METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

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

48

HELSINKI 1958

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

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

48

HELSINKI 1958

Helsinki 1958. Valtioneuvoston kirjapaino

COMMUNICATIONES

INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

48

48. 1 Vuokila, Yrjö, 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary in English: On the development of managed spruce stands in southern Finland ..... 1—138

48. 2 Mikola, Peitsa, 1956. Studies on the decomposition of forest litter by Basidiomycetes. Suomenkielinen selostus: Tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumisesta kantasienien vaikutuksesta .. 1— 22

48. 3 Viro, P. J. 1956. Kloridi-ionin myrkkyvaikutuksesta. Summary: On the toxicity of the chloride ion ..... 1— 16

48. 4 Mikola, Peitsa, 1957. Taimitarhojen nykyiset työmenetelmät. Summary in English: Nursery practice in Finland ..... 1— 19

48. 5 Selin, Lauri, 1957. Raakapuun kantohintataso maassamme vuosina 1934—55. Summary: Stumpage price level in Finland in 1934—55 ..... 1—136

48. 6 Heiskanen, Veijo, 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. Summary: Quality of the common birch and the white birch on different sites ..... 1— 99

48. 7 Nisula, Pentti, 1957. Tukkien kuutioiminen tasaavaa kuutiojalkaluokitusta käytettäessä. Summary: Calculation of the volume of logs when using a rounding- off cbf-classification ..... 1— 26

ETELÄ-SUOMEN HOIDETTUJEN KUUSIKOIDEN KEHITYKSESTÄ

YRJÖ VUOKILA

ON THE DEVELOPMENT OF MANAGED SPRUCE STANDS IN SOUTHERN FINLAND

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1956

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkulause

Tämän tutkimuksen valmistuessa tunnen suurta kiitollisuutta niitä lukuisia henkilöitä kohtaan, joilta olen työn eri vaiheissa ja mitä moninaisimmissa muodoissa saanut apua.

Heistä haluan ennen muita mainita esimieheni, Suomen Akatemian jäsenen, professori Yrjö Ilvessalon, jonka osuus tutkimuksen toteutumiseen on ollut aivan ratkaisevaa laatua. Hänen suosiollista asennoitumistaan kuvaa varsinkin se tosiseikka, että kolmannen valtakunnan metsien arvioinnin aiheuttamasta runsaasta työmäärästä huolimatta hän on antanut minulle tilaisuuden tutkimustyön suorittamiseen ja uhrannut omaa aikaansa sen hyväksi. Erityisen maininnan ansaitsevat varsinkin ne huomautukset, jotka hän on tehnyt tutkimuksen käsikirjoitusasteella, mutta myöskin ne arvokkaat neuvot ja ohjeet, joita hän on aina ollut valmis antamaan työn kaikissa vaiheissa. Tästä kaikesta lausun kunnioittavat kiitokseni.

Varsin suuriarvoisena pidän myös sitä tukea, jonka olen saanut tohtori Aarne Nyyssöseltä jo maastotöiden alussa sekä myöhemmin monin tavoin. Olen hänelle syvästi kiitollinen.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet lisäksi professorit Vilho Lihtonen, Valter Keltikangas ja Risto Sarvas sekä tohtori Kullervo Kuusela ja kandidaatti Pentti Koivisto. Esitän heille kaikille parhaat kiitokseni saamistani arvokkaista neuvoista.

Vilpittömät kiitokseni pyydän lausua myös Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston henkilökunnalle, joka on avustanut laskentatöissä. Erityisesti haluan mainita rouva Irma Nylanderin, joka on piirtänyt tutkimuksessa esitetyt kuvat ja suorittanut konekirjoitustyön. Englanninkielisen selostuksen on tarkastanut Mr. William Dullforce, M. A. (Cantab.), jota niin ikään kiitän huolellisesta työstä.

Kiitollisena muistan niitä lukuisia yhtiöiden, yksityismetsätalouden ja metsähallinnon palveluksessa olevia metsäammattimiehiä sekä metsänomistajia, jotka ovat vaivojaan säästämättä auttaneet tutkimuskohteiden etsinnässä. Mittauksissa mukana olleet apumiehet ansaitsevat niin ikään kiitoksen hyvin suoritetusta työstä.

Vihdoin haluan korostaa sitä osuutta, joka vaimoni, maat.metsät.kand. Ritva Vuokilan asennoitumisella on ollut tutkimustyöni onnistumiseen.

Tutkimustyö on suoritettu Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osastossa. Lisäksi tutkimus on hyväksytty julkaistavaksi Metsäntutkimuslaitoksen sarjassa. Aivan ratkaisevaa taloudellista tukea olen saanut Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiöltä, jonka myöntämän apurahan turvin pääosa kenttä- ja laskentatöistä on suoritettu. Myös Emil Aaltosen Säätiöltä olen saanut apurahan. Kaikesta tästä olen kiitollinen.

Helsingissä toukokuussa 1956

Yrjö Vuokila

Sisällysluettelo

Sivu

1. Johdanto 7
   11. Tutkimustehtävän asettelu 9
   12. Terminologiaa 10
2. Tutkimusmenetelmä 12
3. Tutkimusaineiston ryhmittelyn perustekijöistä 15
   31. Metsätyypit vertailevan kasvututkimuksen perustana 15
   32. Ikä kuusimetsikön kuvaajana 19
4. Maastotyöt 23
   41. Tutkimusmetsiköille asetetut vaatimukset 23
      411. Käsittelytapa 23
      412. Tasaikäisyys 25
      413. Puhtaus 25
      414. Maastokuvion ala 26
      415. Kasvupaikka 27
   42. Koealoilla suoritetut tutkimukset 28
      421. Puiden ja kantojen mittaus 28
      422. Pystykoepuiden mittaus 28
      423. Muut havainnot 30
5. Tutkimusaineisto ja sen käsittely 31
   51. Piirteitä tutkimusaineistosta 31
   52. Aineiston käsittely 34
      521. Perustavat laskentatyöt 34
         5211. Puutavaralajitaulukot 34
         5212. Kasvun vaihtelua koskevat laskelmat 36
         5213. Taloudellisen iän määritysperusteet 37
      522. Mittaustulosten laskentatyöt 39
         5221. Kasvunlaskennassa sovelletut menetelmät 40
      523. Kehityssarjojen muodostaminen ja tasoittaminen 44
6. Tutkimuksen tulokset 45
   61. Runkoluku 46
   62. Keskiläpimitta 47
   63. Pohjapinta-ala 49
   64. Pituus 53
      641. Valtapituus 53
      642. Keskipituus 56
   65. Kuutiomäärä 58
      651. Kuorisadannes 63
   66. Kuutiokasvu 63
      661. Vuotuinen kasvu 63
         6611. Vuotuinen kasvusadannes 72
      662. Kokonaiskasvu 73
      663. Suurimman puumäärän kiertoaika 77

67. Kuutiopoistuma 79
671. Kokonaispoistuma 80
672. Vuotuinen ja keskimääräinen poistuma 82
673. Poistuma 10-vuotiskausittain 84
68. Puuston rakenne 85
681. Tukkipuulaskelmat 86
6811. Tukkipuurunkojen lukumäärä 87
6812. Tukkipuumäärä 90
6813. Tukkipuurunkojen keskikuutio 92
682. Paperipuumäärä 93
683. Halkopuumäärä 95
684. Poistopuuston jakaantuminen eri käyttömuotoihin 96
685. Kokonaistuotos 100
7. Tutkimustulosten yhdistelmä 105
Kirjallisuusluettelo 107
Summary 116
Liite 135

1. Johdanto

Metsän rakenteen kehitys voi lyhyehkönäkin aikana saada varsin yllättävän suunnan tai ennakolta arvaamattomat mittasuhteet. Siitä on havainnollisena esimerkkinä Suomen metsien puulajisuhteiden viimeaikainen kehitys, joka on käynyt aivan päinvastaiseen suuntaan, kuin vielä kolmisenkymmentä vuotta sitten arveltiin, ja jonka nopeus on ollut suorastaan hämmästyttävä.

Vielä 1930-luvulla oli näet yleisenä käsityksenä, että Suomen metsien kuusivarat olivat ehtymässä (vrt. esim. Ilvessalo 1931; Pekkala 1931; Saari 1934 a). Siihen oli antanut aihetta itsenäistymistä seurannut kuusta raaka-aineena käyttävän puunjalostusteollisuuden ripeä laajeneminen (vrt. Pöntynen 1931, s. 58) ja jalostamattoman kuusipuun vienti (vrt. Pöntynen 1932, s. 40), jotka olivat lisänneet merkittävästi kuusipuuvarojen käyttöä (vrt. Saari 1934). Vallitsevaan mielipiteeseen kiinnitti huomiota myös valtiovalta (Pienpuukysymys 1933, s. 15; Paperipuukysymys 1933, s. 71). Luonnollisena seurauksena oli, että alettiin pyrkiä säästämään kuusipuuta tarpeettomalta käytöltä, suosia sitä hakkauksissa mm. alikasvoksia vapauttamalla ja lisätä kuusen viljelyä. Tähän tähdättiin lähinnä valistustoiminnan avulla ja metsäpoliittisin toimenpitein, erityisesti yksityismetsälain ja metsänparannuslain turvin (vrt. Kalela 1932, ss. 10—11). Kun toisen valtakunnan metsien arvioinnin tulokset saatiin julkisuuteen, voitiin kuitenkin todeta kuusivarojen vastoin odotuksia lisääntyneen (Ilvessalo 1942, s. 82), vieläpä niin huomattavasti, että siihen ei voitu löytää mainituista toimenpiteistä täyttä selitystä.

Aivan viime vuosina kuusikysymys on jälleen tullut ajankohtaiseksi, tällä kerralla kuitenkin asettelultaan täysin muuttuneessa muodossa, sillä ongelmaksi ovat nyt muodostumassa Suomen metsien mahdollinen liiallinen kuusettuminen ja sen aiheuttamat haitalliset kansantaloudelliset vaikutukset (vrt. esim. Ilvessalo 1951, ss. 12—15; Kalela 1951; 1952, s. 20; Sarvas 1951, s. 70). Tämä käsityksissä lyhyenä aikana tapahtunut muutos kuvaa jo tavallaan sitä nopeutta, jolla kuusettuminen on edistynyt viime vuosikymmeninä muiden puulajien kustannuksella lähinnä

kuusen suuren kilpailukyvyn vuoksi (vrt. Aaltonen 1936; Kalela 1945, s. 8; 1949, s. 10).

Täsmällisimmän kuvan kuusettumistapahtuman laajuudesta ja merkityksestä antavat valtakunnan metsien arviointien tulokset. Erittäin valaisevia ovat esim. ne sadannesluvut, jotka ilmaisevat kuusivaltaisten metsien osuuden Suomen eteläpuoliskon kasvullisen metsämaan pinta-alasta. Kun kyseinen sadannes oli vv. 1921—24 suoritetun arvioinnin mukaan 26.9 (Ilvessalo 1927, taul. 44), vastaava vv:n 1936—38 arvioinnin suhdeluku oli 33.4 (Ilvessalo 1942, s. 82), joka alueluovutusten johdosta muuttui 34.3:ksi (Ilvessalo 1951, s. 13). Kolmas arviointi, joka suoritettiin vv. 1951—53, puolestaan osoittaa, että kuusivaltaisten metsien osuus Etelä-Suomen kasvullisen metsämaan pinta-alasta on kohonnut 39.1 %:een (Ilvessalo 1956, s. 60). Kun vastaava mäntyvaltaisten metsien osuus on samana aikana pienentynyt 51.5 %:sta 42.7 %:een, näyttää siltä, että kuusi on nopeasti muuttumassa eteläpuoliskon metsien vallitsevimmaksi puulajiksi.

