Finland). — Comm. Inst. Forest. Ferm. 13.

Kalela, E. K. 1945. Metsät ja metsien hoito. Helsinki.

—»— 1951. Metsänhoidon taustaa ja tekniikkaa. Helsinki.

Nyssönen, Aarne. 1954. Hakkuilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — Acta forestalia fennica 60.

Vuokila, Yrjö. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in Southern Finland. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 48.

Reflections on C. W. Gyldén's Old Handbook

Summary

In a textbook published in 1853, C. W. Gyldén, the then Director-in-Chief of the Finnish Supervisory Board of Land Survey and Forestry, presented outlines of forestry for the Finnish conditions.

On the basis of an extensive knowledge of literature, his own observations, and sample plots measured in all parts of the country, Gyldén formed a system of forestry, which is based on closed stands and even age-class distribution. It resembles closely a system of cutting by compartments, which comes so near to the modern idea of the right tending of forest that there is no essential difference between the present views and those set forth by Gyldén almost 110 years ago.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.28
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.28
Helsinki 1962

METSÄNHOITO- JA HALLINTOKUSTANNUKSET METSÄVEROTUKSESSA

OLAVI LINNAMIES

Silvicultural and administrative costs in forest taxation

Summary

Tulo- ja omaisuusverolain (As. kok. n:o 888/43) 15 §:n mukaan on maatalouskiinteistöstä metsämaan osalta saatuna tulona pidettävä sitä puhdasta tuottoa, jonka samanlaatuisten kiinteistöjen kunnassa arvioidaan verovuonna päättyneenä ja kahtena sitä edeltäneenä hakkuuvuotena keskimäärin vuotta kohti antaneen huomioon ottaen paikkakunnalla tavalliset käyttö- ja kunnossapitokustannukset, työpalkat sekä kohtuulliset arvonvähennykset.

Saman lain 19 §:n mukaan luetaan maatalouskiinteistön tuloksi mm. sen työn arvo, johtotyö siihen sisällytettynä, minkä verovelvollinen on metsätaloutensa hyväksi tehnyt, arvioituna rahassa siihen määrään, mikä siitä työstä olisi ollut palkatulle henkilölle suoritettava.

Laskiessaan verokuutiometrin hinnan jokaisessa kunnassa metsäntutkimuslaitos vähentää todellisista metsäkaupoista hakkuuvuosittain kootun hinta-aineiston mukaisista eri puutavaralajien maksetuista hinnoista ne kustannukset, jotka arvioidaan syntyvän ao. puutavaran hankkimisesta sille luovutuspaikalle, jota hintatilasto vastaa. Näin saatujen eri puutavaralajien kantohinnoista johdetaan hakkuuvuoden puustokuutiometrin raha-arvo (»bruttoarvo») kertomalla kantohinnat eri puutavaralajien alueittaisilla rakenneluvuilla (ks. Valtioneuvoston päätös n:o 390/15. 10. 1959 ja Selin 1957).

Lasketusta puustokuutiometrin raha-arvosta (»bruttoarvosta») on vielä vähennettävä em. lain 15 §:n mukaan »paikkakunnalla tavalliset käyttö- ja kunnossapitokustannukset, työpalkat sekä kohtuulliset arvonvähennykset». Maatalouden verokomitea (Komiteanmietintö N:o 3 — 1961, s. 21) on esityksessään uudeksi maa- ja metsätalouden verolaiksi täsmentänyt ko. koh-

5337—62

dan sanonnan tarkoittaen sillä metsään kohdistuvia menekkialueella tavallisia hoito- ja hallintokustannuksia.

Laskiessaan verokuutiometrin raha-arvoja metsäntutkimuslaitos soveltaa säännöstä siten, että puustokuutiometrin edellä esitetyllä tavalla lasketusta bruttoraha-arvosta vähennetään keskimääräisenä vähennyseränä 25%. Tämä vähennyserä koostuu seuraavasti (ks. Maatalousväestön taloudellista asemaa selvittävän komitean mietintö II, 1957, s. 75):

1. Kotitarvepuun alhaisempi hinta ..... 10 %
2. Metsänhoitokustannukset, joihin luetaan isännän työ metsänhoidossa (4—8 %) ja metsänhoitomaksu (2—6 %), yhteensä ..... 10 %
3. Puutavaran myyntikustannukset ..... 5 %

Näin alennettu puustokuutiometrin raha-arvo on ns. »nettoarvo». Tietyn verovuoden verokuutiometrin raha-arvo saadaan verovuonna päättyneen ja kahden sitä edeltäneen hakkuuvuoden puustokuutiometrin nettoraha-arvojen aritmeettisena painottamattomana keskiarvona, mikä vielä pyöristetään kymmenpäätteiseen lukuun.

Valtioneuvoston vahvistamien verokuutiometrin nettoarvojen ja niistä johdettujen bruttoarvojen lääneittäiset maalaiskuntien keskiarvot sekä niiden erotukset vuosilta 1958, 1959 ja 1960 on esitetty taulukossa 1. Niissä kunnissa, joissa on vyöhykejako, ne tarkoittavat 1. vyöhykkeen lukuja. Mainittuina vuosina on näin laskettu 25 %:n vähennyserän suuruus vaihdellut markkamääräisenä Lapista Etelä-Suomeen 64 mk:n ja 344 mk:n välillä.

Taulukko 1. Verokuutiometrin brutto- ja nettoarvojen lääneittäiset keskiarvot erotuksineen vv. 1958—1960.

Lääni	1958			1959			1960			Erotus keskimäärin 1958—1960
	Brutto	Netto	Erotus	Brutto	Netto	Erotus	Brutto	Netto	Erotus	
	mk									
Uudenmaan	1 281	961	320	1 247	935	312	1 245	934	314	314
Turun ja Porin	1 341	1 006	335	1 329	997	332	1 377	1 033	344	337
Hämeen	1 273	955	318	1 227	920	307	1 240	930	310	312
Kymen	1 043	782	261	1 015	761	254	1 044	783	261	259
Mikkelin	904	678	226	864	648	216	907	680	227	223
Kuopion	760	570	190	729	547	182	779	584	195	189
Pohjois-Karjalan ...	664	498	166	642	482	160	692	519	173	166
Vaasan	1 053	790	263	1 027	770	257	1 067	800	267	262
Keski-Suomen	948	711	237	911	683	228	964	723	241	235
Oulun	755	566	189	735	551	184	779	584	195	189
Lapin	427	320	107	419	314	105	537	403	134	115
» metsäveroal. 1	258	194	64	268	201	67	363	272	91	74
» » 2	441	331	110	431	323	108	516	387	129	116
» » 3	674	506	168	642	482	160	739	554	185	171

Yhtiöiden metsät

Selvyyden saamiseksi siitä, miten ko. markkamääräinen vähennys vastaa vähennyserään luettavia todellisia kustannuksia, Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitto on suorittanut asiaa koskevan tiedustelun. Se kohdistettiin kymmeneen maan eteläpuoliskon suureen metsää omistavaan yhtiöön. Näiden kokonaismetsäala käsitti vuoden 1957 lopussa 84.5 % metsäteollisuusyhtiöiden maan eteläpuoliskon koko metsänomistuksesta (vrt. M i k k o I l v e s s a l o 1959, s. 32).

Vähennyskelpoisiksi edellä esitetyssä mielessä on tällöin luettu omiin metsiin liittyvät seuraavat v u o t u i s e t kustannuserät (työnjohto mukaan luettuna):

I. Metsänhoitokustannuksista
- — uudistusalan raivaus,
- — maanpinnan valmistus (kulotus, laikutus),
- — metsämaan lannoitus,
- — siementen keräys ja karistus, siemenviljelykustannukset sekä taimien kasvatus taimitarhoissa,
- — metsänviljely,
- — taimistojen perkaus ja harvennus,
- — valiopuiden karsiminen,
- — metsäojien kunnossapito,
- — metsäteiden kunnossapito,
- — metsätuhojen (kulot, hyönteistuhot ym.) torjunta,
- — muut sekalaiset kustannukset.

II. Hallintokustannuksista
- — hallintopalkat,
- — KELA-maksut,
- — tapaturmavakuutusmaksut,
- — metsänhoitomaksut,
- — metsien vartiointikustannukset ja
- — maanmittauskustannukset (ei kuitenkaan maan luovutuksesta johtuneet) yms.

P ä ä o m a l u o n t o i s i s t a kustannuksista on vähennyskelpoisiksi luettu seuraavat omaisuuden ja perusparannusten arvonvähennykset:

I. Metsänhoitokustannuksista
- — uudisojitus,
- — metsäteiden rakentaminen ja
- — metsänhoitotöissä käytetyt koneet (niiden hankinta).

II. Hallintokustannuksista
- — metsämaiden kartoitus ja metsätaloussuunnitelmien laadinta.

Poiston suuruus on laskettu metsänparannusasetuksen (As. kok. 49/58) 12 §:n mukaisesti uudisojitusten osalta 3 %:n ja metsäteiden osalta 7 %:n mukaisesti. Metsämaiden kartoitus sekä metsätaloussuunnitelmien laadintakustannuksille on laskettu 10 %:n vuotuinen poisto. Koneiden (traktorit, ojaaurat, laikkurit yms.) hankintakustannukset on poistettu 25 %:n mukaisesti.

Edellä lueteltujen kustannuserien lisäksi on erikseen selvitetty omien metsien vuotuiset l e i m a u s k u s t a n n u k s e t.

Mainittujen kymmenen metsäteollisuusyhtiön omien metsien metsänhoito- ja hallinto- sekä leimauskustannukset ovat olleet vuosina 1958—1960 keskimäärin kasvullisen metsämaan hehtaaria ja vuotta kohti laskien seuraavan suuruisia:

I. Metsänhoitokustannukset			
— vuotuiset			
— uudistusalan raivaus	96: —		
— maanpinnan valmistus	51: —		
— metsämaan lannoitus	1: —		
— siementen keräys ja karistus, siemenviljelykustannukset sekä taimien kasvatus taimitarhoissa	22: —		
— metsänviljely	183: —		
— taimistojen perkaus ja harvennus	101: —		
— valiopuiden karsiminen	—: —		
— metsäojien kunnossapito	35: —		
— metsäteiden kunnossapito	23: —		
— metsätuhojen torjunta	2: —	514: —	
— pääomaluontoiset		8: —	522: —
II. Hallintokustannukset			
— hallintopalkat		85: —	
— KELA ja tapaturmavakuutus		27: —	
— metsänhoitomaksu		11: —	
— metsien kartoitus ja metsätaloussuunnitelmatyöt		15: —	
— muut hallintokustannukset		26: —	164: —
I + II yhteensä			686: —
III. Omien metsien leimaus			71: —
I—III yhteensä			757: —

Metsänhoitokustannuksista muodostaa metsänviljely suurimman erän. Kuitenkaan ei vuotuisia metsänviljelyaloja voida pitää ylisuurina, koska niiden määrä on ollut vain n. 50 % samanaikaisesta vuotuisesta uudistusalasta, mitä intensiivisessä metsätaloudessa ei ole pidettävä nykyoloissa liiallisena.

Kuten edellä jo mainittiin, on työnjohto (yleensä piirityönjohtaja ml.) sisällytetty varsinaisiin työkustannuksiin ja piiriesimiehen, piiri-(alue-)metsänhoitajaportaan sekä metsäosaston kustannukset hallintokustannuksiin. Omien metsien metsänhoidon hallintokustannukset on eräissä tapauksissa laskettu käytetyn työajan perusteella. Mikäli työajan käytöstä ei ole ollut tilastoa, on hallinnon kokonaiskustannukset jaettu ensin omien ja ostometsien kesken hankittujen puumäärien perusteella, minkä jälkeen omien metsien hallintokustannusosuus on jaettu metsien hoidon ja niistä tapahtuneen puutavaran hankinnan kesken näissä töissä maksettujen työpalkkasummien suhteessa. Eräissä tiedusteluun sisältyneissä metsäteollisuusyhtiöissä jakoperuste on voinut olla muukin kuin edellä mainittu.

Noin 70 % maan eteläpuoliskon metsäteollisuusyhtiöiden metsämaista on sijoittunut alueelle, joka käsittää metsäveroalueet 5, 7 ja 8 (vrt. Mikko Ilvessalo 1959, ss. 32—35). Yhtiöiden metsien eri veroluokkien verokuutioluvuiksi on tämän mukaisesti alueittain painottaen saatu seuraavat k-m³/ha osoittavat luvut (vrt. As. kok. 376/59, 6 §):

Veroluokka	I A	I B	II	III	IV
Verokuutioluku	4.5	3.9	3.0	2.3	1.4

Lähtien siitä, että eri metsätyypit vastaavat veroluokkia siten kuin asetuksen 376/59 4 § edellyttää, saadaan yhtiöiden metsien kasvullisen metsämaan keskimääräiseksi verokuutioluvuksi maan eteläpuoliskossa valtakunnan metsien II inventoinnin mukaista ko. maiden alaryhmiin jakaantumista (ks. Yrjö Ilvessalo 1942, s. 266) ja em. verokuutiolukuja soveltaen 3.22 k-m³/ha. III inventoinnin tulosjulkaisussa (Yrjö Ilvessalo 1956, s. 44) on esitetty ainoastaan kovien kasvullisten metsämaiden jakaantuminen metsätyyppeihin, jolloin näille em. tavalla laskettu keskiverokuutioluku on 3.45. Kun maan eteläpuoliskon kovista metsämaista keskimäärin n. 30 % on siinä määrin kivisiä tai soistuneita, että ne tästä johtuen viedään veroluokituksessa ao. tyypin normaaliastetta alempaan veroluokkaan, on yhtiöiden metsien keskimääräistä verokuutiolukua maan eteläpuoliskossa tästä syystä alennettu 3.0 k-m³:iin.

Yhtiöiden metsien verokuutiometrin bruttoarvoksi saadaan vv:n 1958—1960 keskimääränä taulukosta 1 pinta-alasuhteilla punnittuna keskiarvona 865 mk, nettoarvoksi 649 mk ja näiden erotukseksi 216 mk. 2. vyöhykkeessä on verokuutiometrin bruttoarvo ollut metsäntutkimuslaitoksesta saatujen tietojen mukaan laskien keskimäärin 566 mk, nettoarvo 424 mk ja erotus 142 mk. 3. vyöhykkeen vastaavat luvut ovat 500 mk, 375 mk ja 125 mk. Olettaen yhtiöiden metsien sijaitsevan keskimäärin 2. vyöhykkeessä, tekee mainittu 142 mk:n erotus 3.0 k-m³/ha mukaan kasvullisella metsämaalla keskimäärin 426 mk/ha eli 260 mk/ha vähemmän kuin keskimääräiset metsänhoito- ja hallintokustannukset ovat vastaavana aikana olleet. Mikäli

leimauksenkin katsotaan sisältyvän ko. 25 %:iin, on em. verokuutiometrin hintaa laskettaessa tehty vähennys näin laskien jäänyt vv. 1958—1960 maan eteläpuoliskon yhtiöiden omien metsien osalta keskimäärin 331 mk/ha liian pieneksi. Mielenkiintoista olisi myös tarkastella metsänhoito-, hallinto- ja leimauskustannusten osuutta todellisista kantohintatuloista, mutta tähän ei käytettävissä oleva aineisto tarjoa mahdollisuuksia.

Valtion metsät

Valtion metsien metsänhoito- ja hallinto- sekä leimaus-, luovutus- ja hakkuun valvontakustannukset on metsähallituksen tilastokonttorin laskemina saatavissa piirikunnittain eriteltyinä vain vuodelta 1960. Ko. kustannusten kokonaismäärät, taloustoiminnan piirissä 1. 1. 1961 ollut kasvullisen metsämaan pinta-ala sekä kustannukset mainitun pinta-alan hehtaaria kohti laskettuna on esitetty taulukossa 2. Metsähallituksessa maksetut kustannukset on tällöin jaettu eri piirikuntien kesken näiden taloustoiminnan piirissä olleen kasvullisen metsämaan pinta-alan suhteessa. Pääomaluontoiset metsänhoitokustannukset on käsitelty samoin kuin yhtiöiden metsissä. Hallintopalkoista sekä rakennusten korjaus- ja kunnossapitokustannuksista on ao. henkilökunnan arvioidun työajan jakaantumisen perusteella viety 30 % metsänhoidon kustannuksiksi, jolloin 70 % on jäänyt puutavaran hankinnan osalle. KELA ja tapaturmavakuutusmaksuista on maksettujen työpalkkojen suhteen perusteella 15 % luettu metsänhoidon puolelle.

Taulukko 2. Metsänhoito-, hallinto- ja leimauskustannukset valtion metsissä piirikunnittain v. 1960.

Kustannuslaji	Piirikunta							
	Perä-Pohjola 1 993 831 ha		Pohjanmaa 940 701 ha		Itä-Suomi 305 976 ha		Länsi-Suomi 195 616 ha	
	milj.mk	mk/ha	milj.mk	mk/ha	milj.mk	mk/ha	milj.mk	mk/ha
I. Metsänhoitokustannukset		98: —		177: —		423: —		449: —
— vuotuiset	185.93		157.64		121.36		84.03	
— pääomaluontoiset	10.21		8.56		8.13		3.83	
II. Hallintokustannukset		68: —		114: —		204: —		352: —
— hallintopalkat	61.49		68.63		37.95		45.89	
— KELA-tapaturmavak.	3.75		3.68		2.10		1.66	
— metsänhoitomaksut	7.43		3.50		1.15		0.74	
— rakennusten korjaus	5.92		2.72		3.54		2.59	
— metsätalouden tarkastus	7.73		4.09		1.55		1.44	
— muut	48.56		24.56		16.04		16.45	
I + II yhteensä		166: —		291: —		627: —		801: —
III. Leimaus ja luovutus	46.48		30.82		17.93		11.49	
IV. Hakkuun valvonta	18.25	33: —	6.52	40: —	1.09	62: —	0.35	61: —
I—IV yhteensä		199: —		331: —		689: —		862: —

Linnamiehen (1959, s. 28) mukaan ovat eri piirikuntien valtion metsien kasvullisten metsämaiden keskimääräiset verokuutioluvut seuraavat:

Perä-Pohjolan	piirikunta	0.91	k-m³/ha
Pohjanmaan	»	1.67	»
Itä-Suomen	»	2.40	»
Länsi-Suomen	»	2.83	»

Valtion metsien verokuutiometrin brutto- ja nettoarvojen erotukseksi saadaan v. 1960 taulukosta 1 valtion metsien kasvullisten metsämaiden eri metsäveroalueiden pinta-alasuhteilla punnittuina keskiarvoina verokuutiometriä ja taloustoiminnan piirissä olleen kasvullisen metsämaan hehtaaria kohti em. verokuutioluvuilla kertoen taulukossa 3 esitetyt markkamäärät. Ne on laskettu edellyttäen metsien sijaitsevan keskimäärin 2. vyöhykkeessä, jolloin taulukon 1 brutto- ja nettoarvoja on alennettu metsäntutkimuslaitoksesta saadun aineiston mukaisesti. Samaan taulukkoon on merkitty näkyviin myös piirikunnittaiset metsänhoito- ja hallinto- sekä leimaus-, luovutus- ja hakkuun valvontakustannukset samana vuonna. Vertailu osoittaa, että 25 %:n vähennystä vastaava verokuutiometrin brutto- ja nettoarvojen erotus on jäänyt Perä-Pohjolan piirikunnassa 89 mk, Pohjanmaalla 39 mk, Itä-Suomessa 257 mk ja Länsi-Suomessa 93 mk/ha todellisia metsänhoito- ja hallintokustannuksia pienemmäksi. Mikäli vähennyskelpoisiksi kustannuksiksi luetaan myös metsien leimauksesta, puutavaran luovutuksesta ja pysty- sekä lupakirjahakkuiden valvonnasta aiheutuneet kustannukset, ylittävät nämä yhdessä metsänhoito- ja hallintokustannusten kanssa kaikissa piirikunnissa verokuutiometrin brutto- ja nettoarvojen erotuksen, ja on tämä ylitys Perä-Pohjolan piirikunnassa 122 mk/ha, Pohjanmaalla 79 mk/ha, Itä-Suomessa 319 mk/ha ja Länsi-Suomessa 154 mk/ha.

Valtion metsien osalta on käytettävissä myös piirikunnittain lasketut todelliset kantohintatulot (ks. Metsätilasto 47 ja 48, ss. 22—23, v:n 1960 osalta ennakkotietoja). Koska v:n 1960 metsänhoito- ja hallinto- sekä lei-

Taulukko 3. Verokuutiometrin brutto- ja nettoarvojen erotus sekä metsänhoito-, hallinto-, leimaus-, luovutus- ja hakkuun valvontakustannukset valtion metsissä v. 1960.

Piirikunta	Verokuutiometrin brutto- ja nettoarvojen erotus 2. vyöhykkeessä v. 1960 mk	Erotus keskimäärin taloustoiminnan piirissä olevaa hehtaaria kohti mk	Metsänhoito + hallintokustannukset mk/ha	Metsänhoito + hallinto + leimaus, luovutus ja hakkuun valvonta mk/ha
Perä-Pohjola	85: —	77: —	166: —	199: —
Pohjanmaa	151: —	252: —	291: —	331: —
Itä-Suomi	154: —	370: —	627: —	689: —
Länsi-Suomi	250: —	708: —	801: —	862: —

mauskustannusten kokonaismäärä ylittää vain 3.6 %:lla ko. kustannusten kolmivuotiskauden 1958—1960 keskimäärän, verrataan mainitulla sadanneksella alennettuja v:n 1960 metsänhoito-, hallinto- ja leimauskustannuksia samanaikaisiin todellisiin kantohintatuloihin. Kun hakkuupoistuma on vv. 1958—1960 ylittänyt lasketun kestävän hakkuusuunnitteen (Linnamies 1961, s. 25) Perä-Pohjolan piirikunnassa 5.8 %:lla, Pohjanmaalla 2.2 %:lla, Itä-Suomessa 20.9 %:lla ja Länsi-Suomessa 29.7 %:lla, on vv:n 1958—1960 piirikunnittaisia keskimääräisiä kantohintatuloja alennettu samassa suhteessa.

Tällöin päädytään seuraavaan vertailuun.

	Perä-Pohjolan	Pohjanmaan	Itä-Suomen	Länsi-Suomen
		piirikunta		
Kantohintatulo, mk/ha	727: —	1 595: —	2 947: —	4 356: —
Metsänhoito-, hallinto- ja leimauskustannukset, mk/ha ...	192: —	319: —	664: —	831: —
», % kantohintatulosta	26.4	20.0	22.5	19.1

Yksityismetsät

Yksityismetsien metsänhoitokustannuksista on saatavissa tietoja vain Keskusmetsäseurojen, metsänhoitolautakuntien ja metsänhoitoyhdistysten johdolla suoritettujen töiden osalta (Ks. Tapion vuosikirja). Samasta lähteestä on saatavissa myös maksettujen täysien metsänhoitomaksujen määrä. Sen sijaan ei ole olemassa tilastoa niistä metsänhoitotöistä ja niiden kustannuksista, joita yksityiset metsänomistajat ovat suorittaneet täysin omaaloitteisesti ilman metsänhoitolautakunnan tai yhdistyksen myötävaikutusta eikä myöskään tilan oman väen työpanoksen määrästä näissä töissä. Myöskään ei ole käytettävissä tietoja mm. velkojen koroista ja metsävakuutusmaksuista eikä myöskään todellisista kantohintatuloista. Siten ei yksityismetsien osalta ole mahdollista esittää yksityiskohtaisia laskelmia metsänhoito- ja hallintokustannusten suuruudesta eikä niiden osuudesta kantohintatuloista.

Jonkinlaisen suuntaa antavan käsityksen saamiseksi on kuitenkin taulukkoon 4 koottu Tapion vuosikirjoista kolmen metsänhoitolautakunnan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Kainuun alueiden yksityismetsien niitten metsänhoitokustannusten vv:n 1958—1960 keskimääräiset kokonaismäärät, jotka mainitusta tilastosta on saatavissa. Ko. metsänhoitolautakuntien alueet on valittu tarkastelun kohteiksi siitä syystä, että metsänparannustöiden kustannukset on ko. tilastosta saatavissa näihin alueisiin kohdistuvina. Metsäojituksille on laskettu 3 % korkoa ja 3 % kuoletusta sekä tiekustan-

Taulukko 4. Yksityismetsien metsänhoitokustannukset Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Kainuun metsänhoitokuntien alueilla keskimäärin vv. 1958—1960.

Kustannuslaji	Keski-Suomen mhl 711 000 ha		Pohjois-Savon mhl 647 000 ha		Kainuun mhl 470 000 ha	
	mk	mk/ha	mk	mk/ha	mk	mk/ha
I. Metsänhoitokustannukset		69		141		119
— ojitukset	3 539 000		4 024 000		5 073 000	
— tietyöt	2 404 000		1 886 000		1 724 000	
— muut	42 814 000		85 095 000		48 918 000	
II. Metsänhoitomaksut	35 633 000	50	33 667 000	52	10 000 000	21
III. Toimitusmaksut + apumiesten palkat	26 567 000	37	28 700 000	44	7 400 000	16
I + II + III yhteensä		156		237		156

nuksille 7 % korkoa ja 3 % kuoletusta (As. kok. 49/58, 12 §). Muut metsänhoitokustannukset on käsitelty vuotuiskustannuksina. Taulukkoon on merkitty myös mainittujen metsänhoitolautakuntien alueiden varsinaisten yksityismetsien pinta-ala laskettuna metsäntutkimuslaitoksesta saatujen tietojen perusteella.

Toimitusmaksut ja apumiesten palkat ovat olleet lähinnä leimauksista, avustamisesta metsäkauppojen teossa ja metsänhoitotöistä johtuneita. Yksityismetsistä leimatusta puumäärästä onkin nykyisin jo n. 70—80 % leimattu metsänhoitoyhdistysten tai metsänhoitolautakuntien toimesta, kun vastaava määrä oli kymmenkunta vuotta sitten arviolta 30 % (Tapion vuosikirja 1960, s. 37).

Metsänomistajan ja hänen perheenjäsentensä omatoimisesti suorittaman työn määrä on vaikeasti arvioitavissa. Jos otaksutaan, että jokainen metsänomistaja tekee vuosittain omatoimisesti keskimäärin 2—3 työpäivää omassa metsässään, nousee tämä kustannuserä 1 100 mk:n päiväpalkan mukaan laskien keskimäärin n. 60 mk:aan varsinaisten yksityismetsiemme kasvullisen metsämaan hehtaaria kohti. Mikäli tämä summa lisätään taulukossa 4 esitettyihin metsänhoito-, metsänhoitomaksu- sekä toimitusmaksuja apumiespalkkakustannuksiin, tullaan Keski-Suomen metsänhoitolautakunnan alueella 216 markkaan, Pohjois-Savossa 297 markkaan ja Kainuussa 216 markkaan kasvullisen metsämaan hehtaaria kohti.

Verokuutiometrin brutto- ja nettoarvojen erotukseksi saadaan jälleen 2. vyöhykkeen keskimääräisen sijainnin mukaan laskien Keski-Suomen mhl:n alueella 198 mk, Pohjois-Savon 157 mk ja Kainuun 159 mk eli kasvullisen metsämaan hehtaaria kohti vastaavasti 594, 471 ja 239 mk. Keskimääräisenä verokuutiolukuna on tällöin käytetty Keski-Suomen ja Pohjois-Savon mhl:n alueella 3.0 sekä Kainuun mhl:n alueella 1.5 m^3/ha. Vähentämällä s. 2 mainittu kotitarvepuun alhaisemman hinnan osuus mainituista erotuksista tullaan Keski-Suomen mhl:n alueella 356 markkaan, Pohjois-

Savon mhl:n alueella 283 markkaan ja Kainuun mhl:n alueella 143 markkaan kasvullisen metsämaan hehtaaria kohti. Todelliset metsänhoitokustannukset em. arvioitu omatoimisen työpanoksen arvo huomioon ottaen ylittää näin lasketun tason Kainuun mhl:n alueella 73 markalla ja Pohjois-Savon mhl:n alueella 14 markalla, mutta sen sijaan alittaa sen Keski-Suomen mhl:n alueella 140 markalla. Kun maatilametsälöiden metsäalat ovat maan etelä- ja länsiosissa kuitenkin huomattavasti pienempiä kuin itä- ja pohjois-Suomessa, ja metsänhoito on täällä myös tehokkaampaa, on omatoimisen työpanoksen suuruus etelä- ja länsi-Suomessa ilmeisesti arvioitua keskimäärää huomattavasti suurempi ja itä- sekä pohjois-Suomessa vastaavasti pienempi.