Kuusettumisilmiön nopeus on aiheuttamassa metsätalous- ja metsätiedemiehille vaikean ongelman: Onko tämän luontaisen kehityksen annettava jatkua, vai onko sitä pyrittävä kääntämään johonkin toiseen, kansantaloudellisesti kenties edullisempaan suuntaan? Ennen kuin tällaisia kauaskantoisia ja mahdollisesti metsäpoliittisiin toimenpiteisiin johtavia päätöksiä voidaan suorittaa, on selvitettävä, mikä kuusettumisessa on kielteistä ja mikä myönteistä. Metsänarvioimistieteellä on tämän ongelmavyyhden selvittämisessä keskeinen asema, sillä lähinnä sen piiriin kuuluu niiden tietojen hankkiminen taksatoristen kehitystutkimusten avulla, joiden perusteella kuusettumisilmiön liike- ja kansantaloudellinen arvostelu on mahdollista.

Kuusen kasvava merkitys on lisännyt kuusen ja kuusimetsikön tutkimisen tarvetta monien muidenkin ajankohtaisiksi tulleiden ongelmien selvittämiseksi. Erityisesti kaivattaisiin hoidettujen kuusikoiden kasvua valaisevia tietoja, joiden perusteella nykykuusikkojen kasvun (vrt. Ilvessalo 1927, 1942, 1948, 1956; Sarvas 1944) kohottamisen mahdollisuuksia koskevat arvioinnit voitaisiin saattaa luotettavammalle pohjalle, kuin tähänastisin tiedoin on mahdollista. Vallitsevana talousmetsien aikakautena usein alikasvoksista syntyneiden luonnonnormaalien kuusimetsiköiden kasvua kuvaavat luvut (Ilvessalo 1920 a) ovat näet käyneet mainittuun suunnitteluun soveltumattomiksi. Myöskin kuusen viljelytoiminnan liiketaloudellisen kannattavuuden selvittäminen edellyttää luontaisesti syntyneen hoidetun kuusimetsikön taksatorisen kehityksen tuntemista. Kalelan (1933) viljelykuusikon kehitystä selvittelevän tutkimuksen ja Ilvessalon luonnonnormaaleille metsiköille laatimien kasvu- ja tuottotaulukoiden (mt.) osoittamien lukujen vertailu ei voi nim.

tuoda ilmi keinollisen ja luontaisen uudistamisen todellisia kannattavuussuhteita, josta syystä sillä pohjalla ei voida myöskään kuusen viljelytoimintaan liittyviä taloudellisia ongelmia ratkaista.

Luontaisesti syntyneiden hoidettujen kuusimetsiköiden taksatorisen kehityksen tutkimista on siten pidettävä kasvu- ja rakenneopin eräänä kiireellisimpänä tutkimuskohteena, varsinkin kun vastaava männikköä koskeva tutkimus on jo saatu aikaan (Nyyssönen 1954).

11. Tutkimustehtävän asettelu

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tuoda valaistusta edellä esitettyihin ongelmiin selvittelemällä luontaisesti syntyneiden, puhtaiden, tasaikäisten hoidettujen kuusikoiden kehitystä kahdella Etelä-Suomen kuusimetsiköiden yleisimmällä kasvupaikalla, käenkaali-mustikkatyypin ja mustikkatyypin metsämailla.

Hoidetulla kuusikolla tarkoitetaan tällöin Suomessa yleisen metsänhoidollisen ajatustavan mukaisesti sellaista metsikköä, jossa on jokaisen hakkauksen jälkeen aina puuston paras ja tuottoisin osa jäljellä, ts. jota on toistuvasti käsitelty harventaen alhaalta käsin (vrt. Julkilausuma 1948; Kalela 1948, s. 22; Sarvas 1948).

Tarkasteltavan metsikkölajin kehitystä kuvataan metsänarvioimistieteen käyttämin keinoin paitsi biologiselta kannalta myös liiketaloudelliset näkökohdat huomioon ottaen. Ensiksi mainittuun päämäärään pyritään kuvaamalla metsikön puuston kehitystä iän funktiona, jälkimmäinen tavoite pyritään saavuttamaan täydentämällä edellistä käyttökelpoisen puuston rakenteen kaupallisia kuutioyksikköjä käyttäen tapahtuvalla tarkastelulla.

Varsin huomattava asema on käsillä olevassa tutkimuksessa niillä vertailuilla, joita suoritetaan toisaalta luonnonnormaalien kuusikoiden (Ilvessalo 1920 a) ja viljelykuusikoiden (Kalela 1933) ja toisaalta hoidettujen kuusikoiden välillä. Niiden perusteella pyritään tarkastelemaan kyseisten metsikkölajien kehityksen erikoispiirteitä sekä tuomaan valaistusta niihin käytännön metsätaloudessa esiintyviin ongelmiin, joita yllä on kosketeltu. Nimenomaan luontaisesti syntynyttä ja keinollisesti perustettua hoidettua kuusimetsikköä vertailemalla on tarkoitus luoda pohjaa keinollisen uudistamisen liiketaloudellisen kannattavuuden arvostelemiselle. Tärkeän vertailukohteen muodostavat lisäksi valtakunnan metsien arviointien tulokset (Ilvessalo 1927, 1942, 1956), joiden perusteella on mahdollista saada havainnollinen kuva nykykuusikoiden kasvun kohottamisen mahdollisuuksista.

12. Terminologiaa

Tähänastisten kotimaisten puuston kehitystä selvittävien tutkimusten terminologia ei ole noudattanut tarpeeksi johdonmukaista linjaa, jotta edes kaikki päätermit olisivat sekaantumisvaaratta ymmärrettävissä. Sen johdosta on käynyt tarpeelliseksi määritellä ne päätermit, jotka tulevat tässä tutkimuksessa toistuvasti esille.

Metsikön puustolla tarkoitetaan seuraavassa metsikössä tietyllä hetkellä tavattavien puuyksilöiden muodostamaa kokonaisuutta. Tietyn jakson kuluessa voidaan lisäksi erottaa *säilyvä* ja *poistuva puusto*.

Puuston kuutiomäärä ilmoittaa metsikössä havaintohetkellä esiintyvien elävien puiden kuutiomäärän kiintokuutiometreinä kuorellista tai kuoretonta runkopuuta, kuitenkin ilman kantoa.

Puuston puutavaramäärällä ymmärretään kuutiomäärää kaupallisina kuutioyksikköinä. Se jakaantuu edelleen *tukkipuu-*, *paperipuu-* ja *halkopuumääriin*.

Puuston kuutiokasvu tarkoittaa biologiseen kasvutapahtumaan perustuvaa kuutiomäärän lisääntymistä, joka tavallisesti ilmoitetaan kiintokuutiometreinä kuoretonta runkopuuta. Aikamääritteen mukaan erotetaan seuraavat termit: *vuotuinen kasvu* ja *jakson kasvu* sekä viimeksi mainitun erikoistapauksena *kiertoajan kasvu* eli *kokonaiskasvu*. Jakson (ja siis myös kiertoajan) yhteydessä puhutaan lisäksi *keskimääräisestä kasvusta*, joka ilmoittaa kyseisen jakson kuluessa keskimäärin vuotta kohden tapahtuneen kasvun. Lähinnä laskentateknillisesti kuutiokasvu voidaan jakaa edelleen *säilyvän* ja *poistuvan puuston kasvuihin*.

Puuston kuutiopoistuma tarkoittaa metsiköstä eri syistä poistuneiden puiden kuutiomäärää kiinto- tai puutavarayksikköinä. Varsinkin luonnontilaisissa metsiköissä tulee jälleen kysymykseen *vuotuinen poistuma*, hakkauksilla käsitellyissä metsiköissä sen sijaan yleensä vain *jakson poistuma;* viimeksi mainitun erikoistapaus on jälleen *kiertoajan poistuma* eli *kokonaispoistuma*. *Keskimääräinen poistuma* on niin ikään käsitteellisesti analoginen vastaavan kasvutermin kanssa ja tulee siten kysymykseen jakson yhteydessä. Aiheuttajansa mukaan erotetaan edelleen *hakkuu-* ja *luonnonpoistumaa*.

Puuston kuutiotuotos ilmoittaa tuotannon tuloksen hyödykkeinä, puutavaralajeina. Jälleen esiintyvät termit *vuotuinen tuotos*, *jakson tuotos*, *kiertoajan tuotos* eli *kokonaistuotos* ja *keskimääräinen tuotos*, joiden merkitys on täysin edellä esitettyjen samanmuotoisten termien mukainen. Sekä vuoden, jakson että kiertoajan yhteydessä voidaan lisäksi puhua *tukkipuun*, *paperipuun* ja *halkopuun tuotoksista*.

Puuston tuotto on termi, joka on varattu yksinomaan puuston arvosuhteet huomioon ottaviin tuotannon tuloksen ilmaisuihin. Yleensä on

tällöin kysymys rahamääräisistä ilmaisuista, mutta saman termin piiriin voitaneen viedä myös suhdelukujen perusteella suoritetut laskelmat. *Vuotuinen tuotto* tarkoittaa jälleen vuoden, *jakson tuotto* jakson sekä *kiertoajan tuotto* eli *kokonaistuotto* kiertoajan kuluessa tuotettua bruttorahamäärää. Jakson ja kiertoajan kuluessa keskimäärin vuotta kohden tuotettu bruttorahamäärä on *keskimääräinen tuotto*.

Mainittakoon, että eräät yllä esitetyistä termeistä ovat sikäli kaksikäsitteisiä, että ne voivat tarkoittaa sekä suunnitteen luonteisia, arvioituja että kertyneitä, todellisia arvoja. Tässä tutkimuksessa on poikkeuksetta kysymys edellisistä, arvioiduista käsitteistä.

2. Tutkimusmenetelmä

Biologisessa tutkimustyössä on usein tyydyttävä perusjoukosta tietyllä tavalla valittuun näytteeseen, jonka nojalla sen edustamaa tutkimuskohdetta koskevat päätelmät suoritetaan. Tämän näytteen valintatekniikan suunnittelu on tutkimustyön tärkeimpiä vaiheita, sillä siitä riippuvat ratkaisevasti aineiston käsittelytapa ja tehtyjen johtopäätösten merkitsevyys (vrt. Cochran ja Cox 1950, s. 6).

Näytteen valintatekniikasta riippumatta puuston kehitystä tutkittaessa on käytettävissä kaksi päälinjaa, nim. kestokokeet ja tilapäiskoealoihin perustuvat kertamittaukset. Edellinen linja on tarkempiin tuloksiin johtava, mutta tulee vaatimiensa kustannusten ja pitkän ajan vuoksi vain poikkeustapauksessa kysymykseen yksityisen tutkijan toiminnassa, joten sellaiset kokeet jäävät tutkimuslaitosten suoritettaviksi (vrt. Miettinen 1930; Ilvessalo 1932). Tulosten merkitsevyyden heikkenemisestä huolimatta tarkasteltavana olevan tutkimuksen kaltaisissa selvittelyissä on siten turvauduttava populaation eri kehitysvaiheissa olevien metsiköiden kertamittauksiin, joiden oletetaan antavan kuvan tutkimuskohteen keskimääräisestä kehityksestä.

Laajoihin populaatioihin kohdistuneissa tutkimuksissa lienee tähän mennessä sovellettu yleisimmin systemaattista valintaa. Parhaiten tunnettuna esimerkkinä tästä tutkimusmenetelmästä ovat valtakunnan metsien arvioinnit (Ilvessalo 1927, 1936, 1951 a). Viime aikoina on kuitenkin ryhdytty myös metsänarvioimistieteellisissä tutkimuksissa käyttämään enenevässä määrin todennäköisyysvalintaa eli otantaa aineiston valintamenetelmänä. Mainittakoon esimerkkinä, että parhaillaan käynnissä olevassa Yhdysvaltain metsien arvioinnissa sovelletaan eräissä arviointialueissa otantaa varsin hyvällä menestyksellä.