Yhteenveto

Sekä hankinta- että pystymyyntien ollessa kysymyksessä on nykyisin aivan yleistä, että yksityinen metsänomistaja jättää leimauksen metsänhoitoyhdistyksen tai metsänhoitolautakunnan suoritettavaksi. Harvemmin hän suorittaa itse leimauksen ja vain aniharvoin jää leimaus ostajan tehtäväksi. Valtio ja yhtiöt leimaavat metsänsä yleensä poikkeuksetta itse. Siten metsäkaupoissa ja hinnoittelun kohteina esiintyy meillä nykyisin pääasiassa vain valmiita leimikoita. Mikäli joissakin tapauksissa myynnin kohteena on leimaamaton puusto, otetaan leimauskustannus huomioon hinnasta sovittaessa, joten leimikon hinta määräytyy tällöinkin yleensä leimatun puun hintana.

Leimauksella pyritään sekä kehittämään kasvatettavaa puustoa (kasvatushakkuut) että osoittamaan hakkuussa talteen otettava puusto. Kun leimaus kuitenkin kohdistuu yleensä poistettavaan puustoon, se on lähinnä myyntikustannuksiin verrattavaa. Mikäli verokuutiometrin bruttoarvo on laskettu leimatun puun kantohintana, leimauskustannus on siten sisällytettävä niihin kustannuksiin, jotka on vähennettävä verokuutiometrin bruttoarvosta sen nettoarvoon pääsemiseksi. Vain siinä tapauksessa, että leimaus jo on sisällytetty hankintakustannuksiin ja kysymyksessä on siis jo bruttoarvona leimaamattoman puun kantoarvo, leimauskustannukset eivät enää sisälly brutto- ja nettoarvojen erotukseen.

Mikäli lähdetään siitä, että verokuutiometrin bruttoarvo vastaa leimatun puun kantohintaa, on todettava, että yhtiöiden metsien metsänhoito- ja hallinto- sekä leimaus- yms. puutavaran myyntiin ja luovutukseen liittyvät kustannukset ovat olleet vv. 1958—1960 n. 44 % ja valtion metsien osalta Länsi-Suomen piirikunnan alueella n. 31 %, Itä-Suomessa n. 47 %, Pohjanmaalla n. 33 % sekä Perä-Pohjolassa n. 52 % verokuutiometrin bruttoarvosta. Todellisesta kantohintatulosta ko. kustannukset ovat olleet mainittuna aikana Länsi-Suomen piirikunnassa 19.1 %, Itä-Suomessa 22.5 %, Pohjan-

maalla 20.0 % ja Perä-Pohjolassa 26.4 %. Siten näyttää todennäköiseltä, että käytetty 25 %:n vähennys ei kaikissa tapauksissa vastaa todellisia hoito- ja hallintokustannuksia. Tämä on ymmärrettävää, koska metsänhoito on 1930-luvulta lähtien, jolloin ko. 25 %:n vähennys on otettu käytäntöön, huomattavasti tehostunut ja sen kustannukset samalla lisääntyneet. Metsänhoitomaksu on säädetty samoin vasta 1950-luvun alussa. Mielenkiintoista on todeta, että maan eteläpuoliskon yhtiöiden metsien hoito- ja hallintokustannukset ovat markkamääräisesti olleet tarkasteltuna aikana jonkin verran suurempia kuin Itä-Suomen piirikunnan valtion metsien vastaavat kustannukset, mutta toisaalta selvästi pienempiä kuin Länsi-Suomen piirikunnan valtion metsien ko. kustannukset. Tämä kuvastaa varsin hyvin metsänhoidon intensiivisyyttä mainituissa metsissä.

Yksityismetsien osalta metsänhoito-, metsänhoitomaksu- sekä leimaus- ja apumiesten palkkakustannukset eivät niiltä osin, kuin ne johtuvat keskusmetsäseurojen, metsänhoitolautakuntien ja metsänhoitoyhdistysten johdolla suoritetuista töistä, vielä nykyisin yleensä nouse ainakaan maan keskiosissa näiden osuudeksi laskettuun 15 %:iin verokuutiometrin bruttoarvosta. Kun tiedot metsänomistajien omatoimisesti suorittamista metsänhoitotöistä kuitenkin puuttuvat ja nämä samoin kuin edellä mainitutkin työt ovat voimakkaasti lisääntymässä, on ilmeistä, että myös yksityismetsien osalta nykyiseen metsäverotusjärjestelmään siirtymisen yhteydessä omaksuttu 25 % vähennyserä voi ennen pitkää osoittautua liian niukaksi. Metsien tuoton kohottamiseksi välttämättömien töiden lisäämiseksi olisikin mitä toivottavinta, että verottaja voisi vähentää näistä töistä johtuvat kustannukset veroperusteita määrätessään mahdollisimman oikeudenmukaisella tavalla. Tällöin on huomattava, että prosenttinen vähennys ei alhaisten kantohintojen alueilla ota metsänhoito- ja hallintokustannuksia huomioon samassa määrin kuin korkeiden kantohintojen alueilla.

Sen jälkeen kun tämä kirjoitus jo oli ladottu, on professori V. Keltikangas eräässä verotuskysymyksiä koskeneessa lausunnossaan päätynyt käsittelemään metsäautoteiden rakentamis- ja kunnossapitokustannuksia lähinnä puutavaran hankintakustannuksina. Näin siitä syystä, koska metsäautotiet ensi sijassa palvelevat puutavaran hankintaa ja niiden hyötylaskelmat perustetaan lähinnä puutavaran hankintakustannuksissa saavutettavaan säästöön.

Lähdeluettelo — References

Ilvessalo, Mikko. 1959. Suomen maan- ja metsänomistussuhteet 1920—1950-luvuilla. Referat: Land- und Waldbesitzverhältnisse in Finnland in 1920—1950ern Jahren. — MTJ 51.

Ilvessalo, Yrjö. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. — MTJ 30.

—»— 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three national forest inventories. — MTJ 47.

Linnamies, Olavi. 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.

—»— 1961. Valtion metsien hakkuusuunnite ja sen toteutumisen edellytykset. Summary: The allowable cut in the State forests of Finland and the conditions for its realization. — AFF 74.

Maatalouden verokomitean mietintö. Komiteanmietintö N:o 3 — 1961.

Maatalousväestön taloudellista asemaa selvittävän komitean mietintö II. Summary: Proceedings of the Committee on Economic Status of the Finnish Agricultural Population. 1957. — Silva fennica 91. Helsinki.

Metsätilasto. Kertomus metsähallinnon toiminnasta v. 1958 ja 1959. Forests Statistics. Report of the activity of the State Board of Forestry in 1958 and 1959. Suomen Virallinen tilasto XVII: 47—48. Official Statistics of Finland XVII: 47—48. Helsinki 1960—1961.

Metsäparannusasetus 31. 1. 1958 (49/58). Suomen Asetuskokoelma.

Selin, Lauri. 1957. Raakapuun kantohintataso maassamme vuosina 1934—55. Summary: Stumpage price level in Finland in 1934—55. — MTJ 48.

Tapion vuosikirja 1958, 1959 ja 1960. Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki 1959—1961.

Tulo- ja omaisuusverolaki 19. 9. 1943 (888/43). Suomen Asetuskokoelma.

Valtioneuvoston päätös verokuutiometrin rakenteesta eri osissa maata 15. 10. 1959 (390/59). Suomen Asetuskokoelma.

Lyhennyksiä — Abbreviations

AFF = Acta forestalia fennica. Helsinki.
MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja, Communicationes instituti forestalis Fenniae. Helsinki.

Silvicultural and administrative costs in forest taxation

Summary

The forest taxation in Finland is based on land area, site quality and mean yield. To arrive at the taxable net value of forest income, called net tax cubic meter, the costs of silviculture, administration and sale and an amount because of the lower price of timber used in household in farm forestry are deducted from the gross stumpage value of the yield cubic meter or gross tax cubic meter (see Government Resolution No. 390/October 15, 1959 and Selin 1957). The mean deduction is 25 percent of the gross tax cubic meter.

The author examines how the mean deduction calculated in this way corresponds to the actual deductible costs, separately in forests owned by industrial companies, by the State and privately. The statistics on the company-owned forests cover 84.5 percent of the forests of this category in the southern half of Finland; for the State-owned forests the figures include all the forests administered by the State Board of Forestry and are analysed by regions. In the case of the privately-owned forests the analysis is limited to the forests of three district forestry boards: Central Finland, Northern Savo and Kainuu.

For company-owned forests the actual costs and the difference between the gross and net tax cubic meter, calculated on basis of the 2nd taxation zone, are as follows (per hectare of productive forest land):

Silvicultural costs		
— annual	514	Fmk/ha
— of capital nature	8	»
Administrative costs	164	»
Marking costs	71	»
Total	757	Fmk/ha
Difference between the gross and net tax cubic meter	426	»

For the State-owned forests the corresponding figures by regions are:

	State forest region			
	North Finland	Ostro-bothnia	East Finland	West Finland
	Fmk/ha			
Silvicultural costs	98	177	423	449
Administrative costs	68	114	204	352
Costs of marking, supervision of logging and delivery	33	40	62	61
Total	199	331	689	862
Difference between the gross and net tax cubic meter	77	252	370	708

The comparision for the private forests is as follows:

	District forestry board		
	Central Finland	Northern Savo	Kainuu
	Fmk/ha		
Silvicultural costs	69	141	119
Silvicultural payment for keeping up forestry associations	50	52	21
Fees and wages of field crews	37	44	16
Estimated value of owner's own work	60	60	60
Total	216	297	216
Difference between the gross and net tax cubic meter minus the deduction because of the lower price of timber used in own household	356	283	143

Assuming that the gross tax cubic meter corresponds to the stumpage price of timber marked for felling, it turns out that the costs of silviculture, administration, marking and other measures concerning the sale and delivery of timber, have been in 1958—1960 c. 44 percent for company-owned forests, c. 31 for State-owned forests in the region of West Finland, c. 47 in East Finland, c. 33 in Ostrobothnia and c. 52 in North Finland from the gross tax cubic meter. From the real stumpage price these costs have been during the overmentioned time in West Finland 19.1 %, in East Finland 22.5 %, in Ostrobothnia 20.0 % and in North Finland 26.4 %. It seems to be likely that the 25 % deduction does not in all cases correspond with the real silvicultural and administrative costs. The condition described above is understandable as silviculture has been intensified considerably and hence its costs have risen since the 1930s when the 25 percent deduction was adopted. In addition, the silvicultural payment for keeping up the forestry association was not imposed until in the beginning of the 1950s.

For privately-owned forests the costs of silviculture, marking and hiring field crews and the silvicultural payment — in so far as they are incurred through work done under the direction of central forestry associations, district forestry boards and forestry associations and at least in the central parts of the country — do not yet amount in general to the estimated amount of the gross tax cubic meter. However, as data are lacking concerning silvicultural work done by forest owners on their own initiative, and since both this and other works are increasing considerably, the deduction of 25 percent applied to private forests since the change-over to the present forest taxation system will obviously be too small before long. To accelerate the necessary measures to increase the productivity of the forests it would be very desirable that the taxation could accept the deduction of these costs to make taxation as just as possible. It should be noted that in areas of low stumpage prices the percentual deduction is not in the same amount as the costs of silviculture and administration in areas of higher stumpage prices.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.29
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.29
Helsinki 1962

METHODOLOGICAL STUDIES ON THE COLONY COUNTS OF SOIL MICROBES

KIMMO PAARLAHTI and PAULI HANIOJA

Introduction

It is well known that there has not yet been devised any method for determining the actual numbers of living microbes in the soil. With microscopic methods (C o n n 1928, J o n e s and M o l l i s o n 1948) the estimates are extremely high, obviously due to the presence of dead cells. The diluting plate method, on the other hand, is claimed to reveal only 1 to 10 per cent of the soil bacteria. This method, however, seems to be the most practical one for general purposes. The main reason for the low counts is believed to be the inadequacy of artificial conditions to fulfill the growth requirements of various strains of soil microbes. Another reason is the occurrence of bacteria as colonies which may not disintegrate in shaking. Also the adherence of microbes to organic debris and soil particles contributes to the matter.

With the actinomycetes and fungi, the structural features give rise to an additional handicap. The spores easily loosen in shaking, while the hyphae tend to remain unfragmented (S k i n n e r 1951). Thus the heavily-sporing species are dominant on the dilution plates (G a r r e t t 1951, W a r c u p 1957). The properties of the soil also influence the results obtained with the dilution method. The differences in the properties such as texture of various soil types (mineral and humus soils, mull and mor, etc.) are so great that they must bring about notable differences in the homogenization degree with similar shaking.

The authors have studied mainly mor and peat, the humus types which constitute the major part of the organic layer in Finnish soils, and have paid attention to the striking difference in the ease of homogenization of these humus types compared to mull, except in case of the most humified peat. In the former types, much debris tends to remain uncrushed even

5595—62

with the heaviest shaking, thus offering the microbes spaces to be enclosed in and surfaces to adhere to. This led us to seek means to bring about a better homogenization, and resulted in the use of a mechanical mixer.

The viability of bacterial cells in the radical changes of osmotic pressure taking place during the dilution procedure, with distilled water as diluent, has been considered in food microbiology. S t r a k a and S t o k e s (1957) recommended 0.01 to 0.1 % solutions of peptone to prevent destruction of cells, whereas G y l l e n b e r g and E k l u n d (1958) found a 0.1 % solution of skim-milk powder suitable as diluent in counting bacteria from milk. The latter authors noticed destruction of cells in dilutions 1: 1000 or more with other diluents. As the question of suitable diluents is an important one with any material to be studied, we included also experiments with soil extract and peptone solution in our work.

The counts of microbes are, of course, affected by the sampling method and by the details of the treatment of the samples in the laboratory. As below-freezing winter conditions prevail in our country longer than one fourth of the year, the authors are interested in matters connected with handling of wintertime samples.

The experiments presented in this paper were conducted during 1958 and 1959 in connection with the soil microbiological research carried out in the Forest Research Institute.

The authors wish to express their thanks to Professors Risto S a r v a s and Helge G y l l e n b e r g for criticism of the manuscript, as well as to Mr. Pentti K a n e r v a for assistance in preparing this paper.

Experimental

M a t e r i a l a n d m e t h o d s

The soil samples of the experiments represent the humus layer of different forest and peat soils, except for one taken from a cultivated field. The sampling sites are described in Table 1.

From each site three samples of about 0.5 dm^3 were taken, combined, and thoroughly mixed. Of the mixed sample, one part was homogenized by shaking and the other with a mechanical mixer. The part to be shaken was screened through a 4 mm sieve, and a 10 g portion was mixed with 90 ml of sterilized tap water and vigorously shaken for 3 min. in a 300 ml Erlenmeyer flask fitted with a rubber stopper.

The mixer used consisted of a motor base (ATO-MIX, MSE Ltd, London) and 0.5 l stainless steel cups with cutting propellers. 40 g of the sample and 360 ml of diluent were mixed for 1 min., except when another time is given.

Table 1. Description of sampling sites.

Sample [1] No.	Sampling site	Type of humus	pH
I *a*	*Pinus silvestris*-stand, *Vaccinium* type [2]	Mor	3.9
I	—»—	»	4.3
II *a*	*Picea Abies*-stand, *Oxalis-Myrtillus* type [2]	»	3.7
II	—»—	»	4.2
III *a*	*Betula verrucosa*-stand, *Oxalis-Myrtillus* type [2]	Mull	5.0
III	—»—	»	5.5
IV *a*	*Picea Abies*-stand, *Oxalis-Majanthemum* type [2]	»	4.0
V	*Picea Abies*-stand on peat soil	Well-decomposed peat	4.4
VI	*Pinus silvestris*-stand on peat soil	Poorly decomposed peat	3.5
VII	Potato field	Sandy mull	5.8

Table 2. Number of microbial colonies from different samples, homogenized by shaking (S) and by mixing (M).

Sample No.	Treatment	Dilution	Mean number (with amplitude) of colonies per plate	
			Bacteria	Fungi
I *a*	S	1: 100 000	7.6 (5— 12)	4.6 (4—7)
»	M	»	40.4 (24— 52)	19.8 (15—25)
I	S	»	64.0 (56— 70)	12.8 (8—15)
»	M	»	127.4 (110—148)	16.0 (14—18)
II *a*	S	»	38.4 (32— 44)	3.8 (2— 7)
»	M	»	73.4 (68— 80)	7.0 (6— 8)
II	S	»	136.0 (116—150)	8.8 (8—10)
»	M	»	392.4 (312—458)	14.2 (9—19)
III *a*	S	»	101.0 (89—114)	2.8 (2— 5)
»	M	»	98.6 (86—109)	8.8 (7—12)
III	S	1: 500 000	48.2 (41— 54)	0.6 (0—2)
»	M	»	184.2 (175—200)	5.4 (3—7)
IV *a*	S	1: 100 000	82.6 (68—105)	4.0 (2—8)
»	M	»	223.4 (196—244)	6.6 (4—8)
V	S	1: 500 000	25.0 (21— 32)	1.0 (0—2)
»	M	»	82.0 (64— 98)	0.4 (0—2)
VII	S	»	86.6 (76—100)	1.0 (0—3)
»	M	»	454.0 (360—560)	2.2 (0—4)

[1]) The samples marked *a* were taken July 22, 1959, Sample VI February 28, 1958, the others October 16, 1959.

[2]) cf. C a j a n d e r (1926).

Sterilized tap water was used as diluent, unless specified otherwise in the text. The serial dilutions were made in the ordinary way.

Soil extract agar (L o c h h e a d and T h e x t o n 1952) was used for plating, with five replicates of each dilution. The results of counts are given as the mean and amplitude.

R e s u l t s

The results of experiments carried out for comparison of shaking and use of the mixer as means for homogenizing soil samples are given in Table 2.

From Table 2 it can be seen that the numbers of bacterial colonies obtained with the use of the mixer are in general 2 to 5 times those obtained with shaking. The only exception is the sample III *a*, which represents a soil type differing from the other ones.

The same principle holds true in the counts of fungal colonies, though their numbers in most cases are rather small. The same applied to the actinomycetes, but since they were present in still smaller numbers their counts are not presented.

To find the shortest effective homogenization time, an experiment with ½, 1, and 2 min. mixing was carried out. Sample I was chosen for this experiment as being representative of the toughest humus of the samples. Thus it was concluded that the shortest effective time for this sample would be sufficient for the other ones as well. The results are presented in Table 3.

The results seem to prove 1 min. to be the most suitable mixing time for bacteria, whereas the counts of fungal colonies show an increase with prolonged mixing. The numbers of the latter are, however, too low to confirm the matter. At any rate it is most probable that prolongation of mixing affects the severing of the hyphae, thus causing an increase in the numbers of colonies on the plates. These points would deserve attention and more data, particularly as to comparison of humus soils with different textures.

As high dilution degrees (up to 1: 1 000 000) are necessary for bacterial counts with the use of the mixer, destruction of cells during the procedure

Table 3. Counts of bacterial and fungal colonies from Sample I with dilution 1: 500 000, obtained with different mixing times.

	Mixing time		
	½ min.	1 min.	2 min.
Bacteria	21.0 (18—26)	33.8 (26—48)	26.2 (22—30)
Fungi	2.6 (0— 4)	4.6 (3— 6)	6.6 (4—10)

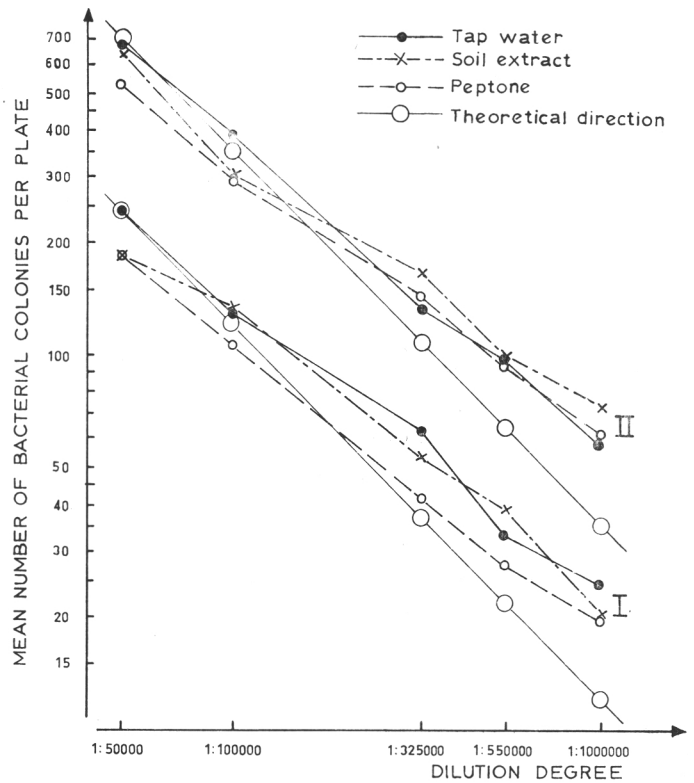


Fig. 1. The influence of different diluents on the numbers of bacterial colonies from Samples I and II.

would seem likely. This is to be expected particularly if many samples are being handled, when there may occur a delay in pouring the plates so that the dilutions have to stand for some time. To study the effect of different diluents in this connection, experiments with Samples I and II were carried out using tap water, 5 % soil extract, and 0.05 % peptone (Difco) solution for dilutions. With the last solution the concentration of peptone per plate is only about 0.005 %; hence the nutritive effect of peptone added to soil extract agar was regarded as being too slight to influence the counts of bacteria. The results of these experiments are seen in Fig. 1 and Table 4. In the experiment concerning the effect of delay in pouring the plates, an interval of 4 hours was chosen for clarity of results, although a time of ½ to 1 hour is more probable in practice.

It is evident that no notable systematical differences occur with the diluents used or at any dilution degree. The trends of different curves follow the same line with rather similar deviations from the theoretical di-

Table 4. Effect of delay in pouring on the counts of bacteria from Sample I with different diluents, in two dilutions.

Diluent	Pouring	Mean number (with amplitude) of bacterial colonies per plate	
		1: 500 000	1: 1 000 000
Tap water	Immediately	33.8 (26—48)	24.8 (22—31)
»	After 4 hr.	22.8 (20—26)	15.0 (11—20)
Soil extract	Immediately	39.6 (35—47)	20.4 (15—26)
»	After 4 hr.	41.8 (35—48)	26.0 (22—32)
Peptone	Immediately	27.8 (25—32)	20.0 (14—25)
»	After 4 hr.	32.2 (25—37)	19.2 (11—27)

rection of the serial dilution. Thus the use of any of these diluents seems to be arbitrary, tap water being the most practical one with the mixer, if pouring can be done without delay.

A delay of 4 hours before pouring does not seem to have affected significantly the counts of bacterial colonies with soil extract and peptone solution. With tap water there is some difference which, however, was smaller than expected, possibly owing to the fact that with the use of the mixer the soil becomes thoroughly suspended; hence the changes in osmotic pressure, in the course of the serial dilution, may be slighter than the changes occurring with shaking.

Under North-European winter conditions one encounters the handling of samples from frozen soil with the accompanying risk of melting during transportation. This radical change would be likely to affect the numbers of microbes. To ascertain this matter, as well as the influence of temperature of the diluent, Sample VI was taken in wintertime from frozen soil. Platings were made both with shaking and with mixing, using tap water in temperatures +3°C. and +20°C. as diluent, from samples kept frozen. A third plating was made by mixing from a portion which was allowed to stand 20 hours at room temperature before plating. The results are given in Table 5.

Table 5. Effect of temperature of diluent, and influence of melting on the counts of bacteria from a sample taken from frozen soil. Dilution 1: 50 000.

Treatment	Pouring	Temperature of diluent, °C	Bacteria	Fungi
Shaking	Immediately	+ 3	14.8 (12—18)	16.0 (14—19)
»	»	+20	18.2 (16—20)	15.0 (13—17)
Mixing	Immediately	+ 3	54.2 (40—67)	27.0 (26—28)
»	»	+20	57.8 (44—66)	24.4 (16—28)
»	After 20 hr.	+20	69.0 (66—74)	16.2 (12—20)

It seems likely that temperature, within the limits of the experiment, has no notable influence on the counts of colonies, provided the pouring is done immediately. Permitting the sample to melt for 20 hours seems, on the other hand, to have increased the numbers of bacteria, while the numbers of fungal colonies are intermingled, showing no clear tendency. Thus, care to prevent melting of frozen samples before treatment in the laboratory seems to be advisable.

Discussion

A l e x a n d e r (1961, p. 23), referring to the great differences in bacterial numbers estimated with microscopic *vs.* cultural methods, remarks: »It is indeed surprising that 90 to 99 per cent of the soil bacteria have a nutritional pattern appreciably more complex than that known for other organisms, especially in view of modern knowledge of bacterial nutrition.»

While the difference in estimates seems to arise partly from exaggerated values with the former methods, we hope our results reveal a defect in the latter ones, *viz.* inadequacy of shaking as a means for homogenizing the soil at the beginning of dilution. With a mixer the counts may be many times those obtained with shaking. The mixer probably works better in 1) crushing organic debris and loosening the microbes attached to it and to soil particles, 2) fragmenting the hyphae of actinomycetes and fungi, and 3) disintegrating the bacterial colonies. In the case of actinomycetes and fungi, it would be of interest to study with this method the occurrence of the organisms in conidial *vs.* hyphal stage. The mixer could at least replace sand in experiments like those carried out by S k i n n e r (1951).

The results obtained with the mixer may as well be of such a nature as to alter the opinion that only such low percentages as 1 to 10 per cent of soil bacteria would grow, for example, on soil extract agar. Considerably greater proportions of the whole population would seem more comprehensible.

References

Alexander, M. 1961. Introduction to Soil Microbiology. John Wiley & Sons, Inc., New York and London.

Cajander, A. K. 1926. The theory of forest types. Acta Forest. Fenn. 29.3.

Conn, H. J. 1928. A bacteriological study of a soil type by new methods. Soil Sci., 25: 263—72.

Garrett, S. D. 1951. Ecological groups of soil fungi: a survey of substrate relationships. New Phytol., 50: 149—66.

Gyllenberg, H. G., and Eklund, E. 1959. Selection of suitable diluents to avoid destruction of bacteria during the dilution of milk samples for plating. Proc. XV Internat. Dairy Congr., 3: 1331—33.

Jones, P. C. T., and Mollison, J. E. 1948. A technique for the quantitative estimation of soil micro-organisms. J. Gen. Microbiol., 2: 54—69.

Lochhead, A. G., and Thexton, R. H. 1952. Qualitative studies of soil micro-organisms. J. Bact., 63: 219—26.

Skinner, F. A. 1951. A method for distinguishing between viable spores and mycelial fragments of actinomycetes in soils. J. Gen. Microbiol., 5: 159—66.

Straka, R. P., and Stokes, J. L. 1957. Rapid destruction of bacteria in commonly used diluents and its elimination. Appl. Microbiol., 5: 21.

Warcup, J. H. 1957. Studies on the occurrence and activity of fungi in a wheatfield soil. Trans. Brit. Mycol. Soc., 40: 237—62.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.30
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.30
Helsinki 1962

METSÄTÖIDEN PALKKATILASTOT vv. 1957—1962

ESKO HELLÉN

Wage Statistics of Forest Work

Summary

Metsätöiden ansiotilastojen keräysmenetelmät

Metsätöiden ansiotilaston keräystyön kehitys vuoteen 1957 on aiemmin selostettu (Hellén et al. 1958). V. 1957 jälkeen on tilastointityö suoritettu sosiaaliministeriössä seuraavien pääperiaatteiden mukaan:

Kustakin maan 20 metsänhoitolautakunnasta arvotaan etukäteen vahvistettu määrä kuntia, minkä jälkeen sosiaaliministeriön 18 kentällä toimivaa virkamiestä laatii mahdollisimman täydelliset luettelot niiden alueella käynnissä olevista hakkuu- ja ajotyömaista. Luetteloiden perusteella poimitaan kustakin kunnasta niinikään etukäteen vahvistettu määrä työmaita. Kuntien ja työmaiden arvonta suoritetaan sosiaaliministeriön metsäpalkkatoimistossa. Poimittavia kuntia on eri metsänhoitolautakunnissa 3—5 ja koko maassa 81—90, työmaita vastaavasti eri kunnissa 3—8 ja koko maassa 355—410. Työmaiden poiminta suoritetaan siis kaksiasteista otantaa noudattaen.