Tarkasteltavana olevan tutkimuksen kaltaisissa selvittelyissä systemaattinen valinta ja otanta tulevat kohtuuttoman kalliiksi, joten jo yksistään siitä syystä niiden soveltamiseen ei ole yleensä mahdollisuuksia olemassa. Toisaalta tutkimuksen luonteesta johtuu, että tavoiteltu päämäärä voidaan saavuttaa edellisiä huomattavasti yksinkertaisemmalla ja halvemmalla menetelmällä. Tarkoitushan ei ole perusjoukon aseman, suuruu-

den ja koostumuksen tutkiminen, vaan perusjoukkoon kuuluvien metsiköiden puuston kehityksen seuraaminen iän funktiona. Tämänlaatuisten tutkimustehtävien toteuttamiseen käytetyn menetelmän ei tarvitse täyttää samoja umpimähkäisyysvaatimuksia kuin mainitussa perusjoukon asemaa, suuruutta ja koostumusta koskevassa selvittelyssä. Tätä väittämää voidaan perustella lähinnä sillä, että tutkimusaineisto ryhmitellään käsittelyä varten tietynlaisten kehityssarjojen muotoon, joiden tasoittamisessa keräilytekniikasta mahdollisesti aiheutuvat virheet suureksi osaksi häviävät. Mainitut näkökohdat huomioon ottaen on siten tässä tutkimuksessa päädytty soveltamaan samaa yksinkertaista valintamenetelmää kuin aikaisemmissa puuston kehitystä kuvaavissa kotimaisissa selvittelyissä (Ilvessalo 1920, 1920 a, 1937; Lönnroth 1925; Lappi-Seppälä 1930; Miettinen 1932; Kalela 1933, 1936; Sarvas 1944, 1951; Nyyssönen 1954; Sirén 1955).

Aineisto on siis valittu siten, että tutkimuksen suorittaja on mitannut koealoja maastossa tapaamistaan populaatiolle asetetut vaatimukset täyttävistä metsiköistä liikkuessaan jotakuinkin sattumanvaraisesti eri puolilla Etelä-Suomea. Umpimähkäisyyteen on pyritty lisäksi siten, että jokainen hyväksytty metsikkö on myös tutkittu. Samaa sattumanvaraisuutta kuin systemaattisessa valinnassa tai otannassa ei täten kuitenkaan ole voitu saavuttaa. Niinpä havaintoja on voitu suorittaa vain murto-osassa Etelä-Suomen aluetta, jolle tutkimustulokset yleistetään. Tutkittujen alueiden osalta taas syrjäiset kohteet ovat jääneet kenties vähemmälle huomiolle kuin liikenneyhteyksien varsilla sijaitsevat. Koealojen sijoittaminen valittuun metsikköön on ollut vihdoin tutkijan harkinnasta riippuvainen.

Tietoisesti on kuitenkin pyritty supistamaan mainittujen tekijöiden vaikutus mahdollisimman vähiin. Valtakunnan metsien arviointien tulosten nojalla (Ilvessalo 1927, 1942, 1948, 1949, 1951) on esim. pyritty keskittämään tutkimuskohteiden etsintä alueisiin, joissa hoidettuja kuusikoita esiintyy runsaimmin ja joiden merkitys populaatiossa on siten painavin. Paikallisten metsäammattimiesten avulla on ollut mahdollista saada käsitys myös syrjäisten kohteiden sijainnista, joten niitä on voitu tietoisesti sisällyttää aineistoon. Mittaamalla vihdoin mahdollisimman suurialaisia koealoja niiden sijoittelun subjektiivisuutta on pyritty vähentämään. Kaiken kaikkiaan on todettava, että tutkimusaineiston keräily on pyritty saamaan mahdollisimman vähän tutkijan harkinnasta riippuvaksi käytettävissä olleiden taloudellisten mahdollisuuksien rajoissa.

Harkinnan käyttö, jota esiintyy aina tutkimuskohteita valittaessa, jos puhtaan sattuman periaatetta ei noudateta moitteettomasti, on kuitenkin otettava huomioon aineistoa käsiteltäessä ja tuloksia esiteltäessä. Ennen muuta on muistettava, että tilastomatemaattinen luotettavuus-

tarkastelu, joka perustuu puhtaan sattuman todennäköisyyteen, voi antaa kiistattoman virhearvion vain siinä tapauksessa, että aineiston keräilyssä tutkimuskohteet ovat määräytyneet täysin sattumanvaraisesti. Sama koskee myös kehityssarjojen yhtenäisyyden tarkastelua tilastomatemaattisten tunnusten avulla. Bruce ja Schumacher (1950, s. 107) ovat suorastaan väittäneet, ettei ole olemassa pienintäkään riippuvuussuhdetta harkintaan perustuen valitun näytteen ja populaation hajonnan välillä, sillä harkinnan käyttäminen on itsessään yritys pienentää tahallisesti tai tahattomasti hajontaa (vrt. myös Smith ja Duncan 1945, s. 185; Finney 1948; Yule ja Kendall 1950, ss. 373, 382—383).

Näin jyrkkä katsantokanta ei soveltune tapauksiin, joissa umpimähkäisyyttä on tavalla tai toisella tavoiteltu. Siitä huolimatta on pelättävissä, että tilastomatemaattinen luotettavuustarkastelu saattaa olla harhaanjohtava aineistossa, jonka valinnassa on harkintaa tavalla tai toisella voinut esiintyä. Merkittävää on lisäksi, että täten joudutaan todennäköisesti yleensä yliarvioimaan tulosten luotettavuutta, mikä saattaa olla varsin kohtalokasta. Kyseinen yliarviointi johtuu lähinnä harkinnan hajontaa pienentävästä vaikutuksesta sekä mahdollisesta systemaattisesta virhelähteestä, jota tilastomatemaattinen tarkastelu ei ota lainkaan huomioon.

Hakkauksilla käsiteltyjen metsiköiden puuston kehitystä kuvaavissa kotimaisissa tutkimuksissa (vrt. esim. Kalela 1933; Sarvas 1944; Nyyssönen 1954) tulosten luotettavuutta tai kehityssarjojen yhtenäisyyttä ei ole pyritty määrittämään tilastomatemaattisesti. Syynä sellaiseen menettelyyn Nyyssönen (mt., ss. 19—20) on esittänyt metsikköaineistonsa vaihtelevuuden. Kun tähän näkökohtaan lisätään vielä aineiston valintatekniikassa esiintyvät puutteellisuudet, on ymmärrettävää, ettei myöskään käsillä olevassa tutkimuksessa ole pidetty perusteltuna pyrkiä määrittämään tulosten tarkkuutta tai kehityssarjojen yhtenäisyyttä tilastomatemaattisin keinoin.

3. Tutkimusaineiston ryhmittelyn perustekijöistä

Tutkimusaineiston ryhmittely tapahtuu kasvututkimuksissa yleisesti, maantieteellistä jaottelua lukuun ottamatta, boniteettien avulla, joilla tällöin tarkoitetaan kasvupaikkojen luokittelua. Kotimaisissa kasvututkimuksissa on niin ollen Cajanderin (1909) metsätyypeillä keskeinen asema tutkimusaineistoa ryhmiteltäessä. Kun varsinkin viime aikoina metsätyyppien soveltuvuus taksatoristen tutkimusten pohjaksi on joskus asetettu kyseenalaiseksi, on paikallaan tarkastella, missä määrin tämä arvostelu on oikeutettua.

Kun tutkimustulosten tarkastelu tapahtuu ajan funktiona, myös metsikön ikää on pidettävä eräänlaisena ryhmittelytekijänä, jonka soveltuvuutta mainittuun tarkoitukseen on syytä seuraavassa pohtia.

31. Metsätyypit vertailevan kasvututkimuksen perustana

Metsätyyppeihin kohdistunut tutkimustyö oli aluksi miltei yksinomaan kasvimaantieteellistä ja -sosiologista laatua. Niin ollen ei ole ihmeteltävää, että varsinkin ulkomailla suhtauduttiin epäluuloisesti metsätyyppien soveltuvuuteen taksatoristen tutkimusten perustaksi. Esim. Ruotsissa metsätyyppejä arvosteltiin ankarasti Svenska Skogsvårdsföreningenin kokouksessa v. 1914 (vrt. Wallmo 1914; Hesselman 1914) Sylvénin (1914) vastakkaisista todisteluista huolimatta. Myöskään kotimaassa metsätyypit eivät saaneet täysin yksimielistä hyväksymistä (vrt. esim. Brenner 1922).

Erityisesti 1920-luvun metsätyyppien metsätaloudellista ja metsätieteellistä merkitystä selvittelevä monipuolinen tutkimustyö oli kuitenkin omiaan hälventämään metsätyyppeihin kohdistunutta epäluuloa (esim. Ilvessalo 1920; Valmari 1921; Aaltonen 1925, 1926; Lönnroth 1925). Niiden perusteella voitiin näet metsätyyppiteorian johtava periaate todeta oikeaksi ja metsätalouden ja metsätieteiden tarpeisiin sopivaksi. Monet täydentävät selvitykset ovat jääneet kuitenkin suorittamatta, mikä on ollut omiaan vaikeuttamaan metsätyyppien sovellutusta. Tarvittaisiin runsaasti ennakkoluulotonta tutkimustyötä mm. seuraavassa esitettävien ongelmien ratkaisemiseksi.

Kasvu- ja rakenneopin kannalta kenties kiireellisin lisää selvitystä vaativa ongelma on, missä määrin puulaji tietyllä kasvupaikalla vaikuttaa metsätyyppikuvaan, seikka, jonka tärkeyden Cajander (1909, s. 165) täysin tajusi (vrt. myös Ilvessalo 1922). Hänhän toteaa, että samannimiset metsätyypit eri puulajien muodostamissa metsiköissä ainakin likipitäen [1]) vastaavat toisiaan. Toisessa yhteydessä Cajander (1925, s. 26) taas kehottaa kiinnittämään huomiota siihen tosiseikkaan, että varjostavan puulajin vaikutuksesta kasvillisuuden yleisluonne siirtyy näennäisesti lähinnä parempaa metsätyyppiä kohden keskinkertaista huonommilla kasvupaikoilla. Myös Aaltonen (1951; vrt. kuitenkin myös 1932, s. 67) arvelee, että puulajilla on todennäköisesti suurempi merkitys metsätyyppikuvan muodostumisessa kuin yleensä ollaan taipuvaisia uskomaan, ja toteaa, että metsätieteellisessä tutkimustyössä on ehkä jossain määrin aliarvioitu tätä merkitystä.

On epäilemättä selvää, että tietyt metsätyyppikuvien kehityssarjat esim. kuusikoissa ja männiköissä vastaavat kasvukyvyltään täysin rinnasteisia boniteetteja. Mitkä nämä kehityssarjat ovat, on kuitenkin vielä selvittämättä. Tarkasteltavan ongelman ratkaiseminen vaatisi ilmeisesti kestokoealojen perustamista (vrt. Cajander 1925, s. 25), joilla seurattaisiin esim. kuusikon tietyn tyyppikuvan kehitystä männikön hallussa ja päinvastoin. Nopeampaa valaistusta tähän ongelmaan saataisiin taas tutkimalla metsätyypeittäin eri puulajien hallussa olevan maan kemiallisia ja fysikaalisia ominaisuuksia, joille Cajander (1930, s. 45, 49) antoi varsin ratkaisevan osuuden kasvupaikan hyvyyden osoittajina. Toistaiseksi sellaisia tietoja on saatavissa Valmarin (1921, s. 19) ja Ilvessalon (1923) suorittamista tutkimuksista.