Työmaiden luetteloinnissa eritellään valtion laitosten, Puunjalostusteollisuuden Työnantajaliiton sekä muiden yrittäjien työmaat. Jokaisesta tilastokunnasta poimitaan näihin kolmeen ryhmään kuuluvia työmaita työmaaluettelon mukaisessa suhteessa.

Sosiaaliministeriön edellä mainittu kenttähenkilöstö jakaa lomakkeet otokseen tulleiden työmaiden johdolle ja kerää ne palkanmaksukauden päätyttyä, samalla mahdollisuuksien mukaan tarkistaen tulokset täyttäjän kanssa.

Arvottujen työmaiden kaikki täysikuntoiset 18—64-vuotiaat miespuoliset työntekijät otetaan huomioon. Ansioihin sisällytetään työn vaikeuden tai hankaluuden takia suoritetut lisät ja korotukset, mutta ei lomakorvausta.

5720—62

Luettelo

sosiaaliministeriön metsäpalkkatilastoista

List of the statistics prepared by Ministry of Social Affairs

Tilasto n:o	Tilaston päälajit	Tilastosarjat			Painotusjärjestelmä			Huomautuksia
		Koko maa	Kolmea pääaluetta kohti	Työnantajaryhmittäin	Otoksen työmiesmäärillä	Painottamatta	Kiinteillä puutavaramäärillä	
1	Kaarisahamiesten urakkapäiväansiot	×			×			Kaikissa tilastosarjoissa työmaan ja metsänhoitolautakunnan keskipalkat ja keskiansiot painotettu otokseen kuuluvien työmaiden työmiesmäärillä
2	—»—	×				×		
3	—»—	×					×	
4	—»—		×		×			
5	—»—		×			×		
6	—»—			×	×			
7	—»—			×		×		
8	Moottorisahamiesten urakkapäiväansiot ..	×			×			
9	—»—	×				×		
10	—»—	×					×	
11	—»—		×		×			
12	—»—		×			×		
13	—»—			×	×			
14	—»—			×		×		
15	Hevosmiesten urakkapäiväansiot	×			×			
16	—»—	×				×		
17	—»—	×					×	
18	—»—		×		×			
19	—»—		×			×		
20	—»—			×	×			
21	—»—			×		×		
22	Traktorimiesten urakkapäiväansiot	×				×		
23	Päiväpalkkamiesten päiväpalkat	×			×			
24	—»—	×				×		
25	—»—		×		×			
26	—»—		×			×		
27	Uittomiesten tuntipalkat	×			×			
28	—»—	×				×		
29	—»—		×		×			
30	—»—		×			×		
31	Uittomiesten urakkatuntiansiot	×			×			
32	—»—	×				×		
33	—»—		×		×			
34	—»—		×			×		
35	Metsänhoitomiesten päiväpalkat	×			×			
36	—»—	×				×		
37	—»—		×		×			
38	—»—		×			×		
39	—»—			×	×			
40	—»—			×		×		
41	Metsänhoitomiesten urakkapäiväansiot ..	×			×			
42	—»—	×				×		
43	—»—		×		×			
44	—»—		×			×		
45	—»—			×	×			
46	—»—			×		×		
47	Rasiinkaatomiesten urakkapäiväansiot ..	×			×			
48	—»—	×				×		
49	—»—		×		×			
50	—»—		×			×		

Taulukko 1. Puutavaran valmistuksessa urakalla työskentelevien miesten keskipäiväansiot kaarisahaa käyttäen vv. 1956—1961

Table no 1. The average earnings of forest workers in timber cutting in piece work with bucksaws in 1956—1961

(Painotettu työmaata ja metsänhoitolautakuntaa kohti työntekijämäärillä ja koko maata kohti painottomana — *Weighed per working places and forestry boards with the number of workers and unweighed per the whole country*)

Vuosi *Year*	Miehiä *Men*	Keskipäiväansio mk/pv *The average daily earning mk/a day*	Keskinormi mk/pv *The average norm mk/a day*	Päiväansio % normista *The ratio of the earning to the average norm %*	Ansioindeksi *Earning index* »1956 = 100»	Normiindeksi *Norm index* »1956 = 100»
1956	46 784	1 258: 00	1 175: 00	107.0	**100**	**100**
1957	49 739	1 291: 00	1 206: 00	107.0	103	103
1958	8 797	1 321: 00	1 226: 00	108.0	105	104
1959	9 453	1 338: 00	1 274: 00	105.0	106	108
1960	6 986	1 380: 00	1 306: 00	106.0	110	111
1961	4 821	1 493: 00	1 378: 00	108.0	119	117

Aineiston pienuuden johdosta tulosten maantieteellinen erittely on rajoitettu kolmeen pääalueeseen. Pääalueet ovat Etelä- ja Keski-Suomi (metsänhoitolautakunnat 1—XV ja XX), Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa (metsänhoitolautakunnat XVI ja XVII) sekä Lappi ja Kuusamo (metsänhoitolautakunnat XVIII ja XIX).

Hakkuumiesten ansiotilastot lasketaan kaari- ja moottorisahalla työskenteleville erikseen.

Otoksen työntekijöiden keskimääräisistä päiväansioista lasketaan metsänhoitolautakunnittain otoksen työntekijämäärillä painotettu keskiarvo. Jokaisella työntekijällä on siis sama paino työpanoksesta riippumatta. *Metsänhoitolautakuntien lukuja yhdistettäessä on käytetty painoina Helsingin yliopiston yksityismetsätalouden laitoksen antamia tietoja myydyn kuoritun puutavaran määristä hakkuuvuotena* 1955—56. Otoksen työntekijämäärillä painotettuja sekä painottamattomia koko maan keskiansioita on myös laskettu.

Työaika mitataan puolen päivän tarkkuudella.

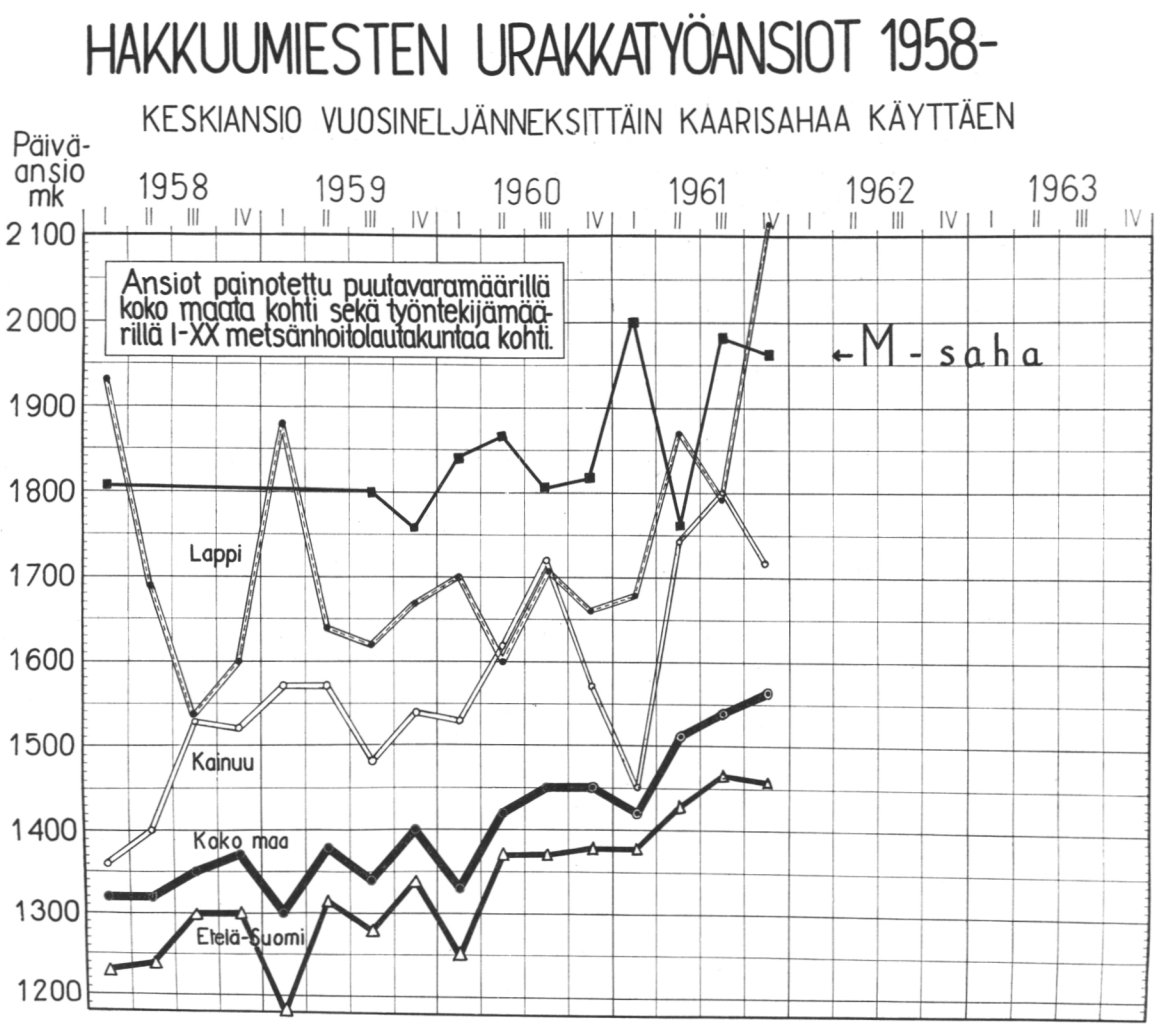
Tilastoitavat työlajit ovat vaihdelleet, mutta jakaantuvat ne nykyään kuukausittain seuraavasti:

Tammikuu	Sahatukkien ja pinotavaran hakkuutyöt kaarisahalla
ja	Sahatukkien ja pinotavaran hakkuutyöt moottorisahalla
helmikuu	Sahatukkien ja pinotavaran ajotyöt hevosella
	Sahatukkien ja pinotavaran ajotyöt traktorilla
Maaliskuu	Sahatukkien ja pinotavaran hakkuu- ja ajotöiden mittaus-, varasto- ja tietöiden päiväpalkalla suoritettavat työt
Huhtikuu	Sahatukkien ja pinotavaran kuorintatyöt kuorintaveitsellä

Taulukko 2. Koivuhalon valmistuspalkka mk/pm³, Etelä-Suomessa.
Table no 2. The wages in cutting birch firewood mk/cubic meter in Southern Fintand.

Vuosi *Year*	Palkkanormi mk/pv *Wage norm mk/a day*	Palkkanormi-indeksi *Wage norm index* 1935 100	1938 100	1951 100	1956 100	Yksikköpalkka II/2 *Unit wage II/2*	Yksikköpalkkaindeksi *Unit wage index* 1935 100	1938 100	1951 100	1956 100	Huomautuksia * *Remarks* *
10. 5. 1935	28	**100**	—	—	—	8	**100**	—	—	—	Erisuuruisine ylimittoineen. *With various over measure*
1. 10. 1936	30	107	—	—	—	8	100	—	—	—	
1. 8. 1937	37	132	—	—	—	11	138	—	—	—	
1938	37	132	**100**	—	—	11	138	**100**	—	—	
15. 8. 1939	37	132	100	—	—	11	138	100	—	—	
10. 5. 1940	42	150	114	—	—	13	163	118	—	—	
1. 9. 1940	46	164	124	—	—	15	188	136	—	—	
1. 4. 1941	52	186	141	—	—	17	213	155	—	—	
24. 11. 1941	58	207	157	—	—	19	238	173	—	—	
30. 10. 1942	90	321	243	—	—	26	325	236	—	—	
1. 9. 1943	94	336	254	—	—	27	338	245	—	—	Valtioneuvoston päätös 7. 7. 1943. *The State Decision of the 7th of July 1943.*
16. 10. 1943	100	357	270	—	—	28	350	255	—	—	
18. 11. 1943	104	371	281	—	—	30	375	273	—	—	Palkkaperusteet 1. 1. 1944. *The grounds of the wages on the 1st of January in 1944.*
1. 12. 1944	105	375	284	—	—	31	388	282	—	—	
20. 2. 1945	131	468	354	—	—	36	450	327	—	—	Tästä lähtien palkka ilman ylimittaa. *Hereafter the wage without any over measure.*
4. 5. 1945	183	654	495	—	—	50	625	455	—	—	
1. 7. 1945	275	982	743	—	—	75	938	682	—	—	
9. 6. 1947	340	1 214	919	—	—	93	1 163	845	—	—	
20. 10. 1947	420	1 500	1 135	—	—	115	1 438	1 045	—	—	
1. 1. 1948	443	1 582	1 197	—	—	122	1 525	1 109	—	—	
1. 4. 1948	466	1 664	1 259	—	—	128	1 600	1 164	—	—	
25. 5. 1949	466	1 664	1 259	—	—	128	1 600	1 164	—	—	Ainoastaan päivänormeja korotettiin. *Only daily norms were raised.*
1. 2. 1950	500	1 786	1 351	—	—	138	1 725	1 255	—	—	
8. 6. 1950	580	2 071	1 568	—	—	160	2 000	1 455	—	—	
1. 8. 1950	610	2 179	1 649	—	—	168	2 100	1 527	—	—	
21. 12. 1950	685	2 446	1 851	—	—	188	2 350	1 709	—	—	
25. 1. 1951	755	2 696	2 041	**100**	—	208	2 600	1 891	**100**	—	
5. 3. 1951	800	2 857	2 162	106	—	223	2 788	2 027	107	—	
1. 4. 1954	800	2 857	2 162	106	—	267	3 338	2 427	128	—	Työsaavutus alennettiin ½ pm³:llä. *The work result was decreased with half a cubic meter.*
1. 9. 1954	850	3 036	2 297	113	—	284	3 550	2 582	137	—	
7. 3. 1955	1 020	3 643	2 757	135	—	341	4 263	3 100	164	—	
1. 4. 1956	1 112	3 971	3 005	147	**100**	372	4 650	3 382	179	**100**	
15. 9. 1957	1 140	4 071	3 081	151	103	381	4 763	3 464	183	102	
1. 1. 1959	1 230	4 393	3 324	163	111	411	5 138	3 736	198	110	
22. 2. 1960	1 280	4 571	3 459	170	115	428	5 350	3 891	206	115	
1. 1. 1961	1 340	4 786	3 622	177	121	448	5 600	4 073	215	120	
1. 1. 1962	1 390	4 964	3 757	184	125	465	5 813	4 227	224	125	

*) Ennen vuotta 1946 toiset työnantajat vaativat erisuuria ylimittoja, toiset eivät.
*) *Before the year 1946 some employers demanded over measure of different sizes, someone did not.*



Hakkuumiesten urakkatyöansiot 1958- — *The earnings through piece work of timber cutters since 1958.*

Keskiansio vuosineljänneksittäin kaarisahaa käyttäen — *The average earning per quarter-year (buck saw).*

Päiväansio — *Daily earnings.*

Ansiot painotettu puutavaramäärillä koko maata kohti sekä työntekijämäärillä I—XX metsänhoitolautakuntaa kohti — *The earnings are weighted for the whole country with the amount of sold timber and for the forestry boards with the amount of workers.*

M-saha — *Motor saw.*

Lappi — *Northern Finland.*

Kainuu — *Northern Bothnia.*

Koko maa — *The whole country.*

Etelä-Suomi — *Southern Finland.*

Toukokuu	Tuntipalkalla suoritettavat uittotyöt
Kesäkuu	Pinotavaran hakkuutyöt kaarisahalla
	Pinotavaran hakkuutyöt moottorisahalla
Heinäkuu	Urakkapalkalla suoritettavat uitto- ja erottelutyöt
Elokuu	Aikapalkalla suoritettavat metsänhoitotyöt
	Urakkapalkalla suoritettavat metsänhoitotyöt
	Vaneerikoivujen rasiinkaato moottorisahalla
Syyskuu—	Pinotavaran hakkuutyöt kaarisahalla
marraskuu	Pinotavaran hakkuutyöt moottorisahalla
Joulukuu	Ehdotuksen laatiminen seuraavan vuoden tilastokeräykseen mahdollisesti työlajiin ym. tehtävistä uudistuksista.

Tarkastettuaan ja verrattuaan saapuneita *ansioluetteloita* keskenään lähettää piiritarkastaja ne sosiaaliministeriön metsäpalkkatoimistoon, missä ne tarkastetaan.

Tämän jälkeen ansioluettelot jaetaan metsänhoitolautakunnittain ja kunkin lautakunnan ansioluettelot ryhmitetään *työlajin*, käytetyn työvälineen ja työmenetelmän mukaan. Ryhmitysten jälkeen lasketaan työntekijämäärillä ja kiinteillä puutavaramäärillä painotetut sekä painottamattomat keskiarvot metsänhoitolautakunnittain. Edelleen lasketaan edellä sanotunlaiset keskiarvot pääalueittain ja koko valtakunnalle.

Eräät tilastosarjat laaditaan myös *työnantajaryhmittäin* siten, että voidaan verrata ansioiden kehitystä niin valtion, palkkasopimuksen allekirjoittaneiden puutavarayhtiöiden kuin muiden työnantajien kesken.

Tilastosarjoja on kaikkiaan 50 ja niiden painotusjärjestelmät selviävät oheisesta metsätöiden palkkatilastosarjojen luettelosta.

Tilastosarjoja tuntuu olevan paljon, mutta kun eri tarkoituksia varten tarvitaan eri tavoin kokoonpantuja ja painotettuja tilastoja, paisuu luettelo laajaksi.

Esimerkkinä mainittakoon, että ansiotaso- ja kansantulolaskelmia varten tarvitaan työntekijämäärillä painotettuja keskiarvoja, kun taas palkkatasotilasto vaatii kiintein painoin laskettuja tilastosarjoja.

Eräitä esimerkkejä vv. 1956—61 palkkatilastoista sekä graafinen esitys hakkuumiesten urakka-ansioista vv. 1958—61 esitetään oheisena.

Metsätöiden yksikköpalkat

Eri puutavara-alojen yksikköpalkat on kerätty eri lähteitä hyväksi käyttäen, mutta suurin osa tiedoista on saatu metsäpalkkatarkkailutoiminnassa käytetyistä yksikköpalkkataulukoista ja työmarkkinajärjestöjen vuodesta 1957 alkaen julkaisemista metsätöiden yksikköpalkkataulukoista.

Taulukossa 2 on esimerkki metsätöiden yksikköpalkkatilastosta, jossa seurataan palkkanormien ja koivuhalon hakkuupalkkojen kehitystä vuosina 1935—62.

Lähdekirjallisuutta

Heikinheimo, Lauri. 1955. Metsätalouden juokseva palkka- ja työllisyysotanta. Moniste.

Hellén, Esko. 1935. Metsä- ja uittotyöpalkkatarkkailu. Metsänhoitajien jatkokurssit. Metsähallitus.

—»— 1938. Metsä- ja uittotöiden palkkatarkkailu vv. 1935—38. Sosiaalinen Aikakauskirja n:o 8. English summary.

—»— 1943. Määräyksiä metsätöistä. Kulkulaitosministeriö.

—»— 1945. Määräyksiä metsätöistä. Kulkulaitosministeriö.

—»— 1951. Metsäpalkkatilastot Suomessa ja niiden vertailua. Sosiaalinen Aikakauskirja. English summary.

—»— 1954. Sosiaaliministeriön tilasto metsätyöntekijäin ansioista ja palkoista. Acta Forestalia Fennica 61. English summary.

Hellén, Esko — Havukkala, Martti — Blåfield, Gert — Sajama, Olavi. 1958. Metsä- ja uittopalkkatarkkailu vuosina 1932—57. Silva Fennica 96. English Summary.

Kahra, Eljas. 1936. Metsä- ja uittotöiden palkkatarkkailu. Sosiaalinen Aikakauskirja n:o 3. English summary.

Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön päätökset.

Metsäpalkkataulukot. (Sosiaaliministeriö ja työmarkkinajärjestöt.)

Sosiaaliministeriön päätökset.

Sosiaaliministeriön metsäpalkkatilasto.

Sosiaalinen Aikakauskirja. English Summary.

Suomen Asetuskokoelma.

Wage statistics of forest work

Summary

The methods of compilation for statistics on earnings in forest work up to 1957 has been reported by Helléen et. al. (1958). After 1957 work on statistics has been carried out in the Ministry of Social Affairs according to the following main principles:

In each Forestry Board district in the country — 20 in all — is selected at random a certain pre-assessed number of communes. Within these communes, eighteen (18) officials of the Ministry of Social Affairs, working in the field, make lists which are as complete as possible of the logging and hauling work sites in operation. These sample-units are stratified in three strata work sites operated by the State Institutions, by the Employers'Association of the Wood Working Industry and by other firms. From each strata a random sample is taken with uniform sampling fraction.

On each work site in the sample the average daily earning for each worker is measured.

Time of work is measured per half a day.

After examining and comparing with each other the received *lists of earnings*, the district inspector sends them to the Forest Wages Bureau in the Ministry of Social Affairs, where they will be examined from the standpoint of both figures and facts.

The average earnings for the whole country have been calculated both weighted with the number of workers and the quantity timber cut as well as unweighted.

Average earnings weighted with the number of workers are needed for the calculation of national income, while the statistics on the wage level demand statistical tables weighted with fixed weights.

In Table 1 appear wage statistics from 1956 to 1961, in graph daily earnings of woodcutters through piece work during 1958—1961.

The unit wages for different kinds of lumbering have been compiled from the tables of unit wages used by the Ministry of Social Affairs to regulate forest wages and from the tables of unit wages published since 1957 by the Working Market Organisations.

In Table 2 there is an example of the unit wage statistics on forest work, showing the development of wage norms and the wages in cutting birch firewood from 1935 to 1962.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.31
Communications Instituti Forestalis Fenniae 55.31
Helsinki 1962

ÜBER BESONDERHEITEN DER GEWITTER MIT ERDBLITZEN UND WALDBRANDGEFAHR IM NÖRDLICHEN FINNLAND

J. KERÄNEN

In einer Schrift im Jahre 1929 habe ich dargelegt, wie die sog. Wärmegewitter (nach K ü t t n e r (1937) eigentlich Luftmassengewitter in der kontinentalen Warmluft) mit Erdblitzen an warmen Sommertagen einen bemerkenswerten Beitrag zum Vorkommen von Waldbränden im nördlichen Teil von Finnland liefern können. In den warmen Sommern 1924, 1925 und 1927 sind nach meiner Untersuchung etwa 60 % der Waldbrände in dieser Weise entstanden. Nach einer Arbeit von S a a r i (1923) haben 42 % sämtlicher Waldbrände in den Waldern in staatlichem Besitz in Finnland während der Periode 1911—1921 gleichen Ursprung. Später hat B u r g e r (1936) gezeigt, dass in gewissen nordwestlichen Gegenden der Vereinigten Staaten Erdblitze häufige Zünder von Waldbränden sind (in Kalifornien 41 %, in Oregon und Washington in mehr als 50 % aller Brände).

Aus meiner persönlichen Erfahrung auf Reisen, die ich seit dem Sommer 1911 in allen Teilen Nord-Finnlands unternommen habe, ergab sich folgende Ansicht betreffs der Gewittertätigkeit: »Schon im Anfangsstadium beginnt oft die Gewittertätigkeit ohne grössere Regenfälle mit zur Erde entladenen Blitzen, die manchmal in kurzen Zwischenräumen aufeinander folgen» ... »Es gibt Mitteilungen in den Gewitternachrichten, wie ein Gewitterzug mehrere Waldbrände kurz nacheinander angezündet hat».

Zum Beweis derartiger Erdblitze kann ich die folgenden Fälle anführen.

Am 7. August 1911, um 12 Uhr, sah ich am südlichen Ufer des Sees Kiantajärvi (54°43′N, 29°00′E) in Suomussalmi, wie ein Erdblitz aus einer kleinen Kumuluswolke schlug. Das Wetter, an der nächstgelegenen meteorologischen Station Kuusamo (65°58′N, 29°13′E) aufgezeichnet, war: Gewitter am Vormittag; um 14 Uhr Temperatur 17.5°C, bewölkt, Windstille und Regen vom Morgen bis zum Nachmittag.

5535—62

Am 10. August 1961 beobachtete ich in Mieslahti am nordöstlichen Strand des Sees Oulujärvi (64°24'N, 28°00'E) um etwa 16 Uhr, dass Erdblitze nahezu simultan aus zwei jungen, etwa 2—3 km voneinander stehenden Schauerwolken schlugen. Anschliessend setzte starker Regen ein. Bei der Wetterwarte auf dem Flugfeld Paltaniemi (64°17'N, 27°41'E) war um 14 Uhr die Temperatur 19°C, mit südöstlichem Wind von 3 m/s, nahezu bewölktes Himmel und Gewitter von 15 bis 16 Uhr.

Noch einige weitere Fälle verdienen der Erwähnung.

Um etwa 14 Uhr an einem Sommertag beobachtete ich am westlichen Ende des Sees Inari (68°54'N, 27°02'E) eine kleine Kumuluswolke, die über einer etwa 3 km breiten Bucht gegen Norden zog. Am nördlichen Ufer steckte der erste Blitz einen Kiefernbaum in Brand. Bald darauf begann aus der Wolke Regen zu fallen.

Am Geophysikalischen Observatorium zu Sodankylä (67°22'N, 26°39'E) standen Dr. E. Sucksdorff und Verfasser an einem warmen Sommertag nahe bei dem hölzernen Windturm von etwa 20 m Höhe. Unvermutet traf ein Erdblitz den Turm, und wir fanden uns unversehrt auf den Knien auf der Erde. Regen stellte sich anschliessend ein.

Einen gegensatz zu den obigen Fällen stellt die folgende Beobachtung dar, die während einer Autofahrt von Rovaniemi nach Sodankylä gemacht wurde. Ich sah um etwa 17 Uhr, wie aus einer etwa 20 km entfernten flachen und dunklen Haufenwolke in kurzen Zeitabständen einige Erdblitze herabschlugen. Das Wetter war verhältnismässig warm und der Himmel im übrigen nahezu wolkenfrei.

Alle diese Fälle von Gewittern mit Erdblitzen geben Beispiele von Erscheinungen in den verschiedenen Phasen der Gewitterwolke. Nach Byers (1951) wird die Entwicklung einer Gewitterwolke an Hand der vertikalen Luftbewegungen folgendermassen beschrieben:

1. Kumulusstadium: Starke Aufwärtsbewegung in der Wolke, mit Umwandlung zur Gewitterwolke und endlich mit Regen.
2. Reifestadium: Sowohl aufwärts als abwärts gerichtete Bewegungen in der hohen, mächtigen Gewitterwolke. Im Anfang des Stadiums ergibt sich die häufigste Gewittertätigkeit mit Blitzen, heftigen Winden und starken Niederschlägen.
3. Ablaufstadium: Ende der Aufwärtsbewegungen, und Verflachung der Wolke. Der Niederschlag hält noch an und bisweilen kommen auch starke Blitzentladungen und nach Israel (1950) sogar Erdblitze vor.

Von den im obigen angegebenen Fällen gehört die letzte Beobachtung dem letzten Stadium an. Die Erdblitze geben Zeugnis von einer regen Gewittertätigkeit während der vorangegangenen Phasen.

Die übrigen Fälle von Blitzschlag haben sich in den zeitigeren Phasen der Gewitterwolke ergeben. Insbesondere in Fällen gleich denen in Inari und Sodankylä mit dem ersten Erdblitz vor Eintritt des Regenfalls findet am leichtesten Brandstiftung in Wäldern, an Bauten u.dgl. statt.

Zur Zeit der Beobachtungen in Suomussalmi und Mieslahti waren die Temperaturen am Boden dermassen hoch, 17—19°C, dass die Temperatur in der jungen Wolke in der Höhe von 1—1.5 km nicht den Gefrierpunit 0°C erreicht hat. Nach Angaben der Flugzeugführer (6) bestehen erst bei Temperaturen unter —4°C die Niederschlagsteilchen aus unterkühlten Wolkentröpfchen und Graupelkörnern. Deshalb werden in den angeführten Fällen immerhin die ersten Erdblitze in Wasserwolken erzeugt.

In den obersten Teilen der Wolken konnte ich keine faserigen, weissen Partien erkennen, wie sie als Anzeichen von Eisformationen gelten. Diese Eigenschaft der Gewitterwolken in den Phasen ihrer Entstehung und sogar beim Absterben der Kumulusformen auf Breiten zwischen 64 und 69° ist meines Wissens wenig bekannt.

Erst durch Untersuchungen nach neuzeitlichen Methoden wird es möglich sein, die Vorgänge bei Entstehung und Erhaltung der Gewitterelektrizität auf hohen Breitengraden aufzuklären. Im Hinblick auf den Waldbrandabwehrdienst ist es von Wert, dass man sich darüber im Klaren ist, wie sich diesartige kleine, harmlos aussehende Kumuluswolken zu warmen Zeiten im Sommer oft sehr rasch zu Gewitterwolken mit häufigen Erdblitzen und mit spärlichen Regenschauern ausbilden können.

Schrifttum

Burger, D. 1936. Bliksem als oorzaak van boschbrand. (Englisches Referat). Tectona XXIX, 11/12.

Byers, H. R. 1951. The Thunderstorms Compendium of Meteorology. Boston.

Israel, H. 1950. Das Gewitter. Leipzig.

Keränen, J. 1929. Blitzschlag als Zünder der Waldbrände im nördlichen Finnland. Acta forestalia fennica 34.

Küttner, J. 1937. Die atmosphärischen Gleichgewichts-Verhältnisse über Lappland im Vorsommer. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre 24.

Saari, E. 1923. Kuloista etupäässä Suomen valtionmetsiä silmälläpitäen. (Englisches Referat). Acta forestalia fennica Nr. 26.5.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.32
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.32
Helsinki 1962

POHJOISMAIDEN METSÄPALOTILASTOISTA

P. Ennevaara

Forest Fire Statistics in the Northern Countries

Summary

Metsäpalojen tilastoinnista Ruotsissa, Norjassa ja Suomessa

Ruotsin metsäpaloista on vuodesta 1910 alkaen tietoja kaikkien metsänomistajaryhmien metsistä. Vielä 1940-luvulla huomioitiin ainoastaan sellaiset palot, joiden alaraja oli 0.5 ha. Vuodesta 1944 alkaen oli ilmoitettava myös pienet palot, joiden ala oli alle 0.1 ha. Vuoteen 1950 asti sisältyivät yksityismetsien metsäpalot »Enskilda Skogsbruket» nimiseen julkaisuun ja vuodesta 1951 alkaen Skogsstatistisk Årsbok nimiseen, koko maata käsittävään metsätilastolliseen vuosikirjaan, jonka julkaisijana on Kungl. Skogsstyrelsen. Ruotsin metsäpalotilastoa voidaan pitää luotettavana kuitenkin vasta vuodesta 1957 alkaen. On syytä mainita, että näiden alle 0.1 ha suuruisten metsäpalojen osuus on merkittävä. Niiden osuus oli v. 1944 n. 40 % metsäpalojen kokonaismäärästä. Vuodesta toiseen niiden osuus on jatkuvasti lisääntynyt ja oli se vv. 1957—59 jo 68—77 % metsäpalojen kokonaismäärästä.

Metsäpalojen syttymisen syiden ryhmitystä on Ruotsissa olosuhteiden mukaan jatkuvasti muutettu. Nyt käytännössä oleva muistuttaa suuresti sitä mikä meillä on. Lisänä ovat maantieliikenteen aiheuttamat metsäpalot, ammattimiesten työvalkeista syntyneet metsäpalot (metsämaiden kulotukset ja muut työvalkeat, kummatkin eri ryhmänä), retkeilyn (camping) aiheuttamat sekä alaikäisten leikeistä syntyneet metsäpalot. Jälkimmäiset muodostavat hyvin huomattavan ryhmän, sillä esim. vv. 1956—59 vaihteli lasten leikeistä syttyneiden metsäpalojen osuus 15.3—30.4 % palojen koko määrästä. Palovahinkojen ja sammutuskustannusten lisäksi sisältyy tilastoon selvitys palon sammutukseen käytettyjen työtuntien lukumäärästä.

5536—62

Voidaan mainita, että tämä vaihteli vv. 1947—59 63 400—591 900 tuntiin vuodessa. Palanut metsäala on jaettu kahteen ryhmään: tuottavaan metsämaahan (produktiv skogsmark) ja joutomaahan (impediment). Mainittakoon, että vv. 1948—58 palaneesta alasta oli keskimäärin 1 176 ha (71.2 %) tuottavaa metsämaata ja 475 ha (28.8 %) tuottamatonta.

Norjassa ryhdyttiin keräämään tietoja metsäpaloista v. 1913 metsähallituksen ylijohtajan (skogdirektør) aloitteesta. Tilastoa täydennettiin v. 1951, jolloin se tuli sisältämään myös tiedot sammutukseen osallistuneiden henkilöiden sekä sammutustyöhön käytettyjen työpäivien lukumäärästä. Vuonna 1924 siirtyi metsäpalojen tilastointi tilastolliseen keskustoimistoon, jossa on erityinen metsätilasto-osasto. Tämän toimesta julkaistaan metsätilastollista vuosikirjaa (Skogstatistikk), johon sisältyvät myös metsäpaloja koskevat tiedot. Metsäpalojen syttymisen syiden selvittelyssä käytetään Norjassa samaa ryhmittelyä kuin Suomessakin. Lisäksi huomioidaan siellä sähköjohtojen aikaansaamat metsäpalot omana ryhmänään sekä metsän laatu (kasvullinen, huonokasvuinen, lehtimetsät jne). Niinpä oli vuoden 1960 metsäpalojen lukumäärästä 20.1 % sattunut kasvullisissa havumetsissä, 4.5 % huonokasvuisilla metsämailla ja tunturimetsissä, 9.3 % lehtimetsissä ja pensaikkoa kasvavilla alueilla sekä 66.1 % kanervikoissa ja rämemailla. Palovahingot ja sammutuskustannukset sisältyvät myös tilastoon sekä sammutustyöhön käytetyt päivät kuten alussa mainittiin.

Suomessa on olemassa verrattain yksityiskohtaisia tietoja valtionmetsissä sattuneista metsapaloista aina vuodesta 1865 alkaen. Niitä koskeva erittäin valaiseva ja monipuolinen selvitys sisältyy teokseen »Metsähallinnon satavuotistaival 1859—1959» (L a i t a k a r i 1960, ss. 89—94). Mainittakoon, että vuosina 1865—1961 on valtionmetsissä ollut yhteensä 11 128 metsäpaloa, joissa on tuhoutunut kaikkiaan 652 102 ha metsää. Yksityismetsien metsäpaloista on saatavissa tietoja vasta vuodesta 1916 lähtien ja tällöinkin ainoastaan vakuutetuista metsistä (O s a r a 1949, s. 458). Kun vakuutettujen metsien määrä alussa luonnollisesti oli perin vähäinen, ei ainakaan alkuvuosien metsäpaloja osoittaville luvuille voida antaa kovinkaan suurta merkitystä. Vakuuttamattomissa yksityismetsissä sattuneista metsäpaloista ei aikaisemmilta vuosilta valitettavasti ole olemassa minkäänlaisia luotettavia selvityksiä. Vasta vuodesta 1952 alkaen saatiin aikaan koko maata käsittävä metsäpalotilasto, jonka piiriin kuuluvat kaikki metsät omistajasta riippumatta (E n n e v a a r a 1954, s. 3). Valtionmetsiä koskeva metsäpalotilasto on erittäin yksityiskohtainen ja sisältää paljon sellaisia tietoja, joita ei ole voitu hankkia muiden metsänomistajaryhmien metsistä. Metsäpalon aiheittamat vahingot ja sammutuskustannukset, metsien ja metsämaiden laatua koskevat yksityiskohtaiset sekä tarkat selvitykset sisältyvät valtionmetsien metsäpalotilastoon. Yksityismetsien metsäpaloja koskevat tiedot sisältävät palojen lukumäärän, paloalan, palon alkamis- ja

päättymisajan, ilmoituksen siitä onko metsä vakuutettu eli ei ja palon syttymisen syyn. Palotilasto käsittää vielä ryhmän »uudelleen syttyminen». Tämä ryhmä puuttuu Ruotsin ja Norjan metsäpalotilastoista. Primääriaineiston kerääjinä toimivat metsänhoitolautakuntien neuvojat. Lomake, johon tiedot metsäpaloista kootaan, sisältää vielä sarakkeet palon laadun, vahingon suuruuden ja sammutuskustannusten ilmoittamista varten. Nämä kohdat on yleensä täytetty niin puutteellisesti, että tietoja ei ole katsottu voitavan esittää.

Mainitusta koko maan käsittävästä Suomen metsäpalotilastosta, joka kootaan metsähallituksessa, laaditaan vuosittain määrätyt yhdistelmät. Ne lähetetään FAO:lle sen vuosikirjassa julkaistavaksi. Vuosien 1952 ja 1953 metsäpalotilastot on saatettu julkisuuteen myös kotimaassa (Acta Forestalia Fennica 61.12). Nyt käsillä olevaan selvitykseen liittyvät vv. 1954—1961 metsäpalojen taulukot tullaan julkaisemaan myöhemmin. Ne koskevat valtion- ja yksityismetsissä sattuneita metsäpaloja lääneittäin ja metsänhoitolautakunnittain sekä palojen syttymisen syitä. Näiden taulukoiden lukujen perusteella ja primääriaineistoa apuna käyttäen on laadittu eräitä asetelmia, jotka esitetään seuraavassa.

Metsäpalojen lukumäärä ja paloala

Metsäpalojen lukumäärä ja tuhoutunut metsäala nyt ko. 10-vuotiskautena käy selville allaolevasta asetelmasta. Tänä aikana on ollut yhteensä 4 873 metsäpaloa, joissa on tuhoutunut yht. 48 817 ha metsämaata. Vain v. 1959 on palojen luku ylittänyt niiden keskimääräisen lukumäärän ja palanut ala vuosina 1953, 1959 ja 1960 keskimääräisen vuotuisen paloalan.

1. Metsäpalojen lukumäärä ja paloala vv. 1952—61

Vuosi	Palojen								
	luku määrä	paloala ha	keskim. paloala ha	luku-määrä	paloala ha	keskim. paloala ha	luku-määrä	paloala ha	keskim. paloala ha
	Valtionmetsät			Yksityismetsät			Yhteensä		
1952	20	139	6.9	279	625	2.3	299	764	2.6
1953	87	8 624	99.1	129	331	2.6	216	8 955	4.2
1954	38	119	3.1	220	539	2.5	258	658	2.6
1955	74	351	4.7	562	1 228	2.2	636	1 579	2.5
1956	79	349	4.4	374	1 323	3.5	453	1 672	3.7
1957	87	2 161	24.8	261	601	2.3	348	2 762	7.9
1958	51	260	5.1	320	660	2.1	371	920	2.5
1959	185	3 603	19.5	1 234	7 059	5.7	1 419	10 662	7.5
1960	158	17 729	112.2	470	2 318	4.9	628	20 047	31.9
1961	57	336	5.9	188	462	2.5	245	798	3.3
Yhteensä	836	33 671	40.3	4 037	15 146	3.8	4 873	48 817	10.0

Keskimääräinen paloala on 10.0 ha. Kun tarkastellaan eri vuosien metsäpaloja, todetaan keskimääräisen paloalan vaihdelleen 2.5—7.9 hehtaariin vuotta 1960 lukuunottamatta, jolloin se kohosi 31.9 hehtaariin.

Kuten asetelmasta havaitaan, on valtionmetsissä todettujen metsäpalojen lukumäärä näinä kymmenenä vuotena ollut 836 ja tuhoutunut metsäala 33 671 ha. Neljänä vuotena (1953, —57, —59 ja —60) on palojen luku ylittänyt keskimäärän ja paloala kolmena vuotena (1953, —59 ja —60). Muina vuosina on palojen luku ollut vähäinen, samoin paloala. Näitä ns. edullisia vuosia on siis ollut kuusi. Kuten todetaan on valtionmetsissä nyt ko. aikana sattunut kaksi vaikeaa palovuotta, v. 1953 ja v. 1960. Jälkimmäistä on pidettävä tämän kymmenvuotiskauden[1]) tuhoisimpana.

Yksityismetsien suhteen voidaan tehdä vastaavanlaisia havaintoja kuin valtionmetsien paloista. Kymmenvuotiskausi käsittää 6 vähäpaloista vuotta, 2 vaikeampaa ja 2 pahaa vuotta. Nämä vaikeat ja pahat metsäpalovuodet, kuten asetelmasta havaitaan, eivät aina ole sattuneet samoihin vuosiin kuin valtion metsien pahat metsäpalot. Vaikka yksityismetsissä sattuneiden metsäpalojen luku on ollut lähes 5-kertainen valtionmetsien metsäpaloihin verrattuna, on kokonaispaloala vain vajaa puolet valtionmetsien paloalasta. Erityisesti kiintyy huomio vuoteen 1959, jolloin yksityismetsissä sattui 1 234 metsäpaloa, eli 2—10 kertaa enemmän kuin muina vuosina nyt ko. kautena. Paloala oli myös 3—20 kertaa muiden vuosien kokonaispaloalaa suurempi.

Metsäpalojen syttymisen syyt

Koko maan käsittävää metsäpalotilastoa v. 1951 suunniteltaessa määriteltiin myös metsäpalojen syttymisen syitä koskeva luokittelu eli ryhmittely, kuten aikaisemmin jo on selostettu. Seuraavassa asetelmassa on metsäpalot ryhmitetty tämän luokituksen mukaisesti.

Viimeisten 10 vuoden aikana on yli kolmas osa (38 %) Suomen metsäpaloista saanut alkunsa varomattomasta tulenkäytöstä. Suhteellisesti eniten on tällaisia paloja sattunut vv. 1958—1960 ja vähiten v. 1961. Toisella sijalla (17.4 %) ovat viljelysmaan valmistuksen yhteydessä tai hakkuualueita kulotettaessa tulen ryöstäytymisestä syntyneet metsäpalot. Tällaisia paloja on ollut keskimäärin 84—85 joka vuosi nyt ko. 10 vuoden aikana. Eniten on näitä metsäpaloja sattunut vv. 1952—54 ja v. 1958, vähiten v. 1961. Kydöt savuavat edelleen kesäisin eräissä osissa maata ja niiden osuus tämän ryhmän metsäpaloissa on jatkuvasti huomattava. Mainittakoon että Ruotsin ja Norjan metsäpalotilastoissa ei esiinny lainkaan ryhmää viljelyskulot.

[1]) Salaman iskusta syttyi 8/7—60 Sallan hoitoalueessa metsäpalo, joka pian muodostui suurpaloksi. Se saatiin sammumaan vasta 28/7. Paloala oli 13 239 ha. Sammutuskustannukset nousivat 12 281 414 mk.

2. Metsäpalojen syttymisen syyt

Vuosi	Metsäpalojen syttymisen syy										Palojen lukumäärä yhteensä kpl
	Varomaton tulen käyttö	Salama	Viljelyskulot	Veturin kipinä	Tuhopoltto	Uudelleen syttyminen	Sotilaskoulutus	Sekalaiset syyt	Syy tuntematon	Yhteensä	
	Palojen lukumäärä %										
1952	38.8	2.0	25.1	12.7	1.4	1.0	0.3	3.7	15.0	100.0	299
1953	33.3	16.7	22.2	8.3	—	3.3	0.9	3.7	11.6	100.0	216
1954	28.7	5.4	21.3	24.0	7.8	0.8	—	2.3	9.7	100.0	258
1955	34.8	11.5	18.2	15.9	1.1	1.3	0.3	2.8	14.1	100.0	636
1956	38.6	3.3	19.0	25.2	—	1.3	—	3.1	9.5	100.0	453
1957	35.9	28.8	10.1	10.3	—	0.3	0.3	4.0	10.3	100.0	348
1958	43.9	6.2	24.0	4.9	0.5	2.4	1.1	4.6	12.4	100.0	371
1959	40.8	8.5	15.0	10.5	1.0	1.1	0.9	4.4	17.8	100.0	1 419
1960	40.9	13.5	17.2	10.4	0.5	1.4	0.6	4.0	11.5	100.0	628
1961	27.8	45.3	9.8	4.5	—	3.3	1.6	2.4	5.3	100.0	245
%	38.0	12.0	17.4	12.6	1.0	1.4	0.6	3.7	13.3	100.0	—
Yhteensä	1 850	584	849	612	50	69	30	182	647	—	4 873

Hakkuualueiden kulottaminen on varmaan lisääntynyt tuntuvasti enemmän kuin niiden aiheuttamien metsäpalojen. Tämän vuoksi olisikin noudatettava entistä suurempaa varovaisuutta näissä kulotuksissa, joissa inhimillisten tekijäin vaikutus on ratkaiseva. Erittäin suuri on sellaisten metsäpalojen ryhmä, joiden syttymisen syytä ei saada selville (13.3 %). Rautatieliikenteen (veturin kipinä) aiheuttamien metsäpalojen määrä on myös ollut huomattava (12.6 %). Se on eri vuosina vaihdellut 4.5—25.2 %. Keskimäärin on vuodessa sattunut yli 61 tällaista junien aiheuttamaa ns. rautatievarsipaloa. Lukua voidaan pitää hyvin korkeana. Salama on sytyttänyt keskimäärin yli 58 metsäpaloa vuodessa. Määrä on vaihdellut 2.0—45.3 % palojen kokonaisluvusta. Suhteellisesti eniten todettiin salaman iskusta syttyneitä metsäpaloja v. 1961. Sekalaisten syiden, uudelleen syttymisen, tuhopolttojen ja sotilaskoulutuksessa ammusten aikaansaamien metsäpalojen määrä on vaihdellut 0.6—3.7 % metsäpalojen koko lukumäärästä. Tämä merkitsee sitä, että näihin ryhmiin kuuluvia metsäpaloja on ollut keskimäärin 33 kpl vuodessa.

On aiheellista tarkastella metsäpalojen syttymisen syitä erikseen valtion- ja yksityismetsissä. Tämä käy paraiten seuraavan yhdistelmän avulla. Yhdistelmä on, kuten aikaisemmatkin, laadittu vv. 1952—61 metsäpaloista.

Yhdistelmästä havaitaan, että varomaton tulenkäyttö saa aikaan eniten metsäpaloja niin valtion- kuin yksityismetsissäkin ja suhteellisesti eniten valtionmetsissä. Tähän syyryhmään luetaan Suomessa mm savukkeista, retkeilijäin kahvi- ja leiritulista syttyneet metsäpalot. Varomattomasta tulenkäytöstä syttyneiden metsäpalojen määrä on valtionmetsissä vv. 1952—61 vaihdellut 10.5—80.0 % metsäpalojen kokonaisluvusta. Yksityis-

3. Metsäpalojen syttymisen syyt valtion- ja yksityismetsissä vv. 1952—61

Syttymisen syy	Valtion metsät		Yksityismetsät		Yhteensä
	Lukumäärä	%	Lukumäärä	%	Lukumäärä
Varomaton tulenkäyttö	346	41.5	1 504	37.3	1 850
Salama	233	27.9	351	8.7	584
Viljelyskulot	74	8.8	775	19.2	849
Veturin kipinä	41	4.9	571	14.1	612
Tuhopoltto	21	2.5	29	0.7	50
Uudelleen syttyminen	10	1.2	59	1.4	69
Sotilaskoulutus	15	1.8	15	0.4	30
Sekalaiset syyt	25	3.0	157	3.9	182
Syy tuntematon	70	8.4	577	14.3	647
Yhteensä	836	100.0	4 037	100.0	4 873

metsissä on tähän ryhmään kuuluvien metsäpalojen osuus vaihdellut 27.2—42.8 % palojen kokonaismäärästä. Valtionmetsissä on seuraavana ryhmänä salaman sytyttämät metsäpalot, joiden osuus oli 27.9 %. Yksityismetsissä on tämän ryhmän osuus suhteellisesti huomattavasti alhaisempi (vain 8.7 %). Sensijaan on viljelyskuloista ja veturin kipinästä syttyneiden metsäpalojen määrä huomattavan korkea (19.2 ja 14.1 % metsäpaloista). Tuntematto-maksi jää myös hyvin suuri osa yksityismetsissä syttyneiden metsäpalojen syistä, kuten sarakkeesta »Syy tuntematon» havaitaan.

Syttymisen syiden ryhmitys Ruotsissa ja Norjassa Suomeen verrattuna

Mielenkiintoa vailla ei ole tutustuminen Ruotsin ja Norjan metsäpalojen syttymisen syihin. Tässä mielessä on laadittu allaoleva yhdistelmä. Eri maiden luvut eivät tosin ole aivan samoilta vuosilta. Ajanjaksot ovat kuitenkin melko pitkät eikä aineisto ole osoittanut mainittavia vaihteluita nyt ko. vuosien aikana. Ruotsia koskevat tiedot ovat vv. 1951—59 ja käsittävät 16 970 metsäpaloa, Norjan luvut ovat vv. 1952—59 ja metsäpalojen määrä on 4 044. Suomen luvut ovat, kuten jo aikaisemmin esitetyissä asetelmissakin, vv. 1952—61. Metsäpalojen määrä oli 4 873.

Syyryhmitys on Ruotsissa ja Norjassa hieman toinen kuin Suomessa, mutta niistä on yhdistelemällä saatu meidän ryhmitystämme vastaava. Parhaiten »ajan tasalla» olevana voidaan pitää Ruotsin nykyistä ryhmitystä. Maantieliikenteen (autot, traktorit) aiheuttamat metsäpalot merkitään siellä omaan ryhmäänsä (v:sta 1956 alkaen). Hakkuualojen kulotuksista syttyneillä metsäpaloilla on myös oma ryhmänsä. Viljelyskuloista ei ole mitään mainintaa. Ns. työtulilla (other working fires) on oma ryhmänsä. Leiri- ja nuotiotulet jakaantuvat kahteen alaryhmään: metsätyöntekijäin (forest

4. Metsäpalojen syttymisen syyt.

Syttymisen syy	Suomi	Ruotsi	Norja
	Palojen määrä % lukumäärästä		
Varomaton tulenkäyttö	38.0	26.0	47.5
Hakkuu- ja viljelysalojen kulotuksia	17.4	13.1	9.8
Tuhopoltto	1.0	—	—
Uudelleen syttyminen	1.4	—	—
Sotilaskoulutus	0.6	—	—
Veturin kipinä	12.6	6.9	4.1
Salama	12.0	8.3	7.7
Sekalaiset syyt	3.7	9.8	9.1
Syy tuntematon	13.3	35.9	21.8
Yhteensä	100.0	100.0	100.0

workers) ja leirijäin ym. (campers etc.). Erittäin merkittävän ryhmän muodostavat alaikäisten ja muiden edesvastuuttomien henkilöiden sytyttämät metsäpalot. Tämä ryhmä on toiseksi suurin Ruotsin metsäpalotilastossa (v. 1959 15.7 % kaikista metsäpaloista ja v. 1958 30.4 %). Suurimpana ryhmänä oli kuitenkin »Syy tuntematon», joka v. 1959 käsitti 40.1 % metsäpalojen lukumäärästä. Kolmannen ryhmän muodostivat ne metsäpalot, jotka oli viety ryhmään »Muu tunnettu syy».

Norjan ja Suomen metsäpalotilastojen syyryhmät muistuttavat suuresti toisiaan. Norjassa on kuitenkin vähemmän ryhmiä kuin Suomessa. Siellä esiintyy sellainenkin ryhmä kuin »Sähköjohdot», jota ei ole Ruotsin ja Suomen metsäpalotilastossa. Nyt ko. vuosina sattui tähän ryhmään kuuluvia metsäpaloja keskimäärin vain 2.3 % metsäpalojen koko määrästä, joten ryhmän merkitys on vähäinen.

Asetelman tarkastelu on hyvin mielenkiintoista. Siitä voidaan todeta, että ns. inhimillinen tekijä aiheuttaa suurimman osan metsäpaloista. Asetelman 5 ensimmäiseen syyryhmään vietyjä metsäpaloja voidaan katsoa inhimillisten tekijäin aiheuttamiksi. Tämän mukaan oli Suomessa mainitunlaisia paloja ainakin 58.4 % metsäpalojen kokonaisluvusta. Ruotsissa oli niiden osuus 39.1 % ja Norjassa 57.3 %. Ryhmiin »Sekalaiset syyt» ja »Syy tuntematon» sisältyy myös inhimillisten tekijäin aikaansaamia metsäpaloja, vaikka niiden määristä ei ole tietoa. Mainittakoon, että ruotsalaiset itse ovat sitä mieltä, että inhimillisten tekijäin osuus metsäpalojen syttymisissä on aina 90 % (O r r e 1960, s. 238).

Metsäpalojen paloalat

Metsäpalon alan — paloalan — suuruus riippuu ensi sijassa paloajan pituudesta. Mitä nopeammin palo syttymisen tapahduttua saadaan sammutetuksi, sitä pienemmäksi paloala luonnollisesti jää ja päinvastoin. Näinollen onkin ymmärrettävää, että Suomessa valtionmetsien paloalat yleensä

5. Metsäpalot paloalan suuruuden mukaan ryhmitettyinä.

Metsäpalon ala ha	Valtionmetsät				Yksityismetsät			
	vv. 1952—56		vv. 1957—61		vv. 1952—56		vv. 1957—61	
	Palojen							
	lukumäärä	%	lukumäärä	%	lukumäärä	%	lukumäärä	%
—0.5	96	32.3	156	29.0	698	44.6	1 036	41.9
0.5—5	135	45.3	207	38.5	738	47.2	1 089	44.0
5—25	44	14.7	106	19.7	108	6.9	240	9.7
25—50	5	1.7	26	4.8	10	0.6	51	2.1
50—100	6	2.0	17	3.2	8	0.5	33	1.3
100—200	6	2.0	14	2.6	3	0.2	14	0.6
200—500	2	0.7	6	1.1	—	—	10	0.4
500—1000	—	—	5	0.9	—	—	—	—
1000—1500	2	0.7	—	—	—	—	—	—
1500—2500	2	0.7	—	—	—	—	—	—
2500+	—	—	1	0.2	—	—	—	—
Yhteensä	298	100.0	538	100.0	1 565	100.0	2 473	100.0

ovat suurempia kuin yksityismetsien. Tämä johtuu valtionmetsien syrjäisestä sijainnista. Kulkuyhteydet voivat olla heikot, matkat pitkät ja hankalat. Esimerkkinä siitä millaiseksi metsäpalo tällaisten olosuhteiden vallitessa saattaa muodostua viitataan aikaisemmin mainittuun Sallan tapaukseen v. 1960.

Seuraavissa asetelmissa ovat metsäpalot paloalan suuruusluokan mukaan ryhmitettyinä. Valtion- ja yksityismetsien metsäpalot esitetään erikseen vertailujen suorittamista varten.

Valtionmetsien pienimpien palojen määrä vv. 1952—56 metsäpaloista on 32.3 % ja yksityismetsien metsäpalojen 44.6 %. Jos yhdistetään kaksi pienipinta-alaisinta ryhmää (—0.5 ja 0.5—5), niin on näissä valtionmetsien 5-vuotisjakson paloista 77.6 %. Yksityismetsissä on vastaava luku 91.8 %. Todetaan siis että yksityismetsien metsäpalot on saatu sammutetuiksi huomattavasti nopeammin kuin valtionmetsien palot. Vv. 1957—61 ovat valtion- ja yksityismetsien metsäpalojen väliset suhteet olleet saman tapaiset, kuten silmäys asetelmaan osoittaa. Tämä koskee niin ryhmää —0.5 kuin sitä ja seuraavaa (0.5 ja 0.5—5) yhteensä. Tällöin on valtionmetsien palojen osuus 67.5 % palojen kokonaismääristä ja yksityismetsissä 85.9 %.