Jos ensiksi mainitun tutkimuksen alkuperäisaineisto (Valmari 1921, ss. 20—25) ryhmitellään puulajeittain, päädytään varsin mielenkiintoisiin tuloksiin, kuten taulukosta 1 käy ilmi. Typen osalta puulajeittainen ryhmitys ei tosin muuta olennaisesti tilannetta, mutta Valmarin (mt., s. 31) oman ilmoituksen mukaan hänen typpeä koskevat lukunsa tarkoittavat kokonaismääriä, joiden perusteella ei voida tehdä päätelmiä kasvien käytettävissä olevan typen runsaudesta. Sitä vastoin suoritettu ryhmitys tuo selityksen siihen Valmarin (mt., s. 25) ihmettelemään seikkaan, että P_2O_5:n määrä pienenee jyrkästi parempiin metsätyyppeihin päin siirryttäessä. Itse asiassa fosforin määrä nim. vaihtelee täysin säännöttömästi saman puulajin yhteydessä (vrt. myös Ilvessalo 1923, s. 25; Aaltonen 1937, s. 76); Valmarin toteama lasku johtuu siitä, että hänen havaintonsa perustuvat parhaissa metsätyypeissä kuusi- ja

[1]) Harvennus kirjoittajan.

Taulukko 1. Metsämaan pintakerroksen ravinnepitoisuus eri puulajeja kasvavissa samannimisissä metsätyypeissä (V a l m a r i 1921, ss. 20—25).
Table 1. Nutrient contents of the surface layer of forest soil in forest site types growing different tree species (V a l m a r i 1921, pp. 20—25).

Metsätyyppi *Forest site type*	N			P_2O_5			K_2O			CaO		
	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Koivu *Birch*
	Kg/ha — *Kilograms per ha.*											
CClT	[1] *860*			*1 471*			*531*			*464*		
CT	1 547			1 080			429			680		
VT	1 761		*900*	1 527		*322*	439		*676*	910		*3 052*
MT	2 466	2 383	2 479	1 228	353	354	454	428	442	1 550	512	*1 074*
OMT	*3 117*	3 363	3 440	*1 067*	315	436	*449*	478	486	*1 142*	928	*1 804*
OT	*1 860*		4 741	*378*		249	*732*		624	*1 721*		1 515
AT		*4 282*	*4 340*		*350*	*207*		*1 013*	*687*		*5 549*	*2 736*

[1] Kursiivilla painetut luvut ovat aineiston pienuuden vuoksi epävarmoja. — *Numbers printed in italics are insignificant due to inadequate sampling.*

koivumetsikköihin, joiden maan P_2O_5:n määrä on vain vajaa kolmannes männikön kasvussa olevan vastaavan metsätyypin lukuarvoista. Missä määrin tämä havainto ilmentää eri puulajien hallussa olevien samannimisten metsätyyppien viljavuuseroja, on epätietoista. Mainittakoon kuitenkin, että V i r o (1951, s. 27) on todennut fosfaatin määrän vaikuttavan maan viljavuuteen männiköissä.

Merkittävin havainto lienee kuitenkin se, että esim. mustikkatyypissä kuusikon hallussa olevan maan CaO:n määrä on jälleen vain kolmannes männikköä kasvavan maan vastaavasta ravinnepitoisuudesta (vrt. myös I l v e s s a l o 1923, s. 20). Kun esim. V a l m a r i (mt., s. 27) korostaa kalsiumin suurta merkitystä kasvupaikan hyvyyden osoittajana ennen kaikkea maan happamuuden ja sitä tietä nitrifikaation säätäjänä (vrt. myös V i r o 1951, s. 14), näyttää siltä, että nykyisen käsityksen mukaiset metsätyypit eri puulajeja kasvavina eivät ole kenties viljavuudeltaan täysin rinnasteisia.

Kun V a l m a r i n aineisto on ollut nyt suoritetussa ryhmittelyssä puutteellinen ja kun hänen tutkimuksensa ovat kohdistuneet vain maan kemiallisiin ominaisuuksiin, esitettyä otaksumaa ei voida pitää lähimainkaan todistettuna. Sellainen todistelu ei kuulukaan esillä olevan tutkimuksen piiriin. Esitetty mahdollisuus on kuitenkin otettava huomioon eri puulajien muodostamien metsikkölajien puustojen kehitystä metsätyyppiopin pohjalla vertailtaessa. On periaatteessa samantekevää, ovatko eri puulajien kasvupaikat saman metsätyypin puitteissa olleet kenties alunperin viljavuudeltaan eriarvoisia, vai onko kysymys ainakin osittain tietyn puulajin kasvupaikkaa laihduttavasta tai parantavasta vaikutuksesta (vrt. C a j a n d e r 1925, s. 75; 1926, s. 85).

Toinen vertailevassa kasvututkimuksessa esiin tuleva ongelma on, vastaavatko eri maalajeilla tavattavat saman metsätyypin kasvupaikat viljavuudeltaan toisiaan. Kuten tunnettua, metsätyypit esiintyvät mitä erilaisimmilla maalajeilla (vrt. Cajander 1909, s. 94), joiden kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet poikkeavat merkittävästi toisistaan. Niinpä valtakunnan metsien arvioinnin yhteydessä kerätyn aineiston mukaan (Ilvessalo 1933, s. 16) metsätyypit esiintyvät, lehtoja, talvikki-, kanerva- ja jäkälätyyppiä lukuun ottamatta, kaikilla maalajeilla ja mainitut tyypitkin useimmilla.

Metsätyyppiteoriaansa esitellessään Cajander (1909, ss. 174—175) lausui epäilyksen, että syväpohjaisella (tiefgründig) ja matalapohjaisella (flachgründig) metsämaalla tavattavat metsätyypit eivät välttämättä vastaa toisiaan, ja ehdotti tarpeen vaatiessa alatyyppien muodostamista. Toisaalta hän kuitenkin totesi, että valtaosa Suomen metsämaista, esim. moreeni- ja harjusoramaat, ovat syväpohjaisia, joten ainakin niiden metsätyyppikuvat vastaavat myös metsikön kasvukykyä ja siten toisiaan.

Myöhempi tutkimustyö on osoittanut Cajanderin kriitillisyyden olleen paikallaan. Niinpä savimaan pintakasvillisuuden ja puiden kasvun väliseen ristiriitaisuuteen on kiinnittänyt huomiota ennen muita Kalela (1939, s. 31), joka on todennut, että sekä mänty että kuusi kasvavat talvikkityypissä huonommin kuin yleensä lehtomaisilla kankailla, joihin tämä tyyppi pintakasvillisuutensa puolesta kuuluu. Esim. kuusivaltapuu kehittyy talvikkityypissä suunnilleen samalla tavalla kuin mustikkatyypissä, vaikka pintakasvillisuus edellyttäisi ainakin käenkaali-mustikkatyyppiä vastaavaa kehityskulkua. Syynä mainittuun ilmiöön Kalela (mt., ss. 31—35) pitää lähinnä saven epäsuotuisia fysikaalisia ominaisuuksia. Samoin Viro (1951, s. 38) on todennut mäntyvaltapuiden pituuskehityksen olevan lajittuneilla maalajeilla vähemmässä määrin maan ravinnepitoisuudesta riippuvainen kuin lajittumattomilla ja korostaa fysikaalisten ominaisuuksien merkitystä metsämaan viljavuuden säätäjänä ensiksi mainituilla maalajeilla.

Käsillä oleva ongelma on varsin monitahoinen, kuten esitetyistä lausunnoista ja tutkimuksista ilmenee, mistä syystä sen selvittämiseksi kaivataan vielä runsaasti tutkimustyötä. Voidaan kuitenkin katsoa tulleen jo selvitetyksi, etteivät hienojakoisilla lajittuneilla maalajeilla tavattavat metsätyypit edusta täysin samanarvoisia kasvupaikkoja kuin muilla maalajeilla esiintyvät vastaavat metsätyypit. Niin ollen on myös metsätyyppiopin pohjalla suoritettavissa kasvututkimuksissa kiinnitettävä nykyistä enemmän huomiota maalajiin ja sen osuuteen metsämaan viljavuuden osoittajana pintakasvillisuuden rinnalla.

Cajander (1925, s. 25; 1949, s. 33) oli tosin vakuuttunut siitä, että metsätyypit ovat helposti ja objektiivisesti maastossa tunnettavissa. Kult-

tuurin metsiin kohdistuvan vaikutuksen voimistuessa metsätyyppien sovelluttamisen subjektiivisuus on kuitenkin käynyt yhä ilmeisemmäksi (vrt. myös Haardt ja v. Buch 1956). Niinpä Aaltonen (1951) on Ruotsin metsämiehille pitämässään esitelmässä lausunut henkilökohtaisen epäilyksensä metsätyyppien sovellutuksen objektiivisuudesta. Nyyssönen (1954, s. 153) on puolestaan katsonut olevansa velvollinen tunnustamaan, että »tutkimuksen suorittaja on jopa joutunut lähtemään muutamista metsiköistä voimatta olla varma siitä, että metsätyyppi on tullut oikein määritetyksi». Tällä lauseellaan Nyyssönen on tulkinnut monen metsätyyppien käyttäjän nykyisin tunteman epävarmuuden ns. rajatapausten sijoittamisessa.

Kasvututkimusten tavoitteena on kuvata metsikön kasvua ja kehitystä kunkin metsätyypin keskimääräisen boniteetin mukaisesti. Kun metsätyyppien sovelluttaminen on kuitenkin jonkin verran subjektiivista, kuten esitetyt lausunnot osoittavat, metsätyyppien keskimääräisyys voi saada eri henkilöiden suorittamissa tutkimuksissa erilaisen tulkinnan, mikä on omiaan heikentämään saavutettujen tulosten vertailukelpoisuutta. Tutkija ei voi koskaan olla täysin varma myöskään siitä, että hänen tutkimustensa perusteella muodostettavien kehityssarjojen eri osissa metsätyypin keskimääräisyys on saanut yhtä onnistuneen ratkaisun, varsinkin jos aineisto on vähäinen.

Edellä on käsitelty eräitä varauksia, jotka on pidettävä mielessä metsätyyppejä vertailevan kasvututkimuksen perustana sovellettaessa. On kosketeltu nykyisten käsitysten mukaisten metsätyyppien vertailukelpoisuutta eri puulajien muodostamissa metsiköissä, maalajin merkitystä sekä metsätyyppien määrittämisen subjektiivisuutta. Esityksen tarkoituksena on ollut tähän asti esiin tulleiden tutkimustulosten yhdisteleminen Cajanderin (1909, ss. 173—175) aikanaan esittämien suuntalinjojen pohjalla. Metsätyyppiopin kannalta käsitellyt seikat ovat olleet toisarvoisia. Onhan näet niin, että varsinkin käytännön metsätalouden tarpeita varten metsätyypit nykyiselläänkin muodostavat epäilemättä riittävän tarkan ja ainakin Suomen oloissa parhaan metsämaiden luokitteluperustan. Käsillä olevassa tutkimuksessa kyseiset varaukset on sen sijaan otettava huomioon eri puulajeihin kohdistuneiden ja eri henkilöiden suorittamien tutkimusten vertailussa.

32. Ikä kuusimetsikön kuvaajana

Metsikön iällä tarkoitetaan yleensä puuston todellista ikää, josta käytetään myös nimitystä fysiologinen ikä (Siré n 1950, s. 45), ts. sitä aikaa, joka on kulunut siementen itämisestä havainnon suorituksen ajankohtaan.

Jotta esitetyllä tavalla määritelty ikä olisi täysin kuvaava, on kuitenkin eriteltävä ne olosuhteet, joissa metsikkö on kehittynyt. Yleensä on vaatimuksena, että metsikkö on saanut kehittyä jotakuinkin esteettömästi alusta alkaen, lukuun ottamatta uudistusvaiheessa emäpuuston aiheuttamaa lievähköä jarrutusta, hoidetusta kuusikosta puheen ollen siis suojuspuuston hidastavaa vaikutusta. Poikkeuksen muodostaa tietenkin sellainen tapaus, jossa alikasvosvaihetta on pidettävä metsikön kehityshistorian olennaisena osana. Sellaiseksi on kenties tulkittava alikasvosvaihe luonnontilaisen kuusimetsikön kehityskulussa, kuten Sarvas (1951, s. 12) perustellusti toteaa. Kuusihan uudistuu vain harvoin aukeille aloille luonnon oloissa, joten sen on elintilaansa laajentaakseen tunkeuduttava alikasvokseksi muiden puulajien muodostamiin metsikköihin, jotka se valtaa pääpuuston kuoltua; ennestään kuusen hallussa olevilla alueillakin uudistuminen vain luonnon tuhojen seurauksena tapahtuu toisinaan ilman alikasvosvaihetta. Olisi niin ollen kohtuutonta väittää, ettei nuoruudessaan alikasvoksena kituneen luonnonkuusikon fysiologinen ikä kykene kuvaamaan kyseisen metsikön todellista kehitysastetta.

Valtaosa nykyisistä parhaista talouskuusikoista, jotka varttuneessa iässä tarkasteltuina vaikuttavat ainakin suurin piirtein moitteettomasti hoidetuilta, on saanut kokea vaihtelevan pituisen alikasvosvaiheen tai joutunut taimistoasteella muuten laiminlyödyksi. Näin ollen niiden fysiologinen ikä ei ilmennä sitä kehitysastetta, jossa talouskuusikon tulisi olla, jos metsikön taimistovaihe olisi ollut metsänhoidollisesti moitteeton, muttei myöskään luonnonkuusikon tilaa, sillä kasvatustoimenpiteet ovat muuttaneet perusteellisesti metsikön rakenteen. Tällaisissa metsiköissä saatu ikäluku vastaa kehitysedellytyksiä, jotka ovat jossakin luonnontilaisen ja hoidetun välimailla, tapauksen mukaan milloin edellistä milloin jälkimmäistä lähempänä. Nykykuusikkojen kehitysasteen kuvaajana puuston fysiologinen ikä on siten usein harhaanjohtava ja epätarkka, otettiinpa arvosteluperusteeksi mikä käsittelytapa tahansa. Fysiologisen iän asemesta olisi siten talouskuusikoiden kehitysastetta kuvaamaan käytettävä jollakin muulla perusteella määritettävää ikäkarakteristiikkaa, joka vastaisi tiettyjä metsänhoidollisia kehitysedellytyksiä. Tällöin päädytään taloudellisen iän käsitteeseen.

Taloudellisen iän soveltaminen fysiologisen iän asemesta edellyttää, että siten saadaan havainnollinen kuva paitsi puuston nykyisestä kehitysasteesta tietyissä olosuhteissa myös sen tulevasta kehityskyvystä saman tilan vallitessa. Kehittyykö siis taimistovaiheessa alikasvoksena kitunut kuusikko myöhemmällä iällä hoidettuna samalla tavalla kuin vastaavankokoista puustoa sisältävä, alusta alkaen hoidettu metsikkö? Kotimaiset tutkimukset ovat antaneet tähän kysymykseen myönteisen vastauksen. Kalela (1934, s. 13) on nim. todennut, että samankokoisten kuusen-

taimien pituuskasvu on vastaavissa olosuhteissa jokseenkin yhtä suuri, vaikka niiden ikä tietyissä rajoissa onkin erilainen (vrt. myös Sarvas 1951, s. 12). Vielä vakuuttavampi on Vaartajan (1951, ss. 98—99) samansuuntainen tulos, joka kohdistuu lisäksi huonosta toipumiskyvystä moitittuun mäntyyn. Hän on nim. todennut, että alikasvosasemassa 30—40, joskus yli 70 vuotta kituneet männyt kehittyvät suunnilleen samoin kuin yhtä pitkät, vapaasti kasvaneet puut, lukuun ottamatta toipumisen alkuvaihetta, jolloin kehitys on vielä hidasta. Suurimmat hänen tutkimansa alikasvosmännyt olivat kasvaneet jo 45 vuotta vapautettuina, ja yhä niiden kasvu vastasi samankokoisen, koko ikänsä vapaasti kehittyneen puun kasvua. Jos kitunut mänty reagoi täten vapauttamisen jälkeen, sitä suuremmalla syyllä nopeasta toipumiskyvystä tunnettu kuusi pystyy vastaavaan suoritukseen, varsinkin jos kituminen on ollut lievähköä. Taloudellisen iän soveltamiseen kuusimetsikössä on siten olemassa hyvät perusteet.

Metsikön taloudellinen ikä voidaan määrittää lukuisilla tavoilla. Niistä on esim. Sirén (1950, s. 11) laatinut systemaattisen selvityksen, jota ei ole aiheellista tässä toistaa. Todettakoon vain, että Suomessa on miltei poikkeuksetta sovellettu erästä iän määritystapaa, joka tosin pyrkii fysiologiseen ikään, mutta joka itse asiassa päätyy eräänlaiseen taloudelliseen ikälukuun. Jos näet lasketaan kantoleikkauksesta tai vastaavalta korkeudelta kairatusta lastusta vuosilustojen lukumäärä ja lisätään siihen arviomäärä vuosia, minkä taimi vaatii ko. korkeuden saavuttaakseen, tuloksena on harvoin puun fysiologinen ikä. Varsinkin jos lisäys on kaikenkokoisille puille yhtä suuri kairauskorkeuden vaihteluista huolimatta, näin määritetty metsikön ikä voi poiketa huomattavasti todellisesta iästä. Ei ole siten periaatteellisesti suurta eroa vallitsevaan käytäntöön, jos kairauskohta siirretään rinnankorkeudelle ja oletetaan sitä aikaisempi kehitys kaikissa vastaavissa metsiköissä samaksi. Näin menetellen saavutetaan lisäksi eräitä määritysteknillisiä etuja.

Vaikka rinnankorkeusikää tai sen perusteella määritettyä taloudellista ikää ei ole kotimaisissa tutkimuksissa yleensä käytetty (vrt. kuitenkin Hustich 1948, s. 33), sen soveltaminen on useissa muissa maissa yleistä. Niinpä Ruotsissa on molemmissa valtakunnan metsien arvioinneissa tutkittu rinnankorkeusikä kaikkien puulajien muodostamissa metsiköissä (Vid andra... 1947, s. 62; Petrini 1948, s. 95). Yksityisistä tutkijoista esim. Näslund (1942, s. 40) on käyttänyt eräänä ikäkarakteristiikkana rinnankorkeusikää tutkiessaan vanhojen norrlantilaisten kuusimetsiköiden toipumiskykyä. Norjan valtakunnan metsien arvioinnissa on niin ikään luovuttu fysiologisesta iästä ja siirrytty rinnankorkeudelta kairattuun ikään (Takseringen... 1939, s. 21). Tanskassa on esim. Møller (1933 a, s. 468) soveltanut bonitoinnissa rinnankorkeusikää ja keski-

pituutta. Yhdysvalloissa taas taloudellinen ikä on yleisesti käytössä (Belyea 1947, s. 266).

Taloudellisen iän sovellutusmahdollisuudet kuusikossa ja erityisesti rinnankorkeusiän edellytykset tässä yhteydessä, joita edellä on kosketeltu, ovat käsillä olevan tutkimuksen kannalta kiintoisia siitä syystä, että tutkimus perustuu nykymetsiköistä mitattuihin tilapäiskoealoihin, joiden elinaikanaan saaman käsittelyn määrittäminen on vaikea, osittain ylivoimainenkin tehtävä. Kun puutteellisuuksia ja laiminlyöntejä on kuitenkin varmasti esiintynyt tutkimusmetsiköiden käsittelyssä, erityisesti taimistovaiheessa, tutkimusmetsiköiden saattaminen keskenään vertailukelpoisiksi taloudellisen iän avulla on katsottu aiheelliseksi. Toisaalta taimistovaiheessa tapahtuneen lievän kitumisen salliminen tulosten edustavuutta vaarantamatta on näkökohta, joka tutkimuskohteiden niukkuuden vuoksi on työtä nopeuttavana ja halventavana ollut varteenotettava.

4. Maastotyöt

Tarkasteltavana olevan tutkimuksen maastotyöt aloitettiin v. 1948 eräiden Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston talousmetsiin kohdistuneiden tutkimusten yhteydessä. Mainittuna ja sitä seuraavana kenttätyökautena aineistoa kerättiin, paitsi toistuvasti harvennetuista, myös eriasteisilla harsinnoilla käsitellyistä metsiköistä. Täten kertynyttä aineistoa on aiemmin käsitelty suppeassa tutkimuksessa (Vuokila 1950). Mainitussa tutkimuksessa aineisto oli kuitenkin riittämätön niin laajan tutkimusaiheen luotettavaan selvittämiseen. Sen vuoksi sitä huomattavasti täydennettiin ja tarkistettiin vv. 1952—54; samalla tutkimusaihe rajoitettiin käsittämään ainoastaan harventaen käsitellyt metsiköt. Vaikka aiheen supistamisella tosin menetettiin eräitä mielenkiintoisia vertailukohteita, mainittu keskitetympi tutkimusaihe katsottiin käsittelyn kannalta välttämättömäksi.

Tutkimuksen perusmenetelmää on jo edellä selostettu. Tällöin esiin tulleiden näkökohtien lisäksi mainittakoon vielä, että populaation rajoittamiseen mahdollisesti liittyvää subjektiivisuutta on pyritty välttämään tutkimuskohteiden etsimisessä avustaneiden metsäammattimiesten avulla. Pyrkimyksenä on pidetty sellaisen aineiston aikaansaamista, joka mahdollisimman objektiivisesti kuvaisi hoidettujen nykykuusikoiden kasvua ja kehitystä.

41. Tutkimusmetsiköille asetetut vaatimukset

411. Käsittelytapa

Ensimmäisenä tehtävänä tietyn metsikön sopivuutta tämän tutkimuksen tarkoituksiin arvosteltaessa oli selvittää, täyttikö metsikön käsittelytapa tutkimusmetsiköille asetetut vaatimukset. Hyväksyttäviltä metsiköiltä vaadittiin, että ne olivat kasvaneet järkiperäisen metsänhoidon edellyttämissä olosuhteissa (vrt. s. 9) ainakin rinnankorkeuden ohitettuaan (vrt. s. 21).

Siten ei katsottu aiheelliseksi pyrkiä rajoittamaan tutkimusta tiettyyn harvennusasteeseen jo yksistään siitä syystä, että käytännön metsätalou-

delle ainakin biologiseen puunluokitukseen perustuva harvennusasteikko on verraten tuntematon käsite. Tietenkin olisi viimeisen hakkauksen voimakkuudesta voitu saada käsitys vertailemalla keskenään poistettua ja säilynyttä puustoa esim. siten kuin Ullén (1940, s. 269), joka on tarkastellut runkoluvun ja kuutiomäärän poistosadanneksia, tai kuten Eide ja Langsaeter (1941, s. 373), jotka ovat soveltaneet poistettujen ja säilyneiden puiden keskiläpimittojen suhdetta. Koska viimeinen hakkaus ei kykene ilmaisemaan luotettavasti metsikön elinaikanaan saaman käsittelyn keskimääräistä voimakkuutta tämän tutkimuksen aineistossa, niin mainitunlaisten laskelmien perusteella ei voida erottaa minkäänlaisia harvennusasteita. Toisaalta myöskään vuosiluston paksuuteen perustuvien harvennusasteiden (vrt. Hiley ja Lehtpere 1955) erottamiseen ei ole ollut tarpeellista perustietoutta käytettävissä.