Yleisenä havaintona voidaan siis todeta, että yksityismetsien metsäpaloista on suhteellisesti suurin osa ollut alaltaan vähäisiä ja paloalan suuretessa on palojen lukumäärä laskenut jyrkästi. Valtionmetsissä taasen on paloalaltaan pieniä metsäpaloja suhteellisesti vähemmän kuin yksityismetsissä. Paloalan suuretessa ei palojen lukumäärä putoa niin jyrkästi kuin yksityismetsissä. Tämä johtuu siitä, että valtionmetsien sijainti on syrjäinen ja usein etäinen, mikä heikentää kulkuyhteyksiä ja hidastaa sammustustoimenpiteitä.

Metsäpalotilastojen luotettavuus

Metsäpalotilastojen luotettavuuden suhteen on runsaasti parantamisen varaa. Tämä havainto joudutaan tekemään jatkuvasti vuodesta toiseen metsäpalojen primääriaineistoa tarkastettaessa ja täydennettäessä. Näin ei ole asianlaita ainoastaan meillä vaan myös muualla.

Metsäpalojen lukumäärä, syttymisen syyt ja paloalat tuntuvat niitä lähemmin tutkimaan jouduttaessa usein vaikeasti käsitettäviltä ja selvitettäviltä. Käytettävissä olevien tietojen lisäksi tulisi välttämättä olla myös selvitykset ko. kalenterivuosien palokausien sääsuhteista, sademääristä, ilman kosteudesta jne. Nämä tiedot helpoittaisivat suuresti metsäpaloja koskevien tilastollisten selvitysten oikein tulkitsemista (vrt. Ruotsin metsäpalotilasto).

Käytetty kirjallisuus

Det Enskilda Skogsbruket. Stockholm. Eri vuosilta.
Ennevaara, P. 1954. Metsäpalot vuosina 1952—1953. Summary: Forest Fires in 1952—1953. Acta Forestalia Fennica 61.
Laitakari, Erkki. 1960. Metsähallinnon satavuotistaival 1859—1961. Tampere.
Metsähallituksen metsäpalotilasto. Eri vuosilta.
Orre, B. 1960. Skogsbränderna än en gång. Skogen. Sv. skogsvårdsf. tidskr.
Osara, A. 1949. Kulovalkeat. Suuri Metsäkirja, osa I. Porvoo.
Skogsstatistisk Årsbok. Stockholm. Eri vuosilta.
Skogsstatistikk. Oslo. Eri vuosilta.

Forest Fire Statistics in the Northern Countries

Summary

In Sweden, forest fire statistics were initiated in 1910, in Norway in 1913. In Finland, detailed information about fires in the state forests is available from the year 1865 on, about the insured private forests from 1916 and about the uninsured private forests from 1952 on. Thus, since the last mentioned year, forest fire statistics have covered the whole country, including all forests regardless of ownership.

The number of forest fires between 1952—1961 was 4 873 and the forest area devastated 48 817 ha (Table 1). The average area burnt yearly has varied from 2.5 ha to 7.9 ha, except in 1960, when it was 31.9 ha. This exception was caused by a fire in the state forests in Lapland, where 13 239 ha of forest was burnt.

The causes of forest fires are many (Table 2). Most burns (38 per cent) during the 10-year period in question were brought about by careless use of fire. The second largest cause was preparing land for crops and for forest regeneration by burning-over, 17.4 per cent in all. The group »Cause unknown» is also large, 13.3 per cent. Groups of forest fires caused by sparks of railroad engines and lightning are considerable (12.6 per cent and 12.0 per cent respectively).

In Sweden and Norway the grouping of forest fires by causes is partly different from that used in Finland. A grouping corresponding to the Finnish one was attained by combining certain items in Swedish and Norwegian groupings, respectively (Table 4). It can be seen, as a general observation, that the largest group consists of causes influenced by human elements. These have caused more than 50 per cent of all forest fires in the Northern Countries.

When forest fires are grouped according to the area burnt, we can infer from this whether the time of burning has been long or short. The smaller the area burnt, the sooner the fire has been put out and vice versa. It can be seen, as a general conclusion (by examining Table 5), that in private forests most fires have been small in area and the number of fires has decreased deeply as the area burnt has increased. In the state forests fires small in area are relatively fewer than in private forests. As the area burnt increases, the number of fires does not decrease as deeply as in the private forests. This is caused by the fact that state forests lie in out-of-the-way locations, often difficult of access, which impedes fire-fighting.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.33
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.33
Helsinki 1962

NOTES ON THE FOREST AND PEATLAND VEGETATION IN THE CANADIAN CLAY BELT REGION AND ADJACENT AREAS. I

AARNO KALELA

The basic ideas for his forest type theory occurred to A. K. Cajander (1909, 1926, 1949) during his excursions in regions belonging to the boreal forest formation in Siberia, Finland and the mountains of Central Europe. Undoubtedly these ideas are in fact most applicable to the forests of this formation. In Finland, the forest type theory of Cajander has proved its value both in the sphere of pure science and in many applications of a practical nature. Thus it is natural that Finnish scientists in particular have been inclined to try out the fitness of the forest type theory for use in other parts of the boreal forest formation, especially in North America. The first attempt was made by Ilvessalo (1929), who investigated forest types in several regions of Canada and the northern United States. His work was continued by Kujala (1945), who in 1931 carried out researches in both the eastern and western forest regions of Canada. Among the Canadian scientists who have tried to adapt the ideas of Cajander, the most prominent are Heimburger (1933, 1941), Ray (1941) and Sisam (1938), who studied the forests in Eastern Canada and adjacent parts of the United States. Likewise the ideas and methods of Finnish peatland investigations — particularly those developed by Cajander (1913) — were tested in the same parts of North America by Auer (1928 a and b).

Even before the last war and particularly after it, Hustich performed varied ecological researches, some relating to forest types, during several summers in different parts of Eastern Canada (1939, 1949 1950, 1951 a, 1951 b, 1954, 1955, 1957). The most recent recruit to join the ranks of these Finnish investigators is Ahti (1959); the results of his researches — as yet only partly published — concerning particularly the question of caribou nutrition in Newfoundland, in Northern Ontario and latterly in British Columbia, have also thrown light on forest type problems.

6938—62

In 1931, I had the good fortune to participate as a collaborator in the above-mentioned investigations of Prof. K u j a l a. In 1957, I again had an opportunity to make excursions in forests of the provinces of Quebec and Ontario. It gives me great pleasure to relate some observations made during that second Canadian excursion of mine in this publication issued in celebration of the 70th anniversary of Prof. I l v e s s a l o, Member of the Finnish Academy.

Purpose of the present investigation

In all the forest type investigations mentioned above, the regional distribution and regional differences in the forest types have had to be taken into consideration. Among the Finnish investigators, K u j a l a (1929 a and b, 1935, 1936, 1945, 1949) has taken a special interest in problems of this kind. In all my own journeys in several parts of Europe as well as in North and South America I have endeavoured to become acquainted with the regional variations of the vegetation and with their causes. The aims and methods of this branch of vegetational research I have discussed in several previous publications (1939, 1941, 1944, 1954, 1958, 1960).

During the last ten years I and my collaborators have adapted the observations and ideas so obtained to the analysis of Finnish vegetation. I have myself studied the forests, which represent the predominating regional communities (K a l e l a 1954, 1960) of the country. Finland is divided into 7 forest vegetation zones, each with its own characteristic series of forest types (1952, 1958, 1961). Four of these zones — from south to north: South Finland, Pohjanmaa, Peräpohjola and Forest Lapland — which together cover more than 90 % of the area of the country, belong to the boreal forest formation. The southernmost zone — Archipelago Finland — represents a transition to the temperate hardwood forest formation. The two northernmost zones — Fjeld and Fjord Lapland —, both with birch as the predominant tree, form a corresponding transition to the treeless arctic tundra formation. To the last-mentioned formation must be assigned the Sea Lapland zone, which consists of the outermost coast and archipelago of North Norway. The major part of Fjord Lapland is also on the Norwegian side, only narrow strips of it extending into Finnish territory in Enontekiö and Utsjoki.

The peatlands are the most important local plant communities (K a l e l a 1954, 1960) in Finland. The peatland vegetation zones of the country show great conformity with the forest vegetation zones (R u u h i j ä r v i 1960, H a v a s 1961, E u r o l a & R u u h i j ä r v i 1961, E u r o l a 1962). Thus to the forest zone of Archipelago Finland there corresponds a raised bog zone of the same name, whilst to the forest zone of South Finland there are two

corresponding regional raised bog types, those of Coast Finland and Interior Finland. To the forest zones of Pohjanmaa, Peräpohjola and Forest Lapland there are the corresponding aapa bog (string bog) zones of the same name and to the forest zone of Fjeld Lapland the palsa (frost mound) bog zone.

So far as North Finland is concerned, investigations concerning the alluvial land communities are in full swing. It seems that there, too, it is possible to distinguish zones corresponding to the forest and peatland vegetation zones of Pohjanmaa, Peräpohjola and Forest Lapland.

I obtained a welcome chance to compare the vegetation zones discerned in Finland with zones in the interior of Eastern Canada when participating in the excursion to the boreal forests in Northern Quebec and Ontario in connection with the IX. International Botanical Congress in Montreal in 1959 (cf. B a l d w i n et al. 1959). The excursion began in Montreal on August 3, and followed the route: St. Jovite (Mont-Tremblant Park) — Mont-Laurier—Amos—Iroquois Falls—Cochrane—Moosonee on the S.W. coast of James Bay. The return journey was made by the route: Moosonee—Cochrane—Kapuskasing—Cochrane—Kirkland Lake—Haileybury—Ottawa—Montreal, where the excursion ended on August 18. During this 16-day excursion — thanks to our excellent leaders, especially Mr. W. K. W. B a l d w i n — we were shown a good profile of a strip, 6 latitudes in width, comprising the inland forests of Eastern Canada. The journey was made by bus, the stretch Cochrane—Moosonee—Cochrane, however, by train, and some excursions in the environments of Moosonee and Kapuskasing by motorboat. An especially interesting experience was the flying trip to the region between Kapuskasing and Moosonee. During the whole excursion I made continual notes on the changes in the vegetation and at the halting places 154 plant cover descriptions in all; owing to the short time available, these notes sometimes remained rather incomplete — especially as far as the ground layer is concerned.

On the general features of vegetation in the excursion area

According to my observations, the excursion area can be divided on the basis of its forest and peatland vegetation into three zones from south to north. This is not a new idea by any means. The corresponding zones appear in H a l l i d a y's (1937) and R o w e's (1959) classification of the whole forest area of Canada into forest regions and into smaller entities, called forest sections. They are also to be found in H u s t i c h's (1949) and H a r e's (1950) syntheses on the forest geography of the Labrador Peninsula. These classifications are very similar to each other, especially regarding my excursion area and even the boundaries take much the same course. For my own part I can only confirm their conclusions.

All three authors separate the southernmost of the zones here in question, calling it the Great Lakes—St. Lawrence Region; the two others they place in the wide Boreal Forest Region. In Halliday's scheme, the limit between the two last-named corresponds to a section boundary. Rowe places my central zone in the southern subvision of the Boreal Forest Region with »predominantly forest», and the northern one in the northern subdivision with »forest and barrens». Lastly, Hustich and Hare have made three subdivisions of the Boreal Forest Region; my central zone is part of Hustich's Southern Spruce Region and Hare's Main Boreal Forest Region, my northern zone part of Hustich's Taiga Region and Hare's Open Boreal Woodland Region. In the following I shall use Hustich's denominations.

Southern Spruce Zone

During the excursion we spent the longest time in this zone and therefore my notes on it are more ample. In regard to its forest vegetation it clearly corresponds to the zone of South Finland (Kalela 1958, 1961). Without difficulty the forest type series corresponding to those of South Finland (cf. e.g. Cajander 1909, 1926, 1949, Cajander & Ilvessalo 1921, Ilvessalo 1922, Kujala 1926, 1961) may be discerned among the forest types occurring in this region, as I shall try to show in a separate paper to be published in the immediate future.

Among the similarities in regard to the tree stand, the first salient feature is that in dry land forests [1]), as in South Finland, a pine species, *Pinus Banksiana*, is mostly the dominant tree. By its side there often grows *Picea mariana*, but mostly only scattered, like *P. abies* in South Finland. In fresh land forests, instead of one spruce species as in Finland, there are three conifers in Eastern Canada, *P. mariana*, *P. glauca* and *Abies balsamea*, forming almost pure woods or — most frequently — mixed stands of varied composition. As in the Finnish grass-herb forests some less exacting boreal hardwoods grow side by side with the last-mentioned conifers as significant participants even in forests reaching the climax stage or converging towards it: *Betula papyrifera*, *Populus tremuloides*, and sometimes also *P. balsamifera*. As in the forest zone of South Finland, in the Canadian Southern Spruce zone, especially in its southern part, some species requiring higher summer temperature are to be found sporadically: *Pinus resinosa*, *P. strobus*, *Picea rubens*, *Betula lutea*, *Ulmus americana*, *Acer saccharinum*, *Fraxinus nigra*, *F. pennsylvanica*.

[1]) For the three main classes of the boreal forest types the following names are used here: dry land forests, fresh land forests and (rich) grass-herb forests (cf. Ilvessalo 1929, Cajander 1949).

The similarities in the tree stand are not limited to the virgin forests, but also extend to the secondary ones. In grass-herb forests and in fresh land forests aspen and birch, in the last ones sometimes admixed with jack pine, form a pioneer stand, which is only step by step surplanted by spruces and fir. By contrast, on dry land forests the dominant tree from the very beginning is generally *Pinus Banksiana*, like *P. silvestris* in South Finland. There is, however, a difference in that in South Finland the birch *(Betula pubescens, B. verrucosa)* is more important than the aspen *(Populus tremula)*, whilst in Canada the relation between the vicarious species *(Betula papyrifera, Populus tremuloides)* is the reverse.

This difference in the behavior of birch and aspen may be related to climate. In these borderlands of Quebec and Ontario the climate is somewhat moister, but thermically more continental than in South Finland, and the growing season is somewhat shorter and warmer, whilst the winter is considerable colder [1]). The birch is better able to compete in a thermically maritime climate, whilst the aspen is the more successful in continental conditions. It should be noticed that in the more maritime areas bordering the Atlantic coast of Eastern Canada the birch is much commoner than in the interior areas now in question and that in the continental areas further west of it the aspen is still more dominant (cf. e.g. K u j a l a 1945 and R o w e 1959). It is difficult to determine which of the other differences observable in the forest vegetation of the Canadian and European regions here compared could have the same climatic explanation, as there are only sparse data concerning the vegetation from the thermically sufficiently continental regions in Northern Russia.

In the Southern Spruce Zone the peatlands cover more than a third of the area (B a l d w i n 1958), accordingly considerably more than in the South Finland Zone (I l v e s s a l o 1960). The extensive peatland complexes of the zone could be regarded as raised bogs in the wider sense of the word, but have no counterpart in any one raised bog type occurring in South Finland (cf. E u r o l a 1962); they clearly represent some more continental type, whose equivalents are obviously to be found in Northern Russia east of Fennoscandia.

The predominant plant communities in these wide peatland complexes are swamp forests. The most extensive are without doubt the pure *Picea mariana* swamp forests on shallow or fairly thick peat, corresponding to

---

[1]) In Amos, Que., the average temperature in July is +16.7°C; in February —18.3°C; annually +0.6°C. In Kapuskasing, Ont., the values are exactly the same. In Iroquois Falls, Ont., the growing season (= period when the average temperature is +5.6°C or over) lasts 158 days. In Amos the annual precipitation is 818 mm, of which 32 % falls in summer time (June, July, August). In Kapuskasing the corresponding values are 688 mm and 32 % (B a l d w n 1958, R o w e 1959). In regard to Finland compare e.g. K o l k k i (1959) and R u u h i j ä r v i (1960).

Picea abies forests of the same kind in South Finland [1]). In these *Picea mariana* swamp forests the canopy is fairly closed, the trees are relatively wellgrown and tall, the spruces slenderly columnar. In swamp forests with herbs and grasses [2]) aspen grows in varying abundance among black spruces, in the richest ones [3]) accompanied by poplar *(Populus balsamifera)*, white spruce *(Picea glauca)* and eastern white cedar *(Thuja occidentalis)*. An understorey in these swamp forests is formed by the speckled alder *(Alnus rugosa)* and several species of willows. In certain wet swamp forests, particularly in those with a fen-like field layer, the tamarack *(Larix laricina)* is the most important species next to the black spruce, and at times even its equal [4]).

A far less significant part than these minerotrophic [5]) swamp forests is played in the peatland complexes by the thick ombrotrophic [5]) peat beds rising very slightly above their environment. Although widespread, they are seldom very extensive. In the border areas of the peat beds appear real *Picea mariana* muskegs corresponding to the South Finnish *Pinus silvestris* bogs with a dense field layer of taller subshrubs [6]). In these communities the black spruce is much lower and the tree stand much thinner than in the above-mentioned *Picea mariana* swamp forests; the predominants of the field layer are in general *Ledum groenlandicum* and *Chamaedaphne calyculata*. More centrally located are as a rule *Sphagnum fuscum* bogs with scattered dwarfed black spruces, only 2—4 m high [7]). Treeless *Sphagnum fuscum* bogs with a dense carpet of subshrubs [8]) can often be found, whilst waterlogged *Sphagnum* bogs in depressions with a sparse field layer or none [9]) are much rarer than the corresponding communities on the South Finnish raised bogs (cf. E u r o l a 1962).

Often completely separated from the above-described great peatland complexes, at the borders of ponds and lakes, there can be seen a different kind of wet treeless peat bog surrounded on the land side by muskegs and swamp forests.

My observations on patches of willow stands and forests of *Populus balsamifera* and *Picea glauca* in the alluvial lands of the riversides remained regrettably scant.

Both H u s t i c h (1949) and R o w e (1959) divided the zone here dealt with into two parts, southern and northern (H u s t i c h: Transition Section

[1]) »Kangaskorpi» (gemeiner Bruchwald) and »varsinainen korpi» (Bruchmoorwald) according to the Finnish peatland terminology.
[2]) »Ruoho- ja heinäkorpi» (kraut- und grassreiches Bruchmoor).
[3]) »Lehtokorpi» (Hainbruch).
[4]) »Lettokorpi» (Braunmoorbruch).
[5]) Comp. S j ö r s (1948, 1959, 1961), R u u h i j ä r v i (1960) and E u r o l a (1962).
[6]) »Isovarpuinen räme» (normales Reisermoor).
[7]) »Rahkaräme» (Heidemoor).
[8]) »Rahkaneva» *(Sphagnum fuscum*-Weissmoor).
[9]) »Silmäkeneva» (Kolkmoor).

and Clay-Belt Section, R o w e: Missinaibi-Cabonga Section and Northern Clay Section). As I happened to make excursions far more widely in the northern parts of the zone than in the south, I am not able to comment further on the matter. I can only confirm that the differences in regard to both the forest and peatland vegetation did not seem to be very striking.

Taiga Zone

The boundary between this and the preceding zone is very sharp, too sharp to be caused only or even mainly by the climate, which of course grows colder towards the north [1]). The most important cause for this sharpness appears to be the change in the bedrock, the Precambrian Shield from here to the north being overlain by Palaeozoic sediments. This flat sedimentary plateau is covered by clay deposits of the postglacial marine inundation; the beds are hardly pervious to water. These topographic and soil factors, together with the considerable humidity, obviously explain why the lowland has become almost entirely peaty. It continues as a broad zone, known as the Hudson Bay Lowland, on the western shores of James Bay and Hudson Bay to the Churchill district in the north (H u s t i c h 1955, 1957, S j ö r s 1959, 1961, R i t c h i e 1960).

Of the southernmost part of the Hudson Bay Lowland we obtained a good general view during the train trip back and forth between Cochrane and Moosonee — the borderline between the regions runs in the neighbourhood of the Coral Rapids railroad station — and especially during the flight from Kapuskasing to the north. In the environments of Moosonee and Moose Factory, as well as on the islands at the mouth of Moose River, we also visited the terrains.

Immediately at the southern limit of the zone the peatland vegetation clearly changes. There is a transition from the area of the raised bogs to the area of aapa (string) bogs (cf. H u s t i c h 1955). These aapa bogs correspond to the southernmost type of the Finnish aapa bogs, the so-called Pohjanmaa aapa bogs (cf. R u u h i j ä r v i 1960). In the wide, open or nearly treeless central parts of these peatland complexes the narrow hummock ridges (strings) are quite low and the large, wet, muddy depressions (rimpis or flarks) generally rich in mosses. Because of the calcareous ground

[1]) From Moosonee and Iroquois Falls (in the northern part of the Southern Spruce Zone) the following climatic data (the readings from Iroquois Falls in parenthesis) may be given: mean annual temperature —1.1°C (+0.6°C), January average daily minimum temperature —26.6°C (—25.6°C), July average daily maximum temperature +21.7°C (+24.4°C), average length of growing season 143 (158) days (with mean temperature +5.6°C or higher), mean temperature of growing season +12.2°C (+13.3°C), mean annual precipitation 770 (808) mm, mean rainfall of growing season 380 (418) mm (R o w e 1959).

eutrophic rimpi fens [1]) predominate in the rimpis. On the highest and driest hummock ridges black spruces and tamaracks grow sparsely. In many places there are pure fens, on which grow low scattered tamaracks and which, as pointed out by Hustich (1959), resemble the Finnish birch fens [2]) of the Pohjanmaa region (Kotilainen 1927, Ruuhijärvi op.cit.). In the margins of the aapa complexes muskegs and swamp forests of different kinds appear. There is a considerable amount of swamp forest with rather well-grown *Picea mariana* as dominant tree. In the same way *Picea mariana-Larix laricina* swamp forests are common, while swamp forests with luxuriant herbs and grasses appear to be rarer than further south. Transition stages between swamp forest and real muskegs are common, whilst the latter communities are even commoner. The low, open tree stand is there formed by black spruce, nearly always covered with dark beard lichens and the field layer, rich in subshrubs, often contains abundant sedges also. In the Finnish Pohjanmaa Zone there occur a whole series of corresponding peatland communities, some with the Norway spruce, some with the Scotch pine as dominant tree (Ruuhijärvi op.cit.).

On the forests on firm mineral soil I could only do a few analyses of the plant cover in addition to my general observations. Hustich (op.cit.) has described them from the lower Moose River area. Such forests are almost completely confined to the riversides. Only there is the drainage sufficiently good. The fresh land forests, with good stands of black spruce, are concentrated in the border areas of the forested riversides; closer to the river, and especially on the alluvial soils, grass-herb forests predominate — here along with the black spruce or instead of it, the stand is formed by white spruce, balsam fir, aspen and balsam poplar, whilst in some places eastern white cedars and birches are even to be found. Many species of the field layer characteristic of the Southern Spruce Zone are rare or completely missing. As northern indicators are to be mentioned the appearance of *Empetrum hermaphroditum* and *Vaccinium vitis-ideaea* v. *minus* and the prevalence of *Ledum groenlandicum* on fresh mineral soil forests. In the secondary forests, regenerated after cutting and fires, the tree stand is here too generally formed by aspen and birch, and sometimes by balsam poplar too. Real dry land forests seem to be entirely missing — principally for edaphic reasons —, and likewise their chief tree species, *Pinus Banksiana*.

Directly north of Moosonee the aapa bogs change their character, as I could see from the air photos shown to us during the excursion. The peat ridges are higher, the rimpis wider and more watery, obviously in most cases without a continuous moss cover. In the depressions there are generally ponds, often quite large ones. Evidently the change is fully comparable with

[1]) »Rimpiletto» (Rimpi-Braunmoor).
[2]) »Koivuletto» (Birkenbraunmoor).

the same phenomenon observed in Finland on moving from the Pohjanmaa Aapa Bog Zone to the Peräpohjola Aapa Bog Zone (R u u h i j ä r v i 1960). In the Hudson Bay Lowland the peatland vegetation corresponding to the last-mentioned has recently been studied by H u s t i c h (1957) and A h t i (cf. R u u h i j ä r v i op.cit.) in the area between Moosonee and Fort Severn, by S j ö r s (1959, 1961) in the environment of the rivers Attavapiskat and Muketei, and by R i t c h i e (1960 b) in the lower Nelson River and Hayes River area. According to S j ö r s (op.cit.), near the rivers in his research area there are northern raised bogs similar to those described by R u u h i j ä r v i (1960) from the northern parts of Peräpohjola and from Forest Lapland. S j ö r s and A h t i have also verified the occurrence of palsa bogs there and they are obviously still more common in the region investigated by R i t c h i e (op.cit.). The appearance of palsa bogs here relatively farther south in boreal forests than in northern Fennoscandia can perhaps be explained by the more continental climate of the Hudson Bay Lowland (cf. R u u h i j ä r v i op.cit.).

In the areas in question the forests on firm mineral soil are narrow and seem to be concentrated — even more clearly than in the southernmost part of the Hudson Bay Lawland—along the riversides. According to the descriptions by H u s t i c h (op.cit.) and R i t c h i e (op.cit.), they show similarities to the forests in the Peräpohjola Zone. The same can be said in regard to the forests on the east coast of James Bay (H u s t i c h 1950, R o w e 1959); at any rate in the region of Great Whale River, however, they can already be ranked with the forests in the Forest Lapland Zone. Corresponding to Forest Lapland is also the Big Spruce River — Seal River area, situated west of Churchill and investigated by R i t c h i e (1959). The second place for his studies, the Caribou Lake area (1960 a), however, corresponds to the Fjeld Lapland Zone in Finland. The same is true of the Knob Lake area in the interior of Labrador Peninsula, investigated by H u s t i c h (1951 a, 1954).

Great Lakes—St. Lawrence Zone

The northern parts of this zone [1]), with which we became acquainted during the outward journey on the route St. Agathe—Mont Laurier—La Verendrye Park [2]) and when returning through Englehart—Haileybury—North Bay—Pembroke [3]) are in this connection significant in that they have a parallel in the narrow Archipelago Finland Zone covering our southwestern archipelago and coastal area in Finland.

[1]) H a l l i d a y 1937: forest sections L4 (partly), L6, L7, L8, L9, L10; R o w e 1959: L4 a—b and e, L6, L7, L8, L9, L10.
[2]) R o w e: L4 a-b.
[3]) R o w e: L8, L9, L4 b and e.

As in the case of its Finnish equivalent, the motley alternation of grass-herb forests on rich soil, mostly with thermically exacting southern hardwoods as dominant trees, and poorer forests on podzolic, raw humus soil, with the tree stand mostly composed of boreal conifers, is typical even of the northern parts of this Canadian forest zone. In the first-mentioned forests the sugar maple *(Acer saccharum)* predominates, whilst at the northern borders of the region the yellow birch *(Betula lutea)* is equally common—and in many places even more abundant. Far less significant — and in general growing only as scattered trees — are *Fagus grandiflora*, *Ulmus americana* and *Acer rubrum*, still rarer and clearly more southern are *Quercus rubra* and *Tilia americana*. The hemlock *(Tsuga canadensis)* is an essential component of the rich forests of southern hardwoods. Along the riversides, often at least slightly alluvial, the tree stand is formed by *Ulmus americana* and *Fraxinus nigra*.

In the fresh land forests on poorer soil the predominant species are white spruce *(Picea glauca)* and balsam fir *(Abies balsamea)*, sometimes even red spruce *(Picea rubens)*, in the dry land forests and in barren, rocky forests jack pine *(Pinus Banksiana)*, and more rarely red pine *(P. resinosa)*. A species formerly much more significant than these was the white pine *(Pinus strobus)*, whose ecological amplitude extends from the grass-herb forests with southern hardwoods to the poorer fresh land forests. As a result of heavy cutting it exists at present in many places only as scattered trees or in small stands.

Even in this region, in forests regenerated after fires and cutting, the aspen *(Populus tremuloides)* and birch *(Betula papyrifera)* have become far more common, but as the forests grow older they will again give place to the biologically stronger tree species. The proportion of birch appears here to be somewhat greater on the average than in the regions farther north.