Jokaisessa metsikössä on pyritty ennen kaikkea kantojen ja rinnankorkeudelta suoritettujen kairausten avulla saamaan valaistusta metsikön kehityshistoriaan. Jos lastuissa on jossakin kohdassa ollut havaittavissa ilmastolliset vaihtelut huomioon ottaen selvää kasvun heikkenemistä tai äkillistä voimistumista, ne on tulkittu vastaavasti ylitiheyden tai harsinnan seurausilmiöiksi, jotka ovat aiheuttaneet metsikön hylkäämisen. On ilmeistä, että täten on ainakin tuloksiin ratkaisevasti vaikuttavat kitumiskaudet ja harsinnat pystytty toteamaan. Sitä vastoin ei kairausten avulla liene aina helposti selvitettävissä, ovatko metsikössä ehkä vuosikymmeniä sitten suoritetut hakkaukset olleet täysin metsänhoidon vaatimusten mukaisia. Hakkaus on eräissä tapauksissa saattanut olla harsintaan vivahtava, vaikka sen puiden kasvuun aiheuttama reaktio ei ole ollut tavallisen harvennushakkauksen aiheuttamaa vastaavaa ilmiötä voimakkaampi. Tämänlaatuisten hakkausten todellista luonnetta olisi tuskin pystytty luotettavasti toteamaan, vaikka kairatut lastut olisi Nyyssösen (1954, ss. 32—34) tapaan vielä sisätöinä tutkittu.

Viimeksi mainittua epävarmuutta on pyritty välttämään sijoittamalla varttuneimmat tutkimuskohteet mahdollisuuksien mukaan suurtilojen, yhtiöiden ja valtion metsiin, jotka ovat kauimmin olleet johdonmukaisen käsittelyn kohteena (vrt. esim. Helander 1929, ss. 26—29; Tähtinen 1930, ss. 35—37) ja joiden hoidosta voidaan siten saada selvitystä talouskirjojen perusteella. Jos tietyn metsikön on todettu olleen vuosikymmeniä tunnetusti taitavan metsäammattimiehen hoidossa, sekin on eräissä tapauksissa katsottu riittäväksi takeeksi oikeasta käsittelystä, vaikka talouskirjoja ei ole ollut saatavissa.

Kaiken kaikkiaan on todettava, että metsiköiden aiemman käsittelyn määrittäminen on ollut koko tutkimustyön vaikeimpia ongelmia. Vaikka aineistoa ei sen johdosta voida väittää täysin moitteettomaksi, tuloksiin ratkaisevasti vaikuttavat virheet lienee kuitenkin vältetty.

412. Tasaikäisyys

Tutkimuskohteiksi hyväksyttävien metsiköiden tuli olla yksijaksoisia ja tasaikäisiä. Ehdottoman tasaikäisyyden vaatimus olisi kuitenkin johtanut koko tutkimustehtävän toteuttamisen mahdottomuuteen. Täysin tasaikäistä luonnonsiemennyksestä syntynyttä kuusikkoa on tuskin olemassakaan, vaikka määrityskorkeudeksi otettaisiin ikäeroja huomattavasti tasoittava rinnankorkeus, kuten tässä tutkimuksessa. Kuusen biologiset ominaisuudet johtavat eri-ikäiseen metsikkörakenteeseen (vrt. K a l e l a 1945 a, s. 105), eikä metsätalouden harjoittajan tasaikäisyyttä tavoitteleva pyrkimys pääse kuusen osalta juuri milloinkaan täysin toteutumaan. Eräät varttuneet kuusikot tosin vaikuttavat erittäin tasaikäisiltä. Niidenkin poikkeuksellinen tasaikäisyys on useimmiten vain näennäistä, sillä alunperin ehkä hyvinkin eri-ikäisestä metsiköstä on ylispuunluonteiset vanhemmat yksilöt voitu poistaa vasta verraten myöhäisessä vaiheessa, ja havaintohetken puustoa nuorempaakin ainesta on saattanut esiintyä aiemmin merkittävässä määrin.

Kun kuusikon tasaikäisyys on näin tulkinnanvarainen käsite, tutkimusta suunniteltaessa ei voitu asettaa kiinteitä rajoja suurimmalle sallitulle eri-ikäisyydelle. Maastossa on sen vuoksi jouduttu tapaus tapaukselta harkitsemaan, onko havaittu eri-ikäisyys vaikuttanut ratkaisevasti metsikön kehitykseen ja pystyykö ikähavainnoista jo koealalla laskettu aritmeettinen keski-ikä kuvaamaan puuston mittaushetken kehitystilaa. Pyrkimyksenä pidettiin tällöin, että taloudellisesti merkitsevin, vallitseva puusto olisi mahdollisimman tasaikäistä ja kehitykseltään saatua ikälukua vastaava.

Eräissä tapauksissa kairaustulosten vaihteluväli on saattanut olla huomattava, ja siitä huolimatta metsikön on katsottu täyttävän tasaikäisyysvaatimuksen. Vaihtelu on tällaisissa tapauksissa johtunut pääasiassa yksittäisistä, uudistusvaiheessa alueelle jääneistä alikasvosyksilöistä. Jättämällä tällainen poikkeuksellinen havainto huomioon ottamatta saatiin metsikköä hyvin kuvaava ikäluku. Jos metsikkö osoittautui sen sijaan kauttaaltaan eri-ikäiseksi, suhteellisesti pienempikin iän vaihtelu on voinut johtaa metsikön hylkäämiseen.

413. Puhtaus

Käsitteen »puhdas metsikkö» ovat eri tutkijat tulkinneet huomattavasti toisistaan poikkeavasti. Niinpä I l v e s s a l o (1920, s. 40) ja L ö n n r o t h (1925, s. 86) ovat sallineet vierasta puulajia korkeintaan 10 % puuston kuutiomäärästä tai pohjapinta-alasta. K a l e l a (1933, s. 7) on pitänyt mainittuna rajana 10—15 %. N y y s s ö n e n (1954, s. 30) ja

Sarvas (1944, s. 57) ovat taas katsoneet voivansa sallia jopa 20 % puuston kuutiomäärästä vierasta puulajia.

Tarkasteltavana olevassa tutkimuksessa on niin ikään ollut pakko tinkiä ihannevaatimuksesta ja sallia tiettyyn rajaan saakka puulajisekoitusta, sillä muussa tapauksessa aineiston hankkiminen olisi vaikeutunut huomattavasti. Tällöin kiinnitettiin erityistä huomiota siihen tosiseikkaan, että mittaushetken lajipuhtaus ei vielä todista metsikön saaneen kehittyä koko ikäänsä vastaavissa olosuhteissa. Kuusimetsiköthän syntyvät miltei poikkeuksetta sekataimistoina, joista vieraat puulajit luonnonpoistuman tai hakkausten johdosta häviävät vähitellen osaksi tai kokonaan.

Sen vuoksi asetettiin tavoitteeksi, ettei tutkituissa metsiköissä olisi saanut esiintyä vierasta puulajia missään kehitysvaiheessa enempää kuin 20 % puuston kuutiomäärästä. Tällaisen periaatteen toteuttaminen on kieltämättä ollut vaikeaa, mutta siihen on kuitenkin kaikin tavoin pyritty. Paitsi kannoista on selvitystä esitettyyn ongelmaan saatu paikalliselta väestöltä ja ammattimiehiltä, usein myös talouskirjoista. Mittaushetkellä sekapuun osuus on vain poikkeustapauksissa ylittänyt 10 %; valtaosa koealametsiköistä on ollut käytännöllisesti katsoen puhtaita.

414. Maastokuvion ala

Kuten aiemmin on mainittu, koealan sijoittamisen subjektiivisuutta voidaan lieventää mittaamalla niin suuria koealoja kuin mahdollista. Kun kuusikkokuviot ovat yleensä erittäin pienialaisia, on tästä riippumatta jouduttu harkitsemaan, mikä on pienin mahdollinen koeala, joka antaa luotettavan kuvan metsiköstä sen eri kehitysvaiheissa.

Tukea on etsitty lähinnä tähän mennessä julkaistuista kotimaisista kasvututkimuksista. Ne antavat kuitenkin varsin ristiriitaisen kuvan esim. taimistojen ja nuorten metsiköiden luotettavaan kuvaukseen riittävien koealojen minimikoosta. Niinpä Ilvessalo (1920, s. 42) on tyytynyt nuorissa metsiköissä 1/7 ja 1/8 ha:iin, taimistoissa 1/10 ha:iin sekä, kuten hän mainitsee, jossakussa tapauksessa vieläkin pienempään. Erityisesti hän lisäksi korostaa, että kuusikoissa on maastokuvioiden pienuuden takia tyydyttävä pienimpiin koealoihin. Lönnroth (1925, kuva 41) on ainakin eräästä 14-vuotiaasta männyntaimistosta mitannut 1/16 ha:n koealan; onpa hän vielä 64-vuotiaassakin metsikössä tyytynyt 1/10 ha:n alueeseen. Kalela (1933, s. 8) ilmoittaa ainoastaan, että joltakin puuttuvalta ikäkaudelta otettiin alle 1/10 ha:n koealoja, jos suurempaa ei ollut saatavissa. Sarvaksen (1944, s. 15; 1951, s. 10) koealoista on osa ollut 1/4 ha pienempiä. Nyyssösen (1954, s. 44) pienimmät koealat ovat taas käsittäneet 1/8 ha, mutta hänen tutkimukseensa ei sisälly

metsikön taimistovaihetta. Mainittakoon lisäksi, että Krennin mukaan (vrt. Prodan 1951, s. 128) 20—80-vuotiaissa metsiköissä riittäisi 1/25—1/10 ha:n ympyräkoeala.

Kirjallisuudesta ei siten saa varmaa käsitystä siitä, kuinka pienet koealat ovat riittäviä esim. taimistojen kuvaamiseen. Ongelmaa voidaan kuitenkin lähestyä, ainakin säännöllisesti hoidettujen metsiköiden osalta, muustakin kuin alueellisten rajoitusten näkökulmasta. Niinpä Bruce (1926, s. 556) ehdottaa, että tietyn koealankoon asemesta pyrittäisiin tutkimusaloihin, joilla kaikilla olisi suunnilleen yhtä monta puuta. Kun näet tilastomatemaattisen virheteorian mukaan syntyvän virheen suuruus on kääntäen verrannollinen havaintojen lukumäärän neliöjuureen, eri kehitysvaiheissa olevilla koealoilla on oltava yhtä monta puuta saman tarkkuuden saavuttamiseksi, jos oletetaan, että hajaantuminen on kaikissa tapauksissa keskiarvoon verrattuna suhteellisesti yhtä suuri. Brucen (mt.) mukaan koealalla tulisi olla 100—200 puuta. Osborne ja Schumacher (1935, s. 547) pitävät puolestaan 100—300 puuta tarpeellisena riittävän tarkkuuden saavuttamiseksi.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on lähdetty siitä, että 1/5—1/4 ha on yleensä hyväksytty koealan suuruudeksi kaikkein vanhimmissakin metsiköissä (vrt. esim. Schotte 1912, s. 225; Näslund 1929, s. 96; Ilvessalo 1932, s. 6), ja pyritty mittaamaan niitä nuoremmat metsiköt vähintään vastaavalla tarkkuudella yllä esitetyn periaatteen mukaisesti. Tällöin on todettu, että kaikkein nuorimmissa, juuri rinnankorkeuden ohittaneissa taimistoissa voidaan mitata, mikäli välttämätöntä, jopa 1/50 ha:n koealoja, ja siitä huolimatta niillä tavattavien puuyksilöiden lukumäärä on vielä Brucen ehdottaman vaihtelualueen ylärajalla; varttuneissa metsiköissä 1/4 ha:n koealalle mahtuu sen sijaan ainoastaan alarajan osoittama määrä puita. Vaikka taimistoissa mitattaisiin näin pieniä koealoja, ne eivät siten muodosta aineiston epävarminta osaa, kuten myös Bruce (mt., s. 556) toteaa.

415. Kasvupaikka

Metsätyypit ovat verraten vaihtelevia kasviyhdyskuntia. Vastaavasti vaihtelee myöskin kasvupaikan viljavuus merkittävästi samassa metsätyypissä. Tämän johdosta Lönnroth (1925, s. 85) on asettanut varsin pitkälle meneviä vaatimuksia tutkimuskohteiden metsätyypin keskimääräisyydelle. Edellytykset vastaavan karsinnan soveltamiseen ovat kuitenkin puuttuneet käsillä olevassa tutkimuksessa. Saman päämäärän saavuttamiseksi on sen sijaan pyritty mittaamaan koealoja metsätyypin koko vaihtelualueelta; vaikeasti ratkaistavien rajatapausten sijoittaminen

aineistoon on siten katsottu tulosten edustavuuden kannalta välttämättömäksi (vrt. kuitenkin Sarvas 1951, s. 43).

Vaatimukseksi asetettiin, että tutkimusmetsiköiden maapohjan tuli olla siinä määrin vähäkivistä ja soistumatonta, ettei kasvupaikan viljavuus ollut siitä merkittävästi huonontunut. Silmävaraisen arvioinnin tueksi tutkittiin sen johdosta maan kivisyyttä metallirassin avulla umpimähkäisesti ennen mittauksen aloittamista.

Koealat pyrittiin sijoittamaan moreenimaalle (vrt. s. 18), josta syystä myöskin maalajin toteaminen oli suoritettava jo metsikön ensi tarkastelun yhteydessä.

42. Koealoilla suoritetut tutkimukset

421. Puiden ja kantojen mittaus

Puiden mittaaminen suoritettiin käytännön mukaan kuoren päältä rinnankorkeudelta (vrt. Ilvessalo 1947, s. 9) puuston koon mukaan joko 1 cm:n tai 2 cm:n tasaavissa luokissa. Eri koealoilla vaihtelevassa määrin esiintyvä, mainittua korkeutta lyhyempi puuston osa jätettiin siten kokonaan huomioon ottamatta. Näiden pienimpien puiden lukeminen olisi tietenkin voitu suorittaa pituusluokittain Kalelan (1933, s. 8) tapaan, mutta sitä ei ole katsottu aiheelliseksi. Kaikkein nuorimmissakin tutkimusmetsiköissä se puusto, jolle metsikön tuleva kehitys oli rakentuva, oli nim. jo sivuuttanut rinnankorkeuden, jota lyhyempi, kuutiomäärältään merkityksetön osa oli vailla kehitysmahdollisuuksia.

Hakkuupoistuman määrän ja koostumuksen selvittämiseksi luettiin kaikkien kasvunmittausjakson aikana kaadettujen puiden kannot hakkuittain ja puulajeittain. Läpimitan määrittäminen tapahtui tällöin kuoren päältä kahdessa toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa suoritetun mittauksen keskiarvona kuutioimistaulukkojen (Ilvessalo 1947) edellyttämästä kannon huipusta, eikä siis todellisesta katkaisukohdasta. Hakkuun ajankohdan määrittämisessä sovellettiin kaikkia niitä keinoja, joita Nyyssönen on selostanut hakkuupoistuman määrittämistä koskevassa tutkimuksessaan (1955, ss. 7—22).

422. Pystykoepuiden mittaus

Puun ja metsikön kuutiomäärän määrittäminen edellyttää paitsi läpimitan myös pituuden ja runkomuodon tutkimista. Toisen tärkeän metsikön kuvaajan, kuutiokasvun, selvittäminen vaatii niin ikään yleensä mittaushetken puuston tarkempaa tutkimista, olipa kysymys kasvun prog-

noosista, havaintohetken vuotuisesta kasvusta tai, kuten tässä tutkimuksessa tutkimusmetsiköiden osalta, tietyn menneen jakson kasvusta. Ennen kotimaisten kasvunlaskentataulukoiden (Ilvessalo 1948 a) ilmestymistä kasvun määrittäminen tapahtui kaatokoepuiden avulla, mutta mainittujen taulukoiden ansiosta pystykoepuut ovat nykyisin korvanneet kaatokoepuut. Koepuiden kaataminen ei olisi käsillä olevassa tutkimuksessa ollut mahdollistakaan vaihtelevien omistussuhteiden vuoksi.

Koepuita mitattiin metsikön laadun mukaan 15—30 kpl, siis joskus huomattavasti vähemmän kuin esim. Nyyssönen tutkimuksessa (1954, s. 37), jossa tulokset on pyritty selvittämään myös latvuskerroksittain. Kun Nyyssönen kuitenkin toisessa yhteydessä (1951) on tullut siihen tulokseen, että säännöllisissä metsiköissä 10 koepuuta riittää kasvun määrittämiseen, yllä esitettyä koepuumäärää on pidettävä riittävänä.

Koepuista tehtiin seuraavat mittaukset tai arvioinnit (vrt. Ilvessalo 1947, 1948 a):

1) rinnankorkeusläpimitta 1 cm:n luokin kuoren päältä,
2) pituus ilman kantoa 0.5 m:n tarkkuudella,
3) kapenemisluokka $d_{1.3}$—$d_{6.0}$ tai $d_{1.3}$—$d_{3.5}$ kuoren päältä,
4) kapenemisluokka d_0 —$d_{1.3}$ kuoren päältä,
5) kuoren paksuus rinnankorkeudelta 0.5 mm:n tarkkuudella,
6) 5:n tai 10:n viime vuoden sädekasvu rinnankorkeudelta 0.5 mm:n tarkkuudella,
7) 5:n viime vuoden latvakasvainten keskimääräinen pituus 0.5 dm:n tarkkuudella.

5—10 koepuusta määritettiin lisäksi kairaamalla ikä 8) kannonkorkeudelta ja 9) rinnankorkeudelta sekä mitattiin 10) kannon korkeus, ts. alimman mahdollisen katkaisukohdan etäisyys syntymäpisteestä, jona Lönnroth (1925, s. 94) on pitänyt maanpinnan keskimääräistä tasoa (vrt. myös Osara 1926, s. 21).

Pituus- ja kapenemishavaintoja tehtiin varsinaisten koepuiden lisäksi n. 10 puusta.

Maastotöiden alkuvaiheessa, jolloin mitattiin lähinnä 50-vuotiaita ja sitä vanhempia metsiköitä, sädekasvu tutkittiin aina menneeltä 10-vuotiskaudelta. Sen sijaan jouduttiin taimistoja ja nuoria metsiköitä tutkittaessa ennen pitkää toteamaan, että 10 vuotta on niissä aivan liian pitkä tutkimusjakso jo yksistään siitä syystä, että tällöin joudutaan esittämään siinä määrin keskimääräisiä kasvulukuja, että niiden perusteella piirrettävän vuotuisen kasvun kehityskäyrän olennaiset piirteet voivat hävitä. Myöskin kasvunlaskentamenetelmien tarkastelussa (vrt. ss. 40—43) päädyttiin siihen, että n. 45-vuotiaiden ja sitä nuorempien metsiköiden kasvu määritettiin 5 vuoden mittausjaksoa soveltaen. Mittausvuoden kasvu otettiin huomioon elokuun puolivälin jälkeen (vrt. Ilvessalo 1932, ss. 21—23).

423. Muut havainnot

Maalaji tutkittiin koealan keskelle kaivetusta, n. 0.5 m syvästä kuopasta uusimman käytettävissä olevan luokitusohjeen mukaisesti (Maaperäsanaston... 1949, ss. 42—49), lukuun ottamatta ensimmäistä kenttätyökautta, jolloin luokitusperuste oli hiukan erilainen.

Maanpinnan kaltevuus arvioitiin kolmea luokkaa käyttäen (vrt. Ilvessalo 1936, s. 28).

Metsätyyppien määrittämisen tueksi arvioitiin silmävaraisesti pintakasvillisuuden tunnusomaisten lajien esiintymisrunsaus kahdella tavalla, nim. II:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa sovellettua 5-jakoista runsausasteikkoa (Ilvessalo 1942, s. 26) sekä 10-jakoista peittävyysasteikkoa käyttäen.

Kivisyys tutkittiin Viron (1947, ss. 29—35) kehittämää menetelmää soveltaen, jolloin kivisyysindeksin määrittämiseksi suoritettiin kokeita koealan koon mukaan niin monta, että laskelmat voitiin suorittaa hehtaaria kohden 100 havainnon keskiarvona.

Viimeksi suoritettiin metsikön kuvaus, joka sisälsi eräitä käsittelyssä mahdollisesti tarpeellisia piirteitä, kuten metsikön aiempi ja vastainen käsittelytapa ja -voimakkuus, puuston teknillinen laatu ja vikaisuus, metsikön tasaisuus jne.

5. Tutkimusaineisto ja sen käsittely

51. Piirteitä tutkimusaineistosta

Tutkimusaineiston määrä ja jakaantuminen ikäluokkiin metsätyypeittäin käyvät ilmi taulukosta 2. Aineisto käsittää siis yhteensä 119 koealaa, joista 65 sijaitsee käenkaali-mustikkatyypissä ja 54 mustikkatyypissä.

Tämän tutkimuksen aineiston määrä kestää siten hyvin vertailun aiempien kotimaisten metsikön puuston kehitystä selvittelevien tutkimusten kanssa. Niinpä Ilvessalon kasvu- ja tuottotaulukoiden (1920 a, s. 10) luonnonnormaaleja kuusikoita koskevat kehityssarjat perustuvat 87 koealaan, joista pääosa, 50 koealaa, edustaa käenkaali-mustikkatyyppiä ja 27 mustikkatyyppiä. On kuitenkin huomattava, että talousmetsiköt merkittävästi vaihtelevampina tutkimuskohteina vaativat laajempaa aineistoa kuin luonnontilaiset metsiköt saman tarkkuuden saavuttamiseksi. Lönnroth (1925, s. 77) on taas pyrkinyt tietoisesti rajoittamaan aineistoansa tutkimuskohdetta mahdollisimman keskimääräisesti kuvaaviin tapauksiin ja on esittänyt jokaista kolmea tutkittua metsätyyppiä kuvaavat kehityssarjat 10 koealan perusteella. Lönnrothin tutkimus ei erikoisluonteensa vuoksi kuitenkaan sovellu vertailukohteeksi aineiston runsautta tarkasteltaessa. Kalelan (1933, s. 11) aineistossa on ollut kaiken kaikkiaan 73 koealaa, joista käenkaali-mustikkatyypin metsiköitä 40 ja mustikkatyypin 28. Kun vanhimmat tutkimusmetsiköt ovat vastaavasti olleet vain 68- ja 53-vuotiaita, hänen aineistonsa on jokseenkin yhtä suuri kuin tämän

Taulukko 2. Tutkimusmetsiköiden jakaantuminen ikäluokkiin metsätyypeittäin.

Table 2. Division of sample stands into age classes by forest site types.