It seems to be typical, particularly of the areas belonging to the eastern part of the zone, that the grass-herb forests with southern hardwoods are concentrated on sloping terrain and the tops of hills, while the poorer forests of conifers predominate on the lower land and particularly in enclosed valleys (cf. R o w e 1959, p. 47, B a l d w i n etc. 1959, p. 19, also M a r t i n 1959). This might, in part at least, be caused by the fact that in the continental climate the last-mentioned sites tend to be occupied by a kind of cold weather colony.

In addition to forests on firm mineral soil with conifers predominating, of course, the peatlands also figure especially on low terrain and in valleys. They are common everywhere in the territory of this zone, but hardly so widespread as in the Southern Spruce Zone. There are numerous swamp forests with *Picea mariana* as the only dominant tree and others where tamarack *(Larix laricina)* grows alongside black spruce are not rare. The grass-

herb swamp forests are more significant than in the zones farther north, their chief trees being — besides the species previously mentioned or instead of them — *Thuja occidentalis*, *Populus balsamifera* and often also *Fraxinus nigra*. About the role of other peatland communities I am unable to add more on the basis of what I have seen myself.

The areas in the southern part of the Great Lakes—St. Lawrence Zone[1]), through which we drove in the valleys of the Ottawa and St. Lawrence Rivers at the beginning and end of our excursion [2]), differ from those already mentioned in that the rich forests of southern hardwoods are overwhelmingly more significant than the poorer coniferous forests. Now indeed the bulk of them have been cleared for cultivation. To these areas there is no longer any equivalent in Finland and there is no reason to go into their vegetation here.

---

[1]) Halliday 1937: forest sections L1, L2, L3, L4 (partly), L5; Rowe 1959 L1, L2, L3, L4 c-d, L5.

[2]) Rowe 1959: L4 c, L2.

Bibliography

Ahti, Teuvo. 1959. Studies on the caribou lichen stands of Newfoundland. Ann. Bot. Soc. »Vanamo» 30, 4: 1—44.

Auer, Väinö. 1928 a. Present peat bogs in Southeastern Canada. Comm. Inst. forest. fenn. 13, 1: 1—55.

—»— 1928 b. Some future problems in peat bog investigation in Canada. Comment. forest. 1: 1—32.

Baldwin, W. K. W. 1958. Plants of the Clay Belt of northern Ontario and Quebec. Nat. Mus. of Canada, Bull. No. 156: 1—324.

Baldwin, W. K. W. with Lepage, E., Terasmae, J., MacLean, D. W., and Basset, I. J. 1959. Botanical excursion to the Boreal Forest Region in northern Quebec and Ontario. Ottawa.

Cajander, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. Acta Forest. Fenn. 1, 4: 1—176.

—»— 1913. Studien über die Moore Finnlands. Ibid. 2,3: 1—208.

—»— 1926. The theory of forest types. Ibid. 29, 3: 1—108.

—»— 1949. Forest types and their significance. Ibid. 56: 1—71.

Cajander, A. K. und Ilvessalo, Yrjö. 1921. Ueber Waldtypen II. Ibid. 20, 1: 1—78.

Eurola, Seppo. 1962. Über die regionale Einteilung der südfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. »Vanamo». 33, 2.

Eurola, Seppo und Ruuhijärvi, Rauno. 1961. Über die regionale Einteilung der finnischen Moore. Arch. Soc. »Vanamo», 16, Suppl.: 49—63.

Halliday, W. E. D. 1937. A forest classification for Canada. Canada, Department of Mines and Resources, Forest Service Bulletin 89: 1—50.

Hare, F. Kenneth. Climate and zonal divisions of the boreal forest formation in eastern Canada. Geogr. Rev. 50, 4: 615—635.

Havas, Paavo. 1961. Vegetation und Ökologie der ostfinnischen Hangmoore. Ann. Bot. Soc. »Vanamo» 31, 2: 1—190.

Heimburger, Carl C. Forest-type studies in the Adirondak region. Cornell Univ. Agric. Exp. Stat. Memoir 165: 1—122.

—»— 1941. Forest-site classification and soil investigation of Lake Edward forest experiment area. Canada, Department of Mines and Resources. Silvicultural note No. 66: 1—60.

Hustich, Ilmari. 1939. Notes on the coniferous forest and tree limit on the east coast of Newfoundland—Labrador. Acta Geogr. 7, 1: 1—77.

—»— 1949. On the forest geography of the Labrador Peninsula. A preliminary synthesis. Ibid. 10, 2: 1—63.

—»— 1950. Notes on the forests on the east coast of Hudson Bay and James Bay. Ibid. 11, 1: 1—83.

—»— 1951 a. The lichen woodlands in Labrador and their importance as winter pastures for domesticated reindeer. Ibid. 12, 1: 1—48.

—»— 1951 b. Forest botanical notes from Knob Lake area in the interior of Labrador Peninsula. Nat. Mus. of Canada, Bull. 123: 166—217.

Hustich, Ilmari. 1954. On forests and tree growth in the Knob Lake area, Quebec-Labrador Peninsula. Acta Geogr. 13, 1: 1—60.
—»— 1955. Forest-botanical notes from the Moose River area, Ontario, Canada. Ibid. 13, 2: 1—50.
—»— 1957. On the phytogeography of the subarctic Hudson Bay Lowland. Ibid. 16, 1: 1—48.
—»— 1959. Hudson Bay Lowland, ett naturgeografiskt intressant område. Soc. Scient. Fenn., Årsbok — Vuosikirja 35, B 5: 1—13.
Ilvessalo, Yrjö. 1922. Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. Acta forest. fenn. 20, 3: 1—73.
—»— 1929. Notes on some forest (site) types in North America. Ibid. 34, 39: 1—111.
—»— 1960. The forest of Finland in the light of maps (Finnish with summary in English). Comm. Inst. forest. fenn. 52, 2: 1—70.
Kalela, Aarno. 1939. Über Wiesen und wiesenartige Pflanzengesellschaften auf der Fischerhalbinsel in Petsamo Lappland. Acta forest. fenn. 48, 2: 1—523.
—»— 1941. Die pflanzengeographische Gliederung des ostpatagonischen Waldgebietes auf Grund der Waldtypen. (In Erkki K. Kalela: Über die Entwicklung der herrschenden Bäume in den Beständen verschiedener Waldtypen Ostpatagoniens). Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A. IV, 3: 3—7.
—»— 1944. Kangasmetsäformation alueellisen vaihtelun vastaavaisuudesta Euraasiassa ja Pohjois-Amerikassa. Metsätal. Aikakauslehti. 1944, No. 2—3: 1—7.
—»— 1951. Über die Waldtypen des Kainuu-Gebietes zwischen Mittel- und Nordfinnland. (Finnisch mit deutschem Referat). Comm. Inst. forest. fenn. 40, 26: 1—17.
—»— 1954. Zur Stellung der Waldtypen im System der Pflanzengesellschaften. Vegetatio V—VI: 50—62.
—»— 1958. Die Waldvegetationszonen Finnlands. Bot. Not. 111: 353—368.
—»— 1960. Classification of the vegetation, especially of the forests, with particular reference to regional problems, Silva fennica 105: 40—49.
—»— 1961. Waldvegetationszonen Finnlands und ihre klimatischen Paralleltypen. Arch. Soc. »Vanamo» 16, Suppl.: 65—83.
Kolkki, Osmo. 1959. Temperaturkarten und Tabellen von Finnland für den Zeitraum 1921—50. Beil. zum Meteorol. Jahrb. Finnl. 50, I: 1—26.
Kotilainen, Mauno J. Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Pflanzendecke der Moore und Beschaffenheit, besonders der Reaktion des Torfbodens. Wiss. Veröff. Finn. Moorkulturver. 7, 1: 1—219.
Kujala, Viljo. 1926. Untersuchungen über die Waldbodenvegetation in Süd- und Mittelfinnland. Comm. Inst. forest. fenn. 10, 1: 1—154.
—»— 1929 a. Untersuchungen über die Waldtypen in Petsamo und in angrenzenden Teilen von Inari—Lappland. Ibid. 13, 9: 1—125.
—»— 1929 b. Die Bestände und ökologische Horizontalschichten der Vegetation. Acta forest. fenn. 34, 17: 1—26.
—»— 1935. Über die Vegetationzgrenze von Mittel- und Nordfinnland. (Finnisch mit deutschem Referat). Comm. Inst. forest. fenn. 22, 4: 1—95.
—»— 1936. Waldvegetationsstudien im östlichen Mitteleuropa. Ibid. 22, 6: 1—115.
—»— 1945. Waldvegetationsuntersuchungen in Kanada mit besonderer Berücksichtigung der Anbaumöglichkeiten kanadischer Holzarten auf natürlichen Waldböden in Finnland. Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A, IV, 7: 1—434.
—»— 1949. Vegetation, (in Suomi, a general handbook on the geography of Finland). Fennia 72, 14: 209—234.

K u j a l a, V i l j o. 1961. Über die Waldtypen der südlichen Hälfte Finnlands. Arch. Soc. »Vanamo» 16, Suppl.: 14—22.

M a r t i n, N. D. An analysis of forest succession in Algonquin Park, Ontario. Ecol. monogr. 29, 3: 187—218.

R a y, R. G. Site-types and rate of growth, Lake Edward, Champlain County, P. Q. Dominion Forest Service, Silvicultural Research Note 65.

R i t c h i e, J. C. 1959. The vegetation of northern Manitoba, III. Studies in the Subarctic. Arct. Inst. North America, Technical Paper No. 3: 1—56.

—»— 1960 a. The vegetation of northern Manitoba, IV. The Caribou Lake region. Can. Journ. Bot. 38: 186—199.

—»— 1960 b. The vegetation of northern Manitoba, VI. The lower Hayes river region. Ibid. 38: 769—788.

R o w e, J. S. 1959. Forest regions of Canada. Dept. North. Aff. and Nat. Res., Forestry Branch, Bull. 123: 1—71.

R u u h i j ä r v i, R a u n o. 1960. Über die regionale Einteilung der nordfinnischen Moore. Ann. Bot. Soc. »Vanamo» 31, 1: 1—360.

S i s a m, J. W. B. 1938. The correlation of tree growth with site types. Can. Dept. of Mines and Res., Dominion Forest Service, Silvicult. Res. Note 53.

S j ö r s, H u g o. 1948. Mire vegetation in Bergslagen, Sweden. (Swedish with summary in English). Acta Phytogeogr. Suec. 21: 1—299.

—»— 1959. Bogs and fens in the Hudson Bay Lowland. Arctic 12, 1: 1—19.

—»— 1960. Surface patterns in boreal peatlands. Endeavour 20: 217—224.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.34
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.34
Helsinki 1962

WISA-MASERBILDUNG AUCH BEI ERLE, *ALNUS INCANA* (L.) WILLD.

SAKARI SAARNIJOKI

Die forstbiologische Abteilung der Forstlichen Forschungsanstalt erhielt Ende November 1961 aus Säkylä in Südwestfinnland eine Postsendung mit einem kleinen, kunstvoll geschnitzten Holzeimerchen und einer berindeten Stammscheibe von etwa 10 cm Durchmesser, sauber eingepackt in Holzwolle. Beide Gegenstände (Abb. 1) wiesen eine Holzstruktur auf, die man in Finnland als »Wisa» bezeichnet und der man hier stellenweise vorwiegend bei Weissbirken, *Betula verrucosa* Ehrh., begegnet. Dieses schöne Holz dient bei uns zur Herstellung von mannigfachen Sport-, Haushalts- und Ziergegenständen sowie von Reiseandenken, es liefert aber auch ein äusserst wertvolles Furnier für die Möbelindustrie (vgl. z.B. Hintikka 1922, 1926; Hintikka & Soinne 1937) [1]). Schon ein flüchtiger Blick auf die Probestücke liess den Verdacht aufkommen, dass es sich auf keinen Fall um ein Wisaholz der Birke handeln konnte, obschon es diesem täuschend ähnlich war. Vor allem das geringe Gewicht und die rötlichgelbe Farbe des Holzes, dazu die am Stammstück noch vorhandene graue und glatte Rinde deuteten nach einer ganz anderen Richtung hin. Die Klarheit brachte gleich der Begleitbrief der Sendung, in welchem der Finder, Landwirt Alpo Mäki, u.a. folgendes mitteilt.

»Bei einer Stangenholzreinigung im Grauerlenbestand am Rande meines Ackers unmittelbar am Ufer des Pyhäjoki bemerkte ich beim Fällen einer Erle, dass sie ganz unverkennbare Zeichen von Wisabildung trug. Ein Blick auf die anderen am Platze noch stehenden Bäume erwies, dass sich auch

[1]) Im Holzhandel wird dieses in Finnland auch zur Ausfuhr gewonnene Birkenholz auf deutsch meist karelische Maserbirke oder Kaiserbirke, auch Wisabirke, auf englisch Curly Birch genannt. Man ist neuerdings auf dieses wertvolle Holz immer mehr aufmerksam geworden, seit ähnliche Birken z.B. in Norwegen (Ruden 1954), Schweden (Lindqvist 1946, p. 113—114; Arnborg 1949, p. 11) sowie in Sowjet-Karelien und in den russischen Ostseegebieten (Vailionis 1935) aufgefunden worden sind.

7021—62

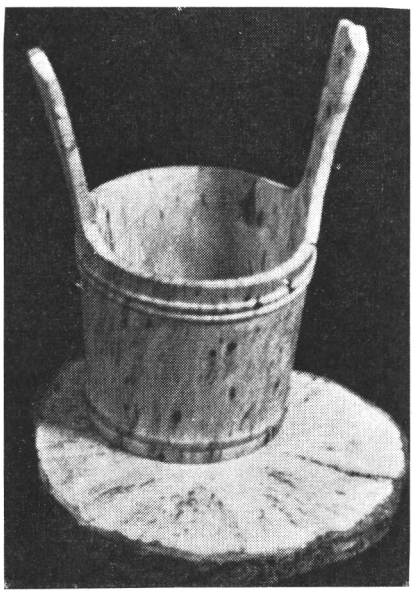


Abb. 1. Stammscheibe und Holzeimerchen von einer der Wisaerlen von Säkylä.

unter ihnen offenbar ähnlich beschaffene befanden, denn ihre Rinde war ganz wie beim gefällten Baum verdickt und uneben. Da der Bestand an der Stelle recht dicht war, entfernte ich die schwächsten Stangen und auch diejenigen, deren Schaft keine Anzeichen von Maserung aufwies. Übrig blieben 6—7 etwa 20jährige Bäume von 5—6 Zoll Basaldurchmesser.»

Die in der Probesendung enthaltene Scheibe war aus dem unteren Abschnitt des gefällten Stammes, das Eimerchen aus demselben Stamm etwa 30 cm oberhalb ausgeschnitzt. Der in Rede stehende Erlenbestand befindet sich nach Angabe des Finders unmittelbar am Flussufer, sein äusserer Rand in Reichweite des Eises beim Hochwasser im Frühling. Darauf hindeutende Schäden waren an der Rinde der Scheibe deutlich erkennbar.

Dieser ausserordentlich interessante Fund erweist also, dass auch bei Grauerlen jener abweichende Holzbau vorkommen kann, wie ihn die Wisabirken zeigen. Aus den Proben geht nämlich überzeugend hervor, dass das Holz auch im vorliegenden Fall gerade aus jenen drei Elementen aufgebaut ist, die das Wisaholz der Birken charakterisieren, nämlich erstens aus dem normalen Holz des Stamminneren mit geradem Faserverlauf, zweitens aus dem welligen, d.h. maserigen Oberflächenholz und drittens aus dem an der Grenze beider strichweise vorkommenden braunen Zellgewebe, das im tangentialen Schnitt als linsenförmige Gebilde, im Querschnitt wiederum als ein das Mark strahlenförmig umgebendes Stern- oder Blütenmuster hervortritt (vgl. z.B. H i n t i k k a 1926, Abb. 1 und 7; M u h l e L a r s e n 1940, Abb. 10 und 11; H e i k i n h e i m o 1951, Abb. 2; R u d e n 1954, Abb. 1—3). Auch in diesem Falle weist der innere Bau des Stammes keine Zeichen auf, aus denen man auf Knospenbildungen oder zu maserigen Knollen auswachsende Gebilde schliessen kann, ganz wie schon H i n t i k k a (op.c., p. 209) hinsichtlich der Wisabirke dargelegt hat.

Ganz überraschend kam diese Mitteilung über vermaserte Erlen aber dennoch nicht. Schon von früher her ist nämlich bekannt, dass sowohl bei der Grauerle (*Alnus incana* Willd.) als auch bei der Schwarzerle (*A. glutinosa* Gaertn.) mitunter in dem Masse an die ersten Stadien der Vermaserung erinnernde Strukturzüge festzustellen sein können, dass die Auffindung einer wirk-



Abb. 2. Die vermaserten Erlen am Fluss Pyhäjoki in Säkylä.

lichen Masererle durchaus möglich erschienen ist (vgl. Saarnijoki 1961, Abb. 1). Weiter enthält die wissenschaftliche Literatur einige Beschreibungen und Berichte, aus denen recht überzeugend zu schliessen ist, dass es auch bei manchen anderen Bäumen, freilich offenbar sehr selten, ähnlich strukturiertes Holz wie bei den Wisabirken geben kann. So hat man z.B. bei Eiche und Buche ausserordentlich deutliche und dekorative Wisabildung angetroffen (vgl. Rulf 1936, p. 207). Ebenso kann es im Stamm der Eberesche (vgl. Saarnijoki l.c.) und selbst noch bei Fichten und Kiefern sehr an die Linsen- und Blütenornamentik des Maserholzes erinnernde Elemente geben.

Ist nun aber die Maserbildung bei den Erlen so selten, dass über sie bisher keine einzige Mitteilung existiert hat, so erscheint es recht merkwürdig, dass der jetzt in Rede stehende Fund nicht dort gemacht wurde, wo die Grauerle in Finnland am reichlichsten und zugleich bestandsbildend vorkommt, also in Mittel- und Ostfinnland, sondern im Gegenteil im westlichsten Teil des Landes, und dazu noch gerade dort, in der Umgebung des grossen Pyhäjärvi-Sees in Satakunta, wo dieser Baum hierzulande am aller spärlichsten zu finden ist (vgl. Miettinen 1932, p. 23). Zweitens wundert man sich auch, dass es hier nicht nur einen, sondern mehrere solche vermaserte Bäume auf beschränkter Fläche gibt.



a b

Abb. 3. a: Der untere Stammabschnitt des in Abb. 2 zuäusserst rechts sichtbaren, am stärksten vermaserten Baumes der Säkylä-Gruppe. b: Nahbild einer Maserknolle desselben Baumes.

Durch alle diese Umstände angeregt, begab ich mich bald nach dem Eintreffen der Probesendung trotz der späten Jahreszeit am 12. Dezember selbst zum Ort. Die Bäume standen in einer Schlinge des hier in reichlichen Windungen dahinfliessenden Flusses Pyhäjoki, ganz nahe dem gleichnamigen Dorf, und bildeten eine nur etwa 6 m lange und 3 m breite Gruppe in der Richtung des Ufers, einige sich mit den Ästen unmittelbar berührend (Abb. 2). Sie waren unter sich sehr gleich gross, 7.5—10 m hoch, und besonders die grössten waren überraschend gerade und gut geformt, wenn man bedenkt, dass es sich doch um vermaserte Bäume handelt. Die Wurzelanläufe der dem Flusse am nächsten stehenden befanden sich jedoch nur einen halben Meter über dem Wasser, das zur Zeit der Beobachtung ziemlich niedrig lag, und auch die der am weitesten gelegenen nicht viel höher, höchstens wohl etwa einen Meter. Der Standort der Bäume an diesem Uferstreifen schien tatsächlich einigermassen gefährdet.

Ausser diesen stehen gelassenen Bäumen gab es hier reichlich, zum Teil schon unter dem Schnee, einsömmerigen Erlenausschlag als Zeichen der im Winter zuvor durchgeführten Ausreinigung des Bestandes. Auch an einigen der Bäume selbst waren Wirkungen dieser Massnahme erkennbar, und zwar in Form von kräftig ausgewachsenen Stammlohden, wie allgemein bei der Erle (Abb. 2 und 3).

Am interessantesten war aber dennoch festzustellen, dass zumindest bei sechs von den stehen gelassenen Bäumen der Schaft tatsächlich schon äusserlich klar erkennbare Zeichen aufwies, die angaben, dass man es mit einem typischen Wisabaum zu tun hatte. Besonders ausgeprägt traten sie bei dem in Abb. 2 rechts am Rande der Gruppe sichtbaren Baum auf. Bei diesem zeigte nämlich der untere Abschnitt des Stammes (siehe Abb. 3 a) eine ungleichmässige Oberfläche mit abwechselnden Vertiefungen und Erhebungen, am nächsten wie bei solchen Wisabirken, bei denen überall in dem Stamm die für das Wisaholz charakteristischen Streifen auftreten (sog. Totalwisa). Weil aber derselbe Stamm zumal weiter oben dickere und abwechselnd wieder dünnere Stellen aufweist (Abb. 3 b), kann hier von gewissen Berührungspunkten auch mit der sog. Knollenmaser der Birken gesprochen werden. Und indem dazu die Rinde in jenen dünneren Abschnitten für die Grauerle typisch glatt, aber an den dicker angeschwollenen Stellen deutlich abweichend beschaffen ist, mit borkenartigen Rissen hauptsächlich in der Längsrichtung des Stammes, erinnert der Baum auch in dieser Hinsicht ganz verblüffend gerade an jene Fälle bei der Wisabirke, wo dünnere und dickere Stammabschnitte mit entsprechend verschieden beschaffener Rindenoberfläche einander ablösen (vgl. H i n t i k k a 1937, Abb. 8 und 9; R u d e n 1954, Abb. 7).



Abb. 4. Der Wipfelabschnitt derselben, in Abb. 3 genannten Erle.

Auch im Kronenteil des Baumes schien sich eine verblüffende Ähnlichkeit mit der Birkenmaser zu ergeben. So erkennt man (Abb. 4) an der Hauptachse und an den gröberen Ästen ganz ähnliche Maserknollen bzw. deren Anfangsstadien, wie bei vermaserten Birken, und interessant ist fer-

ner festzustellen, dass jene rübenartigen Verdickungen auch hier regelmässig an Stellen zu finden sind, wo nun oder früher Äste gesessen haben (H i n t i k k a 1926, p. 212; H e i k i n h e i m o 1951, p. 8).

Neben diesen unverkennbaren Merkmalen der Maserbildung passen auch gewisse andere Zeichen, wie etwa die Dichte des Geästs, das reichliche Vorkommen sowohl der männlichen als weiblichen Infloreszenzen (vgl. Abb. 4), u.dgl.m., gut damit zusammen, was man schon vordem gerade in betreff stark vermaserter Wisabirken gewusst hat.

Auch bei allen anderen Bäumen der Gruppe waren die Erscheinungsformen der Vermaserung überraschend ähnlich, am nächsten gerade jener Zwischenform von totaler Maser und Knollenmaser zuzuzählen. Auch der Stamm, aus dem die Probegegenstände geschnitzt waren und den zu besichtigen ich gleichfalls die Gelegenheit hatte, machte hierin keine Ausnahme (siehe Abb. 5). Bei Wisabirken ist es bekanntlich fast Regel, dass man auch dann, wenn sie in Gruppen wachsen, nicht leicht zwei Bäume finden kann, die auch nur in annähernd ähnlicher Weise vermasert wären.

Jene anscheinend ganz abweichende Gleichartigkeit der Masererlen von Säkylä könnte indessen auf ganz natürliche Weise erklärbar sein. Berücksichtigt man nämlich, dass es sich ja um einen leicht durch Wurzelausschläge vermehrbaren Baum handelt, hat man es im Grunde genommen wahrscheinlich gar nicht mit verschiedenen Individuen, sondern eher mit mehr oder minder selbständig gewordenen Gliedern ein und desselben Klons zu tun. Das setzt aber voraus, dass es hier schon zumindest vor zwanzig Jahren, als die Erlenwaldung des Flussufers, wie man mir berichtete, kahlgeschlagen wurde, vermaserte Erlen gegeben haben muss. In keinem Falle können es aber mehr als heute gewesen sein, das ist schon aus dem beschränkten Umfang des gegenwärtigen Vorkommnisses zu schliessen.

Was die eventuelle wirtschaftliche Bedeutung des Fundes betrifft, so ist sogleich festzustellen, dass das jetzt in Rede stehende Wisaholz der Erle jedenfalls hinsichtlich seiner Qualität, d.h. seines Aussehens, nicht im geringsten hinter dem vermaserten Birkenholz zurückzubleiben scheint. Fast kommt es einem vor, wie wenn die rötlichgelbe Farbe des Erlenholzes in diesem Falle sogar besser als bei dem hellen und verhältnismässig farblosen Holz der Birke sich jener dem Wisaholz eigenen Braunstreifigkeit anpasste.

Nimmt man weiterhin in Betracht, dass die Grauerle von allen unseren Bäumen am raschwüchsigsten ist und sich ausser generativ auch äusserst leicht aus Wurzelausschlägen vermehrt, könnten aus diesem Baum, in der Art der Maserbirke kultiviert, sicherlich nicht geringe Vorteile zu erzielen sein. Erscheint es doch klar, dass eine solche Masererlenkultur, einmal gegründet, aus ihren Wurzelausschlägen immer neues Wertholz als

Ersatz für das bereits abgesetzte liefern würde. Ausserdem würde man aus einer solchen Kultur ausser natürlich Samen — hat sich doch jedenfalls die Birkenmaser als erblich erwiesen (vgl. z.B. Heikinheimo 1951; Johnsson 1951) — auch Wurzelausschläge zum weiteren Vertrieb erhalten und gewänne dadurch leichter als bei der Birke die Möglichkeit zur wirksamen Kultur gerade einer bestimmten, gewünschten Art des Maserholzes.

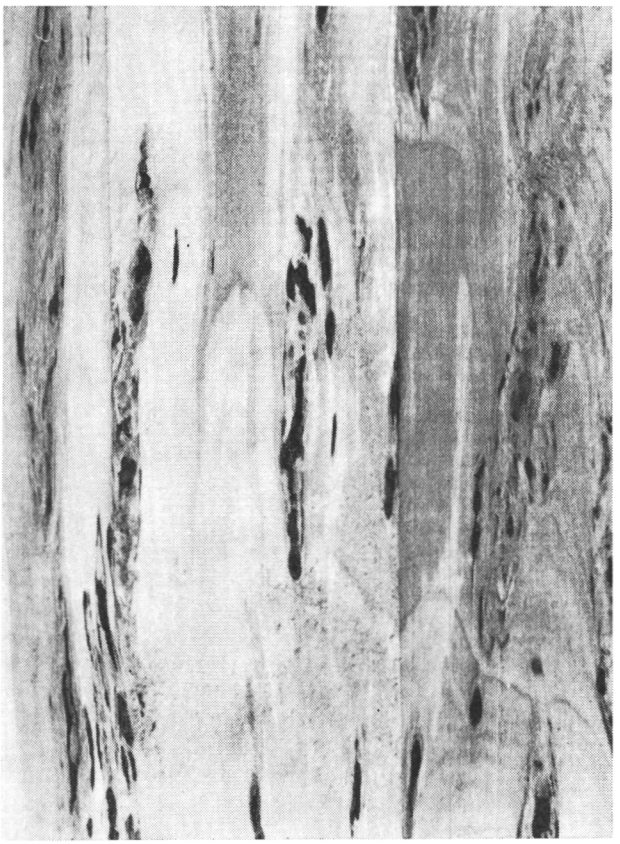


Abb. 5. Tangentialer Schnitt durch eine vermaserte Erle mit typischen linsenartigen Figuren.

Aufn. Lalli Laine.

Neben diesen offenbaren Vorteilen ergäben sich aber auch Nachteile. Erstens hat man sich zu erinnern, dass die Grauerle schon früh ihr Wachstum einstellt und sich folglich nur selten zu solchen Massen entwikkelt, die von einem guten Furnierholz wenigstens heute gefordert werden. Auch ihre Schaftform ist in dieser Hinsicht nicht die beste mögliche, denn auch bestenfalls, d.h. auf gutem Boden und in volldichtem Bestand, bleibt der astfreie Abschnitt des Stammes sehr oft kurz und krümmig und hat auch sonst nicht annähernd immer die zur Sperrholzbereitung geeignete vollzylindrische Form. Als Material für Ziergegenstände, Reiseandenken u.dgl. dürfte sich aber dieses Holz ähnlich wie das der Wisabirke sicher mit Vorzug verwenden lassen, lässt sich doch bekanntlich das Erlenholz leicht sowohl schnitzen als drechseln. Leider ist aber für ein solches Holz (»Astmaser») auch schon im Falle der Birke nie ein ebenso guter Preis wie für das entsprechende Furnierholz erzielbar.

Wünscht man bei der oben skizzierten Kultur von Wisaerlen rascher fortzukommen, so müssten natürlich mehrere solche vermaserte Bäume gefunden werden, um die nötige Züchtungs- und Kreuzungsarbeit unmittelbar

in Gang setzen zu können [1]). Die jetzt in Säkylä aufgefundene Masererle dürfte kaum einzig in ihrer Art sein können. Auf die Grauerle müsste in dieser Hinsicht ein schärferes Auge gehalten werden. Das Erkennen einer Wisaerle ist für ein geübtes Auge nicht schwerer als das einer vermaserten Birke, dermassen ähnlich äussern sich die Merkmale der Maser bei beiden. Ebenso müsste auf die Schwarzerle geactet werden, wächst sie doch zu einem bedeutend geraderen und auch derberen Baum als die Grauerle aus und hat schon von früher her als Rohmaterial für die Möbelherstellung gedient. Künstliche Kreuzungen vermaserter Grau- und Schwarzerlen könnten auch wirtschaftlich, und nicht nur theoretisch, Bedeutung erlangen.

[1]) Es möge erwähnt werden, dass ich von meinem Besuch in Säkylä auch einige Samen der in Rede stehenden Masererlen mitbrachte. Diese haben in den Dachkulturen der Forstlichen Forschungsanstalt bereits etwa zwanzig Pflänzchen geliefert. Im Spätwinter 1962 wurden dazu auf Veranlassung der Stiftung für Forstpflanzenzüchtung Pfropfreiser von den Bäumen eingesammelt. Jedenfalls das Fortbestehen dieser Masererle ist also dadurch gesichert.

Literaturverzeichnis

Arnborg, T. 1949. Björken. — Svenska Skogsvårdsfören. Folkskrift. Ser. II: 1, p. 1—32. — Stockholm.

Heikinheimo, O. 1951. Kokemuksia visakoivun kasvatuksesta. (English summary: Experiences in the Growing of Curly Birch.) — Comm. Inst. Forest. Fenn. 39: 5, p. 1—26.

—»— 1952. Masurbjörkens problem. — Skogsägare 28, p. 56—59.

Hintikka, T. J. 1922. Die »Wisa»-Krankheit der Birken in Finnland. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankheit und Gallenkunde 32, p. 193—210.

—»— 1926. Über den Habitus und die Wachstumsart der Wisabirken. — Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 36, I, p. 209—214.

Hintikka, T. J. & Soinne, U. T. 1937. Curly and Flamy Birch. — Wood 2, p. 27—29.

Johnsson, H. 1951. Avkommor av masurbjörk. — Sv. skogsvårdsfören. tidskrift 40, p. 34—45.

Lindquist, B. 1946. Den skogliga rasforskningen och praktiken. — Stockholm.

Miettinen, L. 1932. Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. (Deutsches Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände.) — Comm. Inst. Forest. Fenn. 18: 1, p. 1—100.

Muhle Larsen, C. 1940. Masurbirk. — Dansk Skovforenings Tidskrift 25, p. 33—72.

Ruden, T. 1954. Om valbjørk og endel andre unormale veddannelser hos bjørk. (English summary: On speckled birch (»mazer-birch») and some other forms of curled birch.) — Medd. Norske Skogforsøksvesen 43, p. 454—505.

Rulf. 1936. Aus dem Naturwissenschaftlichen Museum zu Aschaffenburg. I. Abnormer Buchenstamm. — Mitt. Deutsch. Dendrol. Ges. 48, p. 207.

Saarnijoki, S. 1961. On muutakin visaa kuin koivun visaa! (English summary: Curly wood is not met in birch alone.) — Metsätal. Aikakauslehti 1961, p. 257—259.

Vailionis, L. 1935. Lietuvos berzu reta. (Deutsches Referat: Die Wisakrankheit in den Wäldern Litauens.) — Scr. Hort. bot. Univ. Kaunas 3, p. 5—36.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 55.35
Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 55.35
Helsinki 1962

SUOMEN METSÄNTUOTTEIDEN VIENNIN JALOSTUSASTE 1950—1960

VILJO HOLOPAINEN

Der Fertigungsgrad der aus Finnland in den Jahren 1950–1960 exportierten Forsterzeugnisse

Referat

Johdando

Metsä- ja puutalouden vienti voi edistää maan — kansantulolla mitattua — taloudellista kasvua, ellei oteta lukuun hintojen muutoksia, periaatteessa kahdessa eri muodossa:

a. viennin määrä kasvaa

b. viennin jalostusaste nousee.

Määräkasvu voidaan tällöin määritellä metsä- ja puutalouden viennin lisääntymiseksi, joka johtuu vientituotantoon käytetyn raakapuumäärän lisääntymisestä edellyttäen, että tuotelajitelma, ts. eri vientituotteiden suhteellinen osuus pysyy muuttumattomana.

Korostettakoon, että näin määritelty volyymikäsite eroaa tavanomaisesta ulkomaankaupan volyymikäsitteestä, mistä syystä onkin käytetty nimitystä määräkasvu volyymikasvun sijasta. Nyt määritellyllä volyymin käsitteellä on kuitenkin tietty perustelunsa ja tietty arvonsa tarkasteltaessa metsä- ja puutalouden viennin kasvuongelmia ja vallankin ennakoitaessa viennin kasvumahdollisuuksia.

Jalostusasteella tarkoitetaan metsä- ja puutalouden vientituotteiden keskimääräistä vientiarvoa fob niiden valmistukseen käytetyn raakapuun yksikköä (kuoretonta kiintokuutiometriä) kohden. Jos esim. vientituotteiden lajitelma muuttuu siten, että yhä suurempi osa viennistä koostuu pitkälle työstetyistä tuotteista, syntyy viennin *jalostusastekasvua* sen johdosta, että yhdestä raakapuukuutiometristä valmistetun tuotemäärän — vakiohinnoin laskettu — yksikköarvo nousee. Jalostusastekasvu perättäisinä vuosina

7816—62

$t \rightarrow t + 1$ voidaan laskea vertaamalla vientituotantoon käytetyn raakapuun kuutiometriä kohden laskettua viennin arvoa vuosina $t + 1$ ja t (v_{t+1} ja v_t). Etteivät tuotteiden mahdolliset hintojen muutokset vaikuttaisi tulokseen, jalostusastelisä on laskettava käyttämällä koko laskentajaksona samoja yksikköhintoja kullekin tuotteelle.

Silmällä pitäen vientituotannon vastaanottaman hakkuukertymän osan hyväksi käyttöä voitaisiin kokonaan omana, kolmantena ryhmänään erottaa *teknillinen* eli *hyötysuhdekasvu*, jolla on tavallaan kaksi komponenttia. Ensinnäkin hyötysuhde voi nousta sen johdosta, että tietty vientituotemäärä voidaan teknillisen kehityksen ansiosta jossakin prosessissa valmistaa entistä pienemmästä raakapuumäärästä käyttämättä muuta raaka-ainetta ensikertaisen puun asemesta. Toiseksi teknillis-taloudellinen kehitys voi tehdä mahdolliseksi jonkin tuotantoprosessin (ensikertainen käyttö) puu- tai tuotejätteiden, esim. sahausjätteiden ja jätepaperin, käytön jossakin toisessa prosessissa, kuten puumassa-paperiteollisuudessa (toiskertainen käyttö). Hyötysuhdekasvu voidaan perustellusti lukea ja tässä tutkimuksessa luetaankin jalostusastekasvuun kuuluvaksi, joskin jätteiden käytön aiheuttamaa kasvua pyritään analysoimaan erikseen.

Maan teollistumisen alkuvaiheessa viennin kasvu tapahtuu yleensä määräkasvun muodossa. Sitä mukaa kuin maa kehittyy teknillisesti ja taloudellisesti, saa myös jalostusastekasvu merkitystä. Paitsi maan teknillis-taloudellisesta tilasta ja erityisesti pääoman runsaudesta jalostusastekasvu saattaa riippua myös esim. maan raakapuuvaroista. Jos metsien hakkuumäärää ei voida kestävästi lisätä, mahdollisuudet viennin määräkasvuun tyrehtyvät.[1]) Tällöin käy erityisen ajankohtaiseksi tuotannon ja viennin jalostusasteen kohottaminen.

Metsätalouden koko hakkuupoistuman hyväksi käytön kannalta tarkastellen voitaisiin erottaa vielä sellainen »hyötysuhdekasvu», joka johtuu hakkuupoistuman entistä tarkemmasta talteen otosta esim. metsään jäävän hukkapuun osuutta supistamalla. Tämä sisältyy em. tavalla määriteltyyn määräkasvuun.

Kun industrialismin tunkeutumisesta Suomeen on kulunut jokseenkin vuosisata, on tiettyä mielenkiintoa tarkastella, missä määrin metsäntuotteiden viennissämme on todettavissa jalostusastelisää ja mikä on sen ja määräkasvun suhde. Seuraavassa otetaan tutkimuksen kohteeksi tässä mielessä 1950-luku, tarkemmin vuosijakso 1950—60. Ajanjakso on tosin trendin tarkasteluun lyhyehkö, mutta se on siinä mielessä kiitollinen, että sekä 1950-luvun alkuvuodet 1950—51 että vuodet 1959—60 edustavat samantyyppistä suhdannevaihetta, voimakasta korkeasuhdannetta. Lisäksi 1950-luvun kehitys tarjoaa luonnollisimman lähtökohdan tulevaisuuden

[1]) Metsäntuotteiden kotimaisen käytön ja hakkuupoistuman hukkaerien supistaminen voi kuitenkin tarjota mahdollisuuksia määräkasvuun.

mahdollisuuksien tarkastelulle. Näin sitäkin suuremmalla syyllä, kun Suomen metsäteollisuus toisen maailmansodan jälkeen, oikeastaan vasta 1950-luvulla, so. jälleenrakennustyön päätyttyä, pääsi toteuttamaan pitkäjänteisiä kehittämispyrkimyksiään (Söderhjelm 1961).

Kiitollisena muistan sen avun, jota työn kestäessä olen saanut eri henkilöiltä, laitoksilta ja järjestöiltä. Tilastoaineistoa ovat luovuttaneet etenkin Metsäntutkimuslaitos (professori V. Pöntynen), Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitto (maisteri Veikko Toppari) ja Paperikonttori (johtaja Tauno Salmi). Maisteri Toppari sekä metsänhoitaja Matti Keltikangas ja tohtori Olavi Niitamo ovat lisäksi esittäneet joukon metodia koskevia ehdotuksia.

Tutkimukseen liittyvät laskentatyöt on pääosaltaan suorittanut metsätieteen ylioppilas Pekka Haukkamaa.

Suoritetut laskelmat

Jalostusastelisän laskeminen tapahtui tuoteryhmittäin (ja ryhmissä tuotelajeittain) määrittämällä kunkin vuoden osalta suhde vientitulo: raakapuumäärä seuraavan periaatteen mukaisesti:

$$\frac{\text{vientitulo vakiohinnoin } (= \text{vuoden } t \text{ vientimäärä } q_t \times \text{vakiohinta } p)}{\text{tuotemäärän } q_t \text{ valmistukseen käytetty raakapuumäärä } v_t}$$

Vertaamalla näin saatuja jakson 1951—60 vuosiarvoja perusvuoden 1950 (= 100) lukuun saatiin jalostusasteen kehitystä valaiseva indeksi ao. tuoteryhmälle ja — laskemalla vuosittain yhteen eri tuoteryhmien vientitulot sekä jakamalla ne vastaavien tuotteiden valmistuksen vaatimilla raakapuumäärillä — koko metsäntuotteiden viennin jalostusasteindeksi. Edellä määritelty määräindeksi taas saatiin vertaamalla kunkin tuoteryhmän ja koko metsäntuotteiden viennin vaatimaa raakapuumäärää jakson 1951—60 vuosina perusvuoden 1950 lukuun (= 100).

Laskelmissa käytettiin seuraavia lähteitä:

A. *Vakiohintoina* käytettiin *vuosien 1958—60 keskihintoja* fob. sellaisina kuin ne saatiin ulkomaankauppatilastosta. Hinnoittelussa otettiin vuoden 1960 osalta mukaan vain viisi ensimmäistä kuukautta kesäkuun alussa tapahtuneen uuden tuoteryhmittelyn johdosta.

B. Eri tuotteiden *määrät* saatiin vuosittain ulkomaankauppatilastosta. Selluloosan osalta käytettiin lähteenä myös Suomen Selluloosayhdistyksen vuosikertomusta.

Sekä määräkasvun että jalostusastekasvun laskeminen edellyttää kuitenkin *vientituotteiden valmistukseen käytetyn raakapuumäärän* tuntemista.

Se ei kokonaisuutena ilmene suoranaisesti mistään lähteestä ja sen laskeminen on muodostanut tutkimuksen suuritöisimmän osan. Menetelmä on lyhyesti seuraava:

Viedyt metsäntuotteet jaettiin tätä laskentaa — ja yleensäkin tutkimuksen laskelmia — ajatellen kolmeen pääryhmään:

a. raakapuu
b. puuteollisuuden tuotteet (kuuluvat ISIC:n ryhmään 25)
c. puumassa-paperiteollisuuden tuotteet (27)

Kuitu- ja lastulevyteollisuuden (27), rullateollisuuden (26) sekä puutaloteollisuuden (25) vienti jätettiin kuitenkin pois laskelmista osaksi niiden vähäisen merkityksen — näiden osuus metsäntuotteiden viennin arvosta v. 1959 oli 2 % — vuoksi, osaksi laskentateknillisistä syistä.

a. Raakapuu

Raakapuun — pyöreä ja veistetty puu — viennissäkin voi tapahtua esim. pyöreän ja veistetyn puun keskistä rakennekehitystä, joka merkitsee myös »jalostusasteen» muutosta. Tämän ryhmän viennistä on käytettävissä luotettava tilasto, jonka P ö n t y n e n [1]) on muokannut ulkomaankauppatilaston perusteella. Eri tuotteet (paperi- ja kaivospuu, pylväät, parrut ym.) on muunnettu siinä kuorettomiksi kiintokuutiometreiksi tuoretta puuta.

Kun tuotteet ulkomaankauppatilastossa on ryhmitetty suhteellisen homogeenisiksi ryhmiksi, voidaan koko ryhmän »jalostusaste» laskea käsittelemällä nämä ryhmät erikseen juuri sen mukaan, mitä »jalostusastetta» ne edustavat. Laskelmissa käytettiin seuraavaa ryhmitystä:

1. mänty- ja kuusipaperipuu
2. kaivospuu
3. muu pyöreä puu
4. pyöreä lehtipuu
5. veistetty puu
6. halot

Koko ryhmän arvo (vakiohinnoin) ao. vuotena laskettiin kertomalla kunkin alaryhmän vakiohinta ulkomaankauppatilaston m^3-määrillä, laskemalla näin saadut tulot yhteen ja jakamalla loppusumma Pöntysen m^3-luvuilla. Molemmat lukusarjat kohdistuvat tässä tapauksessa samoihin vuosiin.

b. Puuteollisuuden tuotteet

Tämä ryhmä sisältää vain saha- ja vaneriteollisuuden.

Koko *sahateollisuuden* raakapuumäärästä on käytettävissä P ö n t y s e n laatima sangen luotettava tilasto, josta ei kuitenkaan ilmene vientiin toimi-

[1]) Professori P ö n t y n e n on hyväntahtoisesti luovuttanut nämä sekä metsäteollisuuden eri ryhmien puun käyttöä koskevat osittain julkaisemattomat tutkimustulokset tekijän käyttöön.

tetun sahatavaran vaatima raakapuumäärä. Se laskettiin vietyjen tuotemäärien perusteella olettaen — metsäntutkimuslaitoksen suorittamien käyttötutkimusten nojalla —, että 1 std sahatavaraa = 231 tekn. j^3 sahatukkeja (ja 1 j^3 tekn. mittaa = 0.04 k-m^3) kuoretta.

Suhteen oletettiin pysyneen vakiona koko laskentajakson. Kun höylätty sahatavara markkinoidaan nimellismitan (höyläämättömän mitan) mukaan, sama muuntoluku soveltuu myös höylättyyn sahatavaraan.

Sahatavaran viennin jalostusastekehitystä laskettaessa pääryhmät käsiteltiin erikseen, koska ne, etenkin höylätty ja höyläämätön tavara, edustavat tavallaan eri jalostusastetta. Ryhmitys oli seuraava:

1. sahatut ratapölkyt (havupuu)
2. parrut, lankut ja soirot (havupuu)
3. laudat, pintalaudat ja ulkovuorilaudat (havupuu)
4. pientavara ja muu höyläämätön havusahatavara
5. höylätavara (havupuu)
6. lehtipuu

Lopuksi vakiohinnoin laskettu vientitulo laskettiin viedyn sahatavaran valmistukseen käytettyä kiintokuutiometriä kohden.

Vanerin vuotuiset tuotosluvut saatiin teollisuustilastosta ja vientiluvut ulkomaankauppatilastosta. Viennin vaatimat vuotuiset raakapuumäärät laskettiin kertomalla P ö n t y s e n vuotuiset vaneriteollisuuden käyttöluvut suhteella

$$\frac{\text{vanerin vienti vuonna } t}{\text{vanerin tuotos vuonna } t}$$

ts. olettamalla, että vientituotanto on käyttänyt raakapuuta tuoteyksikköä kohden saman määrän kuin kotimaan tuotanto ja käyttö.

c. Puumassa-paperiteollisuuden tuotteet

Tähän ryhmään kuuluvat puuhioke, selluloosa, kartonki, paperi sekä pahvi- ja paperiteokset. Näistä neljä viimeksi mainittua muodostavat verraten monikirjavan lajitelman.

Ulkomaankauppatilastosta ja Suomen Selluloosayhdistyksen Finncell-julkaisusta saatiin tutkimusajanjaksona viedyt, tämän ryhmän tuotteet melko pitkälle spesifioituina. Nämä ryhmiteltiin 18:ksi mahdollisimman homogeeniseksi hintaryhmäksi (joista puumassa käsitti 7, paperi ja kartonki sekä näistä valmistetut tuotteet 11 ryhmää).

P ö n t y s e n käyttötilastoista saadaan ko. tuoteryhmän valmistuksen vaatima (puumassateollisuuden) koko vuotuinen raakapuun käyttö, mutta siitä ei ilmene, mikä osuus tästä käytöstä on viety ja millaisena lajitelmana.

Jalostusasteen laskeminen tapahtui seuraavasti:

Jotta vientiä vastaavat raakapuumäärät saatiin selville, Pöntysen käyttöluvuista vähennettiin kotimaan käyttöön jääneiden lopputuotteiden laskettu raakapuuosuus.

Lopputuotteiden kotimaan käyttö laskettiin ensisijaisesti teollisuustilaston antamien vuotuisten tuotoslukujen ja ulkomaankauppatilaston vientilukujen erotuksena. Vertailuaineistona käytettiin Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton kokoamia eri tuoteryhmien tuotanto- ja vientisarjoja, joissa oli korjattu eräitä ulkomaankauppa- ja teollisuustilaston tuoteryhmityksen epäjohdonmukaisuuksia, ynnä Finncell-julkaisusta saatuja tietoja. Keskusliitolta ja eri asiantuntijoilta saatiin myös eri tuotteiden vaatimaa raakapuumäärää koskevia muuntolukuja. Paperin kotimaisesta käytöstä saatiin vertauslukuja Suomen Paperitehtaiden Yhdistykseltä (Paperikonttorilta).

Sekä kotimaan käytön määrittämiseen että muuntolaskelmiin liittyy eräiden tuotteiden kohdalla melkoinenkin virhemahdollisuus, mutta kun kotimaan käyttö muodostaa verraten pienen osan (useimmissa tapauksissa vain n. 1/10) ko. teollisuusryhmän tuotoksesta, ei näin syntyvä mahdollinen virhe kuitenkaan vaikuta kovin paljoa lopputulokseen viennin jalostusastetta ja määrää laskettaessa.

Myöskään se seikka, että toisaalta tuotannon ynnä siinä tapahtuvan raakapuun käytön sekä toisaalta viennin kesken on aikaviivästys, ei vaikuttane sanottavasti saatuihin tuloksiin. Ensinnäkin viivästys koskee nyt käytetyn menetelmän mukaan vain vaneri- ynnä puumassa-paperiteollisuutta, joissa yleensä kartetaan suurten varastojen kerääntymistä. Lisäksi em. seikan vaikutus jakson 1950—60 kehitystarkastelussa muutoinkin eliminoituu.

Huomattakoon, että kotimaan käyttöön on laskelmissa luettu myös *vientituotteiden pakkaukseen* käytetyt metsäntuotteet.

Edellä käytetty laskentamenetelmä poikkeaa Valtasaaren (1952) käyttämästä ennen muuta siinä, että tässä on eri tuotteille käytetty vakiohintoja.

Jalostusasteen kehitys ja sen komponentit

Taulukko 1 ja kuva 1 osoittavat viennin määrän ja jalostusasteen kehitystä v. 1950—1960 erikseen kolmessa laskentaryhmässä ja lisäksi koko metsä- ja puutaloudessa yhteensä.

Eri vuosien tuloksiin ovat eri tuotteiden erilaiset vientisuhdanteet vaikuttaneet jonkin verran. Laskentajakson alku- ja loppuvuosien vertailu näyttäisi kuitenkin osoittavan, että metsä- ja puutalouden viennin jalostusaste on 1950-luvulta noussut n. 21 % eli keskimäärin 2 % vuotta kohden. Määräkasvu on ollut 45 % eli noin 2-kertainen jalostusastekasvuun verrattuna.

Koko metsäntuotteiden viennille määritettiin taulukon 1 indeksilukujen perusteella myös määrän ja jalostusasteen trendiä 1950—60 osoittavat *tasoitussuorat* pienimmän neliösumman menetelmää käyttäen. Tasoitussuorat ja niiden yhtälöt nähdään kuvasta 2. Niiden mukaan määräkasvu vuosijaksona 1950—60 oli yhteensä 38 % ja jalostusastekasvu 25 %.

Kuvasta 2 ilmenee havainnollisesti, että jalostusasteen kehitys on ollut huomattavasti yhtenäisempi ja vähemmän altis suhdannevaihteluille kuin määrän kehitys.

Jalostusasteen *komponentit*, sen tekijät, voidaan, kuten tutkimuksen alussa esitetystä määritelmästä ilmenee, jakaa kahteen ryhmään:

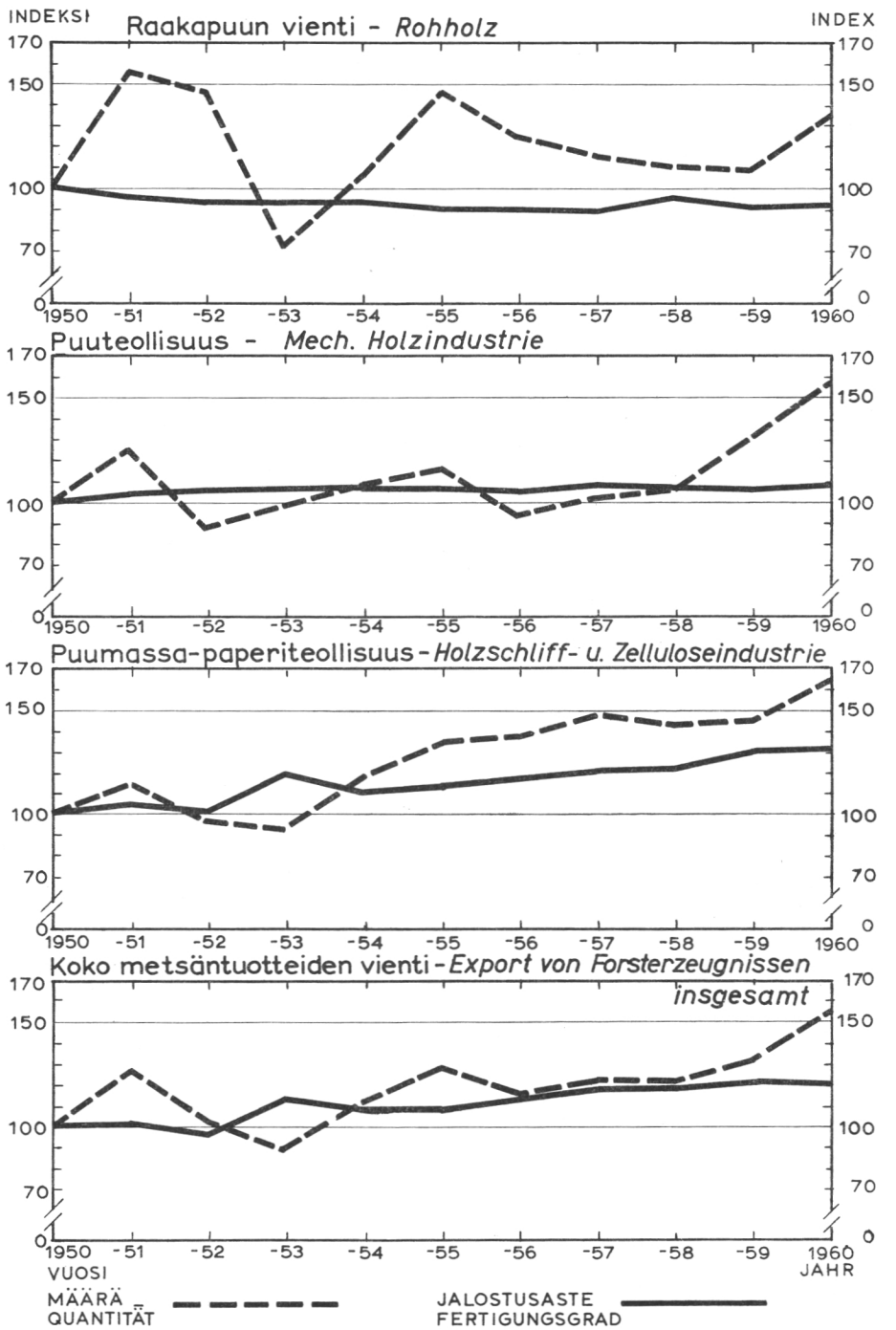
a. vientituotannon ja viennin lajitelman muutokset
b. puun käytön hyötysuhteen muutokset (hyötysuhdelisä), johon luetaan sekä kunkin prosessin teknillisen kehityksen että jätteiden hyväksikäytön aiheuttama ensikertaisen raakapuun säästö.

a. Tuotelajitelman kehitys

Viennin tuotelajitelman kehitys pääryhmittäin jalostusasteen kannalta ilmenee taulukosta 1 ja kuvasta 1. Voidaan todeta, että raakapuun viennin

Taulukko 1. Metsäntuotteiden viennin määrän ja jalostusasteen kehitys 1950—60.
Tabelle 1. Entwicklung der Quantität und des Fertigungsgrades der Forsterzeugnisse i. d. J. 1950—60.

Tuoteryhmä — *Erzeugnisgruppe*	Vuosi — *Jahr*										
	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
1. *Raakapuu — Rohholz*											
Määrä — *Quantität*	100.0	155.7	146.5	71.2	106.4	145.9	125.2	115.6	110.6	108.3	133.6
Jalostusaste — *Fertigungsgrad*	100.0	94.9	93.2	93.4	93.4	90.2	90.4	89.6	95.1	91.3	92.8
2. *Puuteollisuuden tuotteet — Erzeugnisse der Mechanischen Holzindustrie*											
Määrä — *Quantität*	100.0	125.9	88.8	97.4	108.2	116.0	93.6	101.7	106.1	131.8	157.7
Jalostusaste — *Fertigungsgrad*	100.0	103.9	105.4	105.1	105.9	106.7	105.6	106.0	106.7	106.9	107.7
3. *Puumassa-paperiteollisuuden tuotteet — Erzeugnisse der Holzschliff- und Zelluloseindustrie*											
Määrä — *Quantität*	100.0	113.5	96.1	93.4	117.6	133.4	136.8	147.8	143.8	145.2	164.5
Jalostusaste — *Fertigungsgrad*	100.0	106.5	100.6	119.0	110.9	114.4	116.7	120.7	122.6	130.8	132.3
1—3. *Koko metsäntuotteiden vienti — Export von Forsterzeugnissen insgesamt*											
Määrä — *Quantität*	100.0	127.3	103.3	90.5	111.3	128.5	116.4	121.9	121.3	132.2	155.3
Jalostusaste — *Fertigungsgrad*	100.0	100.7	97.6	112.4	108.2	108.3	112.7	117.5	118.8	121.5	121.1



Kuva 1. Metsäntuotteiden viennin määrän ja jalostusasteen kehitys tuoteryhmittäin 1950—60.
Abb. 1. Entwicklung der Quantität und des Fertigungsgrades je Erzeugnisgruppe i. d. J. 1950—60.

ja puuteollisuuden jalostusaste on pysynyt miltei muuttumattomana. Ensiksi mainitussa ryhmässä se on hiukan laskenut veistetyn puun osuuden supistumisen johdosta. Viimeksi mainitussa ryhmässä sahateollisuuden jalostusasteen lievän alentumisen on kompensoinut vaneriteollisuuden ekspansio ynnä siinä tapahtunut hyötysuhteen kasvu, josta lähemmin tuonnempana.

Jalostusasteen nousu lajitelman osalta on siten jokseenkin kokonaan puumassa-paperiteollisuuden ansiota. Kun tämän teollisuusryhmän tuotteiden jalostusaste on keskimääräistä korkeampi (taulukko 2), niiden viennin laajeneminen on jo sellaisenaan kohottanut metsäntuotteiden viennin jalostusastetta. Lisäksi tämän tuoteryhmän piirissä on tapahtunut kaksi jalostusastetta kohottavaa kehitysilmiötä: valkaistun massan osuuden lisääntymistä selluloosan viennissä sekä puumassan lisääntyvää jalostusta paperiksi ja kartongiksi ynnä vientiä näinä tuotteina (vrt. Heikinheimo ym. 1962, Hägerström 1962).

Kuten jo on huomautettu, laskelmien ulkopuolelle on jäänyt eräitä vähemmän tärkeitä metsäntuotteita. Niiden kokonaistulokseen aiheuttama virhe pienenee sen johdosta, että 1950-luvun alkupuoliskolla vielä melko huomattavan, mutta sittemmin suuresti supistuneen *puutalojen* viennin — tällä on ollut puuteollisuuden viennin jalostusastetta korottava vaikutus 1950-luvun alkuvuosina — vastapainoksi kuitu- ja lastulevyn vienti on melkoisesti kasvanut 1950-luvun kuluessa.

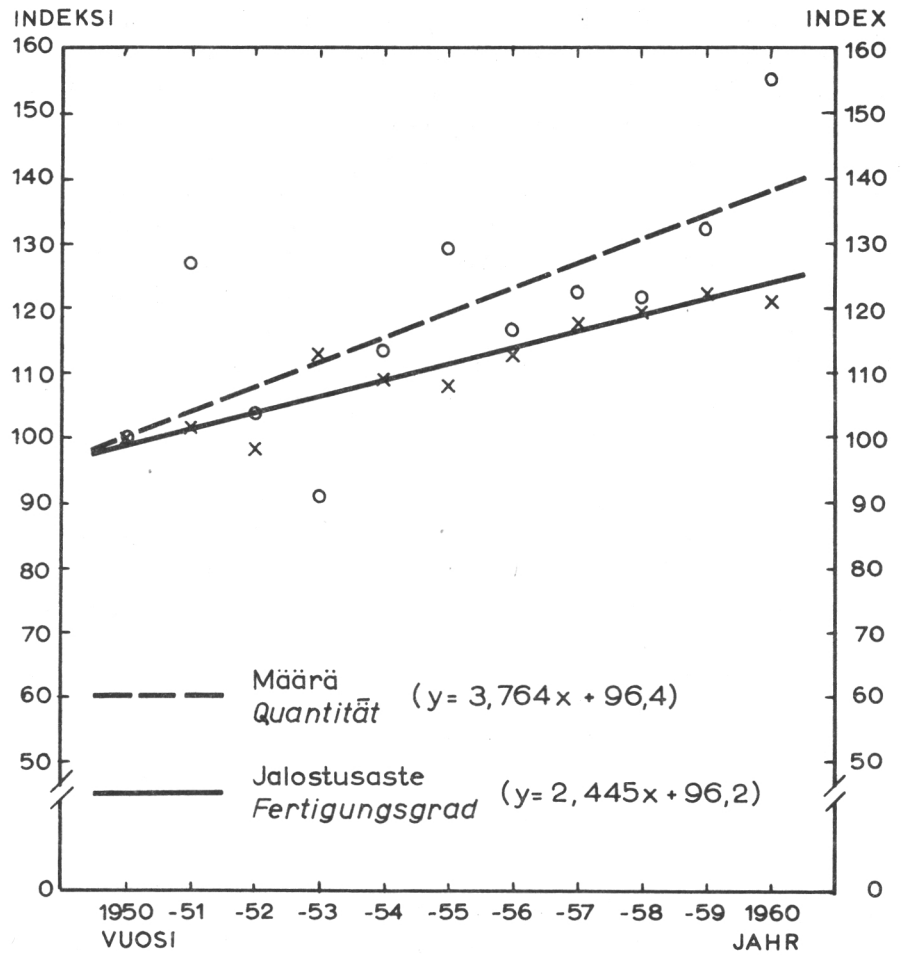
Tässä yhteydessä ei ole tarkoitus käsitellä yksityiskohtaisesti *viennin lajitelmaa ohjanneita tekijöitä.* Viitattakoon kuitenkin aivan lyhyesti niistä tärkeimpiin.

Yhtenä perussyynä puumassa-paperiteollisuuden laajentumiseen on ollut paperin ja pahvin käytön ja kysynnän voimakas kasvu koko maailmassa ja nimenomaan myös Suomen tärkeimmillä markkinointialueilla (ks. esim. FAO 1954, Streyffert 1957, OEEC 1958). Yritysten on ollut kiitollisempaa laajentaa tuotantoa ja vallata jalansijaa näillä voimakkaasti laajenevilla kuin esim. vähemmän ekspansiivisilla sahatavarain markkinoilla.

Raakapuun saantikin on osaltaan suosinut tuotannon laajentamista puumassa-paperiteollisuuden linjalla, tällöin kun on voitu käyttää hyväksi kaiken kokoista puuta ja erityisesti pienpuuta, jolla paikoin on ollut menekin puutetta.

Markkinoiden kehitys on suosinut myös selluloosan valkaisun lisäämistä (Holopainen 1960, s. 38).

Kuten mm. Valtasaari (1952) huomauttaa, jalostusasteen korottamisen esteenä markkinoilla on ollut vanhastaan ostajamaiden tullipolitiikka. Tuotannon ja viennin laajenemista onkin tapahtunut erityisesti, joskaan ei yksinomaan, sellaisten tuotteiden (esim. sanomalehtipaperin) kohdalla, jotka ovat olleet joko kokonaan tullittomia tai joiden tullit ovat olleet erikoispaperilajien tulleja alhaisemmat ostajamaissa.



Kuva 2. Määrän ja jalostusasteen trend (koko metsäntuotteiden vienti) 1950—60 (1950=100).

Abb. 2. Trend der Quantität und des Ferdigungsgrades i. d. J. 1950—60 (1050=100).

Myös vanerin tuotannon ja viennin laajentumiseen on tämän tuotteen kysynnän voimakas lisääntyminen myötävaikuttanut, joskin eräiden maiden, erityisesti Japanin ,kilpailu on vaikeuttanut suomalaisten tuottajien mahdollisuuksia.

Yhtenä puumassa-paperiteollisuuden laajentumista edistäneenä tekijänä on mainittava myös ne lainat, joita alan yritykset ovat saaneet etenkin Maailmanpankilta, sekä muut rahoitusta edistäneet toimenpiteet.

Huomautettakoon, että tietynlaista jalostusastelisää voi tapahtua myös *metsätaloudessa* sen johdosta, että vientituotantoa varten tuotetaan entistä järeämpää ja parempilaatuista puuta. Tämä metsätalouden panos ei tule

Taulukko 2. Eri metsäntuotteiden viennin jalostusaste (vientiarvo mk/k-m³ raakapuuta) keskim. vv. 1958—60.

Tabelle 2. Fertigungsgrad der exportierten Forsterzeugnisse, durchschnittl. i. d. J. 1958—60 (Exportwert in Finnmark je fm Rohholz).

Prosessi ja tuote *Erzeugnisgruppe und Erzeugnis*	mk/tn *Finn-mark/t.*	muunto-luku k-m³/tn *Umrech-nungszahl fm/t.*	mk/k-m³ *Finn-mark/fm*
1. *Raakapuun vienti — Ausfuhr von Rohholz:*			
Vientipaperipuu — *Ausgeführtes Papierholz*	—	—	4 080
Koko raakapuun vienti — *Gesamtausfuhr von Rohholz*	—	—	4 360
2. *Puuteollisuus — Mechanische Holzindustrie:*			
Sahatavara — *Schnittholz*	—	—	5 730 [1]
Vaneri — *Sperrholz*	—	—	16 360
Koko puuteollisuus — *Mechanische Holzindustrie insgesamt*	—	—	6 540
3a. *Puumassateollisuus — Holzschliff- und Zellstoffindustrie:*			
Puuhioke, märkä — *Holzschliff, nass*	19 580	2.31	8 480
Puuhioke, kuiva — *Holzschliff, trocken*	19 160	2.31	8 290
Dissolving selluloosa — *»Dissolving» Zellstoff*	51 440	5.60	9 190
Valk. sulfiitti — *Gebleichter Sulfitzellstoff*	41 400	4.76	8 700
V-ton sulfiitti — *Ungebleichter Sulfitzellstoff*	32 560	4.20	7 750
Valk. sulfaatti — *Gebleichter Sulfatzellstoff*	39 960	5.25	7 610
V-ton sulfaatti — *Ungebleichter Sulfatzellstoff*	31 330	4.90	6 390
Koko puumassateollisuus keskim. — *Gesamte Holzschliff- und Zellstoffindustrie im Durchschn.*	—	—	(8 280)
3b. *Paperiteollisuus — Papierindustrie:*			
Sanomalehtipaperi — *Zeitungspapier*	41 350	2.8	14 770
Voimapaperi — *Kraftpapier*	50 810	4.9	10 370
Greaseproof	94 460	4.2	22 490
Muu käärepaperi — *Sonst. Verpackungspapier*	71 370	3.9	18 300
Kirj. & painopaperi — *Schreib- und Druckpapier*	54 920	4.3	12 770
Muut paperilaadut — *Sonst. Papiersorten*	76 280	4.2	18 160
Kraftliner	42 060	4.2	10 010
Taivekartonki — *Knickkarton*	52 820	3.5	15 090
Muu kartonki & pahvi — *Sonst. Karton- und Pappesorten*	48 340	2.8	17 260
Koko paperiteollisuus keskim. — *Gesamte Papierindustrie im Durchschn.*	—	—	(17 790)
3a—3b. Koko puumassa- ja paperiteollisuus keskim. — *Gesamte Holzschliff- und Zelluloseindustrie im Durchschn.*	—	—	12 000
1—3. Koko metsäntuotteiden vienti keskim. — *Gesamtausfuhr von Forsterzeugnissen*	—	—	8 460

[1]) Käytetty laskentamenetelmä aiheuttaa sen, että esim. sahateollisuuden muille teollisuuksille luovuttama jätepuu jää ottamatta huomioon vientiarvoa laskettaessa. Puumassa-paperiteollisuuden tuotteiden vientiarvo taas tämän johdosta hiukan suurenee. — *Bei dem in der Untersuchung angewandten Berechnungsverfahren konnte diejenige Abfallholzmenge, die von der Sägeindustrie an sonstige Industriezweige abgegeben wurde, nicht berücksichtigt werden. Der Exportwert der Erzeugnisse in der Zelluloseindustrie wiederum ist etwas höher als in Wirklichkeit.*

erikseen näkyviin suoritetuissa laskelmissa. Se on kuitenkin pidettävä mielessä verrattaessa järeätä puuta jalostavan puuteollisuuden tuotteiden viennin ja muiden ryhmien jalostusastetta.

b. Hyötysuhteen kehitys

Laskettuun jalostusastelisään sisältyy myös ns. hyötysuhdelisää, ts. viennin määrän ja arvon lisääntymistä sen johdosta, että vientituoteyksikön valmistukseen tarvittava ensikertaisen raakapuun määrä on 1950-luvulla pienentynyt. Todettiin jo, että näin määriteltyyn hyötysuhdelisään sisältyy tavallaan kaksi eri luonteista komponenttia. Ensinnäkin siihen kuuluu raakapuun säästö, jonka teknillinen kehitys saa aikaan tietyssä tuotantoprosessissa. Tämä kehitys on ollut varsin näkyvää vaneriteollisuudessa, missä tuotekuutiometrin vaatima raakapuumäärä oli

v. 1950	4.41	k-m³
v. 1958	2.71	»
v. 1959	2.61	»
v. 1960	3.05	»

Suurin syy tähän kehitykseen lienee kuitenkin vaneriteollisuuden tuotannon rakennemuutos, lähinnä rimalevyn osuuden lisääntyminen. Tällöin osa ensikertaisesta raakapuusta on korvattu sahateollisuudesta saadulla jätteiden luonteisella raaka-aineella. Myös se seikka, että on ryhdytty lisääntyvässä määrin valmistamaan paksuja betonoimislevyjä, on ilmeisesti korottanut raakapuun käytön hyötysuhdetta.

Puumassa-paperiteollisuudessa ja sahateollisuudessa, kummassakin erikseen, nyt tarkastelun kohteena oleva hyötysuhdelisä on todennäköisesti jäänyt vähäiseksi. Sahateollisuuden osalta tämä käy ilmi mm. metsäntutkimuslaitoksen puunkäyttötutkimuksen yhteydessä suoritetuista laskelmista, joiden mukaan yhden standartin vaatima raakapuumäärä on 1950-luvulla pysynyt melko vakiona. Sen vuoksi onkin edellä käytetty vakiosuhdetta laskettaessa vietyjä sahatavaramääriä vastaavia raakapuumääriä, mikä laskentamenetelmä on eliminoinut mahdollisen hyötysuhdelisän tuloksesta. Puumassa-paperiteollisuuden osalta em. päätelmä perustuu eräiden asiantuntijoiden käsitykseen.

Toinen hyötysuhdelisän komponentti on jätepuun käyttö puumassateollisuudessa sekä jätepaperin käyttö paperi- ja kartonkiteollisuudessa. Jätteiden käytön lisääntyminenhän merkitsee, että tuoteyksikön valmistukseen tarvittavan *ensikertaisen* raakapuun määrä vähenee.

Teollisuustilaston mukaan jätehakkeen käyttö selluloosateollisuudessa ja jätepaperin käyttö paperi- ja kartonkiteollisuudessa on v. 1950—60 kehittynyt taulukon 3 osoittamalla tavalla (luvut on muunnettu kiintokuutiometreiksi paperipuuta):

Luvuista ilmenee, että jätepuun lisääntyvä käyttö on osaltaan ylläpitänyt selluloosateollisuuden kasvua v. 1950—60, vieläpä suhteellisesti jonkin verran

Taulukko 3. Sahoilta saadun hakkeen ja jätepaperin käyttö puumassa-paperiteollisuudessa vv. 1950—60 (määrät muunnettu kiintokuutiometreiksi paperipuuta).

Tabelle 3. Verbrauch von aus Sägewerken stammenden Hackspänen und von Abfallpapier in der Zellstoff- und Papierindustrie i. d. J. 1950—60 (umgerechnet auf fm Rohholz).

Vuosi — *Jahr*	Hake *Hackspäne* 1 000 k-m³ - *fm*	Jätepaperi *Abfallpapier* 1 000 k-m³ - *fm*	Yhteensä — *Insgesamt*	
			1 000 k-m³ - *fm*	% koko puumassa-paperiteoll. raakaaineesta *Prozent vom Rohstoffverbrauch der gesamten Holzschliff- und Zelluloseindustrie*
1950	667	35	702	9.0
1951	810	46	856	9.7
1952	858	47	905	11.7
1953	861	58	919	12.2
1954	1 042	70	1 112	11.5
1955	1 153	95	1 248	11.4
1956	1 112	101	1 213	10.9
1957	1 311	119	1 430	11.8
1958	1 499	125	1 624	13.5
1959	1 840	142	1 982	15.7
1960	2 285	167	2 452	16.9

suuremmassa määrin kuin ensikertaisen puun käytön lisääntyminen. Kun juuri selluloosateollisuus ja sen tuotteita jalostava paperiteollisuus ovat pääasiassa aiheuttaneet koko metsäntuotteiden viennin jalostusasteen nousun, lisääntyvällä jätteiden käytöllä on ollut tietty vaikutuksensa jalostusasteen kehitykseen.

On merkille pantavaa, että hyötysuhdekasvu on tapahtunut edellä selostetun vientituotannon ja viennin lajitelman kehityksen kautta, sitä vahvistamalla. Se on siis tavallaan yksi lisätekijä edellä mainittua rakennekehitystä ohjanneiden syiden luetteloon.

Puujätteiden käytön aiheuttama vientituotteiden määrän ja arvon lisääntyminen voidaan syystä katsoa metsäteollisuuden jalostusasteen nousuksi silloin, kun on kysymys ennen hukkaan joutuneen materiaalin ottamisesta teolliseen prosessiin. Jonkin verran toisin on laita silloin, kun jätepuu siirretään esim. polttoainekäytöstä teollisuuden raaka-aineeksi. Tavallaan voidaan tällöinkin katsoa sen joutuvan »parempaan käyttöön», mutta sen vertailu entiseen käyttömuotoon käy varsin komplisoiduksi, näin vähentynyt polttopuu kun on yleensä korvattava jollakin muulla polttoaineella tai energialla. Tällaista ennen polttopuuna käytettyä sahojen jätettä sisältynee ainakin jossain määrin, ehkä huomattavastikin, taulukon 3 osoittamiin lisääntyneisiin hakemääriin. Toisaalta sen polttoainearvo on tullut todennäköisesti enemmän kuin kompensoiduksi selluloosateollisuuden juuri 1950-luvulla suuresti lisääntyneessä jäteliuoksen talteen otossa polttoaineeksi.

Erilaisten viennin ja tuotannon rakennemuutosten vaikutus jalostusasteeseen

Kysymys metsäteollisuuden ja metsäntuotteiden viennin jalostusasteen kohottamisesta on käynyt entistäkin ajankohtaisemmaksi sen johdosta, että vientituotannon lisäämiseen hakkuukertymää suurentamalla ei laadittujen hakkuusuunnitteiden puitteissa ole lähitulevaisuudessa mahdollisuuksia. Jotta voitaisiin saada käsitys siitä, miten erilaiset vientituotannon ja viennin rakennemuutokset vaikuttavat jalostusasteeseen, on jalostusasteen muutos laskettu seuraavien vaihtoehtojen pohjalla.

I. Viennin kokonaismäärä on sama kuin v. 1960, mutta raakapuun vienti supistuu 50 % vuoden 1960 määrästä. Toinen puoli v. 1960 viedystä raakapuusta menee lisäraaka-aineeksi puumassa-paperiteollisuudelle, jonka rakenne pysyy samana kuin v. 1960.

II. Muutoin kuten edellä, mutta sen lisäksi puumassan edelleen jalostus paperiksi ja kartongiksi — joiden lajitelma oletetaan samaksi kuin v. 1960 — lisääntyy 50 %:lla ja selluloosan viennissä valkaistun massan osuus 100 %:lla.

III. Paperi- ja kaivospuun vienti lakkaa kokonaan. Muutoin samat rakennemuutokset kuin vaihtoehdossa II.

Jokaisessa vaihtoehdossa oletetaan muut tekijät, mm. hyötysuhde ja yleensä »teknilliset kertoimet» muuttumattomiksi.

Tässä ei ryhdytä arvioimaan eri vaihtoehtojen toteutumismahdollisuuksia eikä ennakoimaan, minkä ajan kuluessa mikin vaihtoehto ehkä toteutuu. Tähän vaikuttavat näet monet vaikeasti ennakoitavat tekijät, kuten Suomen asenne Länsi-Euroopan taloudellisiin integraatioihin, etenkin parhaillaan laajentuvaan Euroopan talousyhteisöön (EEC) ja yleensäkin Suomen noudattama ulkomaankauppapolitiikka ja sisäinen talouspolitiikka.

Eri vaihtoehtojen mukaiset jalostusasteet vuoteen 1960 (= 100) verrattuna ovat seuraavat:

I	106
II	113
III	122

Vaihtoehdon III toteutuminen tietäisi jalostusasteen nousua jokseenkin samalla määrällä kuin v. 1950—60.

Toisaalta on syytä korostaa, että viennin jalostusasteen huomattavakaan nousu ei voi kompensoida sitä vientitulojen kasvun vajausta, jonka volyymikasvun tyrehtyminen aiheuttaa. Sitä paitsi vuoden 1960 puun käytön perusteella laskettu poistuma (52.7 milj. k-m^3) oli P ö n t y s e n mukaan 5—6 milj. k-m^3 HKLN-suunnitteen ja I l v e s s a l o n tarkistetun suunnitteen edellyttämää suurempi. Onkin välttämätöntä sekä tehostaa puun käyttöä mm. hukkaeriä pienentämällä että lisätä ponnistuksia puun tuotannon kohottamiseksi, jos mieli estää metsäntuotteiden viennin antaman valuuttatulon väheneminen puhumattakaan pyrkimyksestä sen suurentamiseksi vuoden 1960 määrästä.

Kirjallisuutta

FAO etc. 1954. World pulp and paper resources and prospects. New York.

Heikinheimo, Lauri, Heikurainen, Leo, Holopainen, Viljo, Keltikangas, Matti, Kuusela, Kullervo ja Möttölä, Tatu. 1962. Metsätalouden parannusten työllisyys- ja tulovaikutukset. Komiteanmietintö 6/1962. Liite VII. (Viitattu: Heikinheimo ym.)

Holopainen, Viljo. 1960. Central marketing of cellulose with particular reference to brand policy. Acta forest. fenn. 73.

Hägerström, Sven. 1962. Selluloosateollisuuden kehitys 1950-luvulla ja sen tulevaisuuden näkymät. Unitas, s. 5—8.

OEEC 1959. The pulp and paper industry in Europe. Developments between 1950 and 1957. The situation in 1958. Prospects for 1963—65. Paris 1959.

Streyffert, Th. 1957. Världens framtida virkesförsörjning. Summary: World Timber Trends and Prospects. Kungl. Skogshögskolans Skrifter Nr. 27.

Suomen Selluloosayhdistys. Vuositilasto (Finncell) 1961.

Söderhjelm, J. O. 1961. Utvecklingslinjer för vår skogsindustris produktionsvolym och produktionsinriktning. Ekonomiska Samfundets Tidsskrift, s. 93—105.

Teollisuustilasto (SVT XVIII A: 74). 1950—60.

Ulkomaankauppatilasto (SVT I A: 79). 1950—60.

Valtasaari, Matti. 1952. Metsäteollisuuden jalostusaste kansantalouden kannalta. Kansantal. aikakauskirja, s. 10—26.

Der Fertigungsgrad der aus Finnland in den Jahren 1950—1960 exportierten Forsterzeugnisse

Referat

Der Export in der Forst- und Holzwirtschaft eines Landes kann grundsätzlich in zweierlei Weise zur Förderung dessen wirtschaftlichen Wachstums beitragen, letzteres gemessen am Volkseinkommen sowie ohne Berücksichtigung preislicher Veränderungen:

a. durch Anstieg der Exportmenge

b. durch Steigerung des Fertigungsgrades der Exporterzeugnisse.

Der *Quantitätszuwachs* lässt sich dabei als Anwachsen der Ausfuhr in der Forst- und Holzwirtschaft definieren, der seine Erklärung im Ansteigen der für die Ausfuhrproduktion benötigten Rohholzmenge findet, vorausgesetzt, dass sich die Struktur des Exports, d. h. der relative Anteil eines jeden Exportartikels, nicht verändert.

Mit *Fertigungsgrad* wird der durchschnittliche fob-Exportwert der Exportartikel in der Forst- und Holzwirtschaft bezeichnet, gemessen pro Einheit (Festmeter) der zu deren Verfertigung benötigten Rohholzmenge. Verändert sich die Auswahl der Exportartikel in ihrer Zusammensetzung dergestalt, dass ein immer grösserer Teil des Exports

Fertigfabrikate oder nahezu Fertigfabrikate umfasst, erwächst daraus für die Ausfuhr ein *Qualitätszuwachs*, der — bei Zugrundelegung konstanter Preise — auf dem Ansteigen des Einheitswertes der aus einem Festmeter Rohholz erzeugten Artikelmenge beruht.

Die vorliegende Untersuchung hat zum Zweck, die Entwicklung des Fertigungsgrades bei den in den Jahren 1950—60 aus Finnland exportierten Forsterzeugnissen zu markieren. Dies geschieht getrennt für drei Gruppen: für den Export von Rohholz, für die mechanische Holzindustrie sowie für die Holzschliff- und Zelluloseindustrie.

Der Fertigungsgrad wurde für eine jede Erzeugnisgruppe mit Hilfe folgender Formel errechnet:

$$\frac{q_t \cdot p}{v_t}, \text{ wobei}$$

q_t = Exportmenge je Erzeugnis und Erzeugnisgruppe im Jahre t (laut finnischer Aussenhandelsstatistik)
v_t = zur Verfertigung der Erzeugnismenge q_t benötigte Rohholzmenge im Jahre t
p = konstanter Preis, berechnet aus den Durchschnittspreisen der Jahre 1958—60 (laut finnischer Aussenhandelsstatistik)

Vor allem das Bestimmen der verbrauchten Rohholzmenge v_t erforderte umständliche Berechnungen. Dabei wurden die von P ö n t y n e n für die verschiedenen Holzindustriezweige errechneten jeweiligen Holzverbrauchsmengen zugrunde gelegt und von diesen diejenigen Rohholzmengen subtrahiert, die zur Herstellung der im eigenen Lande verwendeten Fertigfabrikante benötigt worden waren.

Die Resultate, sind je Erzeugnisgruppe aus Darstellung Nr. 1 und Tabelle Nr. 1 ersichtlich.

Zufolge dieser Untersuchungen ist der Fertigungsgrad der aus Finnland in der Periode 1950—60 exportierten Forsterzeugnisse insgesamt um 20 %, d. h. im Durchschnitt mit 2 % pro Jahr, gestiegen.

Der Anstieg der Exportmenge, nämlich um 45 %, war gleichzeitig 2 mal so hoch wie die Steigerung des Fertigungsgrades. Auf den Qualitätszuwachs auf Grund des erhöhten Fertigungsgrades wirkt in geringem Masse das Ansteigen des sog. Ergiebigkeitsquotienten ein, das daher rührt, dass — infolge der technischen Fortentwicklung und der intensiveren Verwendung von Holzabfällen (Tabelle 3) — die für die Herstellung der Exportartikel benötigte Rundholzmenge im Verlaufe der untersuchten Zeitspanne etwas gesunken ist. Entsprechend den Untersuchungsbeobachtungen ist die Bedeutung dieses Momentes allerdings gering.

Für die Steigerung des Fertigungsgrades waren in der Hauptsache drei Faktoren ausschlaggebend:

1. der kräftige Anstieg des Exportes von Erzeugnissen der Holzschliff- und Zelluloseindustrien (Zellstoff, Papier, Pappe)
2. das Anwachsen des Anteils von gebleichtem Zellstoff am Zellstoffgesamtexport.
3. die Zunahme des Anteils von Papier und Pappe an der Gesamtproduktion und am Export von Erzeugnissen aus der Gruppe Nr. 3 (Holzschliff- und Zelluloseindustrie)

Die vorliegende Untersuchung setzt sich darüber hinaus mit den Ursachen dieses Entwicklungsganges auseinander und beleuchtet die Aussichten für die Steigerung des Fertigungsgrades in der Zukunft.