Metsätyyppi *Forest site type*	Ikäluokka, v — *Age class, years*						Yhteensä *Total*
	—20	21—40	41—60	61—80	81—100	101—120	
	Tutkimusmetsiköitä, kpl — *Number of sample stands*						
OMT	1	15	13	20	10	6	65
MT	—	14	14	17	7	2	54
Yht. — *Total*	1	29	27	37	17	8	119

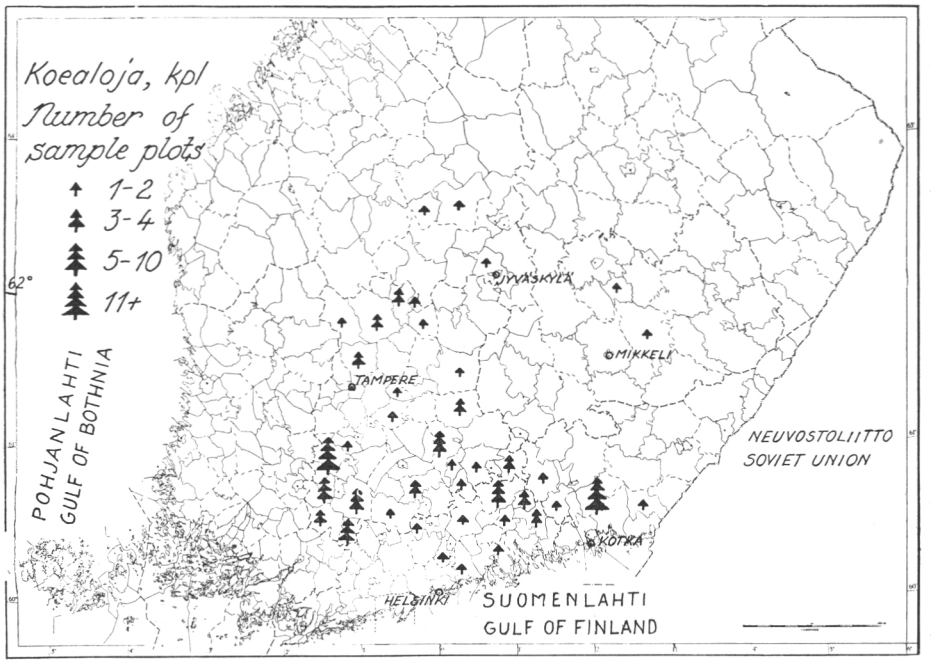
tutkimuksen vastaavien ikäluokkien koealamäärä. Kun myöskin Nyyssösen (1954, s. 43) mustikkatyypin toistuvasti harvennettujen männiköiden kehityskäyrät on piirretty 27 koealan perusteella, tarkasteltavana olevan tutkimuksen aineiston kokonaismäärää on pidettävä runsaana.

Ikäluokittainen aineiston tarkastelu paljastaa kuitenkin eräitä heikkoja kohtia. Puutteellisimmaksi aineisto on jäänyt mustikkatyypin vanhimmassa ikäluokassa, 101—120 v, jota edustaa ainoastaan kaksi koealaa. Nimenomaan tämän heikkouden poistamiseksi käytettiin viimeisenä tutkimuskesänä runsaasti aikaa, mutta menestyksettä. Koko ikänsä edes likipitäen metsänhoidollisesti ja yli 100-vuotiaina edelleen harventaen käsiteltyjä kuusikoita näyttää olevan tätä nykyä hyvin vähän. Yksityismetsissä yli 100 vuotta kestävä kiertoaika ei tule yleensä eri syistä kysymykseen; muidenkin omistajaryhmien metsissä uudistaminen aloitetaan yleisen käytännön mukaan jo aikaisemmassa vaiheessa. Lähinnä kiertoaikalaskelmien vuoksi yli 100-vuotiaiden metsiköiden sijoittaminen aineistoon on kuitenkin välttämätöntä, vaikkakin siltä osalta aineiston pienuus on otettava päätelmissä huomioon.

Nuorimmasta ikäluokasta on käytettävissä vain yksi koeala. Niin uskomattomalta kuin saattaa tuntuakin, edes parin aarin laajuisia, tasaisia, hoidettuja luontaisesti syntyneitä kuusentaimistoja on Suomen metsissä aivan mitättömän vähän. Useita vuosia kestäneiden etsiskelyjen tuloksena on löydetty vain yksi, eikä sekään ole ollut kaikin puolin moitteeton. Toisaalta on muistettava, että luontaisesti syntynyt hoidettu kuusikko saavuttaa vasta muutamia vuosia ennen 20. ikävuottaan rinnankorkeuden, jota pienempiä puita ei tässä tutkimuksessa ole otettu huomioon; ekstrapolaatio on ollut siten helppoa. Hoidettujen taimistojen tämänhetkinen niukkuus on antanut kuitenkin aihetta epäillä saman tilanteen esiintyneen vielä räikeämpänä nyt tutkittujen varttuneiden metsiköiden taimistovaiheessa. Tämä päätelmä on ollut osaltaan vaikuttamassa taloudellisen iän soveltamiseen, kuten aiemmin (s. 22) on mainittu.

70 koealaa (59 %) sijaitsee yksityisten omistamilla mailla, joihin on luettu myös kuntien ja metsänhoitolautakuntien metsät. Yhtiöiden ja valtion osuus on jokseenkin yhtä suuri, molempien n. 20 %. Kuten odottaa saattaa (vrt. s. 24), viimeksi mainittujen osuus lisääntyy vanhempiin ikäluokkiin siirryttäessä; yli 80-vuotiaista tutkimusmetsiköistä vain 44 % on voitu sijoittaa yksityisten metsiin.

Puhtaita kuusikoita on runsaimmin läntisten metsänhoitolautakuntien toimialueilla (vrt. Ilvessalo 1951, ss. 16—17). Tämä tosiseikka käy ilmi myös kuvasta 1, jossa koealojen maantieteellinen sijainti on esitettynä. Valtaosa koealoista sijaitsee nim. Päijänteen länsi- ja eteläpuolella. Tämänlaatuinen keskittäminen on ollut taloudellisten näkökohtien sanelema, sillä tutkimusmetsiköiden etsiminen Päijänteen itäpuolelta osoittautui liian



Kuva 1. Koealojen sijainti.
Figure 1. Location of the sample plots.

kalliiksi. Kun toisaalta tutkimustulosten edustavuus ei siitä sanottavasti kärsine, mikä johtuu lähinnä sovelletusta tutkimusmenetelmästä, esitetty menettely on puolustettavissa. Mainittakoon, että K a l e l a n (1933, s. 12) aineistoon kuuluneet koealat rajoittuvat jokseenkin täsmälleen samaan alueeseen kuin tämän tutkimuksen aineisto. Samanlaista keskittämistä osoittaa myös N y y s s ö s e n (1954, s. 42) esittämä kartake, sillä sen mukaan pääosa hänen aineistostaan sijaitsee Päijänteen itäpuolella, missä männiköitä esiintyy runsaimmin. Lisäpiirteenä ansaitsee mainita, että koealoja on tämän tutkimuksen tarkoituksiin mitattu 41 pitäjässä.

Kolmea poikkeusta lukuun ottamatta kaikki koealat sijaitsevat 62. leveysasteen eteläpuolella. Kun siis puhutaan Etelä-Suomesta, sillä tarkoitetaan tässä tutkimuksessa lähinnä mainitun leveysasteen eteläpuolelle jäävää maan osaa. Tuloksille voitaneen antaa kuitenkin jonkin verran laajempikin sovellutus, sillä I l v e s s a l o n (1920, s. 40) mukaan metsien kasvuedellytykset ovat Suomenselän eteläpuolella olevassa osassa maata jokseenkin yhtenäiset. Ilmeisesti siis tämän tutkimuksen tulokset ovat tässä suhteessa täysin rinnastettavissa muiden Etelä-Suomeen kohdistuneiden kasvututkimusten kanssa.

Maalajina on miltei poikkeuksetta ollut moreeni, joskus kuitenkin hiekka tai harjusora. Kivisyysluokkien perusteella ei taas ole voitu ryhmitellä tutkimusmetsiköitä kehityksensä puolesta toisistaan eroaviin luokkiin. Sen vuoksi ei ole katsottu aiheelliseksi karsia aineistoa tällä perusteella tai julkaista kivisyysindeksilukuja. Silmävaraisesti tehtyjä erilaisia havaintoja ei ole myöskään esitetty. Liitteestä I käyvät sitä vastoin ilmi metsiköissä suoritettujen mittausten tärkeimmät tulokset sekä koealojen suuruudet.

52. Aineiston käsittely

Paitsi tavanomaisia koealan mittaukseen liittyviä laskelmia ja näin saatujen tulosten yhdistelyä kehityssarjoiksi, sisätyöt ovat käsittäneet eräitä suuritöisiä perustavia laskentatehtäviä.

521. Perustavat laskentatyöt

5211. Puutavaralajitaulukot

Hoidetun kuusimetsikön kuutiomäärän ja rakenteen kehitystä kuvataan käsillä olevassa tutkimuksessa myös liiketaloudellisesti tärkeitä kaupallisia kuutioyksiköitä käyttäen. Tähän päämäärään voidaan päätyä kahta tietä, joko koealoilla suoritettujen mittausten ja arviointien tai kokemusperäisten taulukoiden avulla. Edellistä menetelmää on sovellettu mm. vv. 1951—53 suoritetussa valtakunnan metsien arvioinnissa (Ilvessalo 1951 a, s. 36), jossa täyskoealoilla tavattujen tukkipuurunkojen tyvitukki on mitattu varsikaulaimella sekä väli- ja latvatukkien mitat arvioitu silmävaraisesti. Ko. menetelmän etuna on pidettävä sitä, että puustossa mahdollisesti esiintyvät vikaisuudet ja niiden vaikutus puutavaralajien määriin ja runsaussuhteisiin sekä rungon laatu voidaan ottaa laskelmissa huomioon. Epäkohtana on mainittava, että yhden henkilön suorittamana ja suppeassa aineistossa, kuten tässä tutkimuksessa, osittaisen silmävaraisen arvioinnin subjektiivisuus voi aiheuttaa merkittäviä virheitä. Kun kaatokoepuiden käyttöön ei ole ollut mahdollisuuksia, on ollut sen vuoksi pakko turvautua kokemusperäisten taulukoiden käyttöön.

Taulukoiden soveltamiseen lienevät parhaat edellytykset olemassa juuri hoidetuissa kuusikoissa. Rungon laatuahan ei niissä tarvitse ottaa huomioon, sillä tukit kuuluvat miltei poikkeuksetta I laatuluokkaan (vrt. Ilvessalo 1951 a, s. 38). Kun esim. kaikkien nyt mitattujen koealojen puusto on ollut jokseenkin täysin tervettä, päästään taulukoiden avulla riittävän lähelle todellista arvoa.

Ainoat tämän tutkimuksen suunnitteluvaiheessa käytettävissä olleet puutavaralajitaulukot, joiden avulla voidaan tietyt mitat täyttävän puun sisältämät puutavaralajien määrät arvioida, sisältyvät Tapion taskukirjaan (Ilvessalo 1947 a, ss. 116—117). Nämä taulukot perustuvat kuitenkin vain kahteen kuutiomäärätekijään, rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen, kun taas puun muodoksi silloin on otettu Suomen metsien keskimääräinen Jonsonin (1928, 1929) muotoluokka. Oli niin ollen pelättävissä, että kyseisten taulukoiden avulla jouduttaisiin hoidettujen kuusikoiden sisältämät puutavaramäärät aliarvioimaan, sillä puiden muoto on niissä aivan ilmeisesti keskimääräistä parempi (vrt. Nyyssönen 1954, ss. 90—98). Kun mainitut taulukot ovat lisäksi järeiden kuusikoiden laskentatöissä liian suppeat, ei ollut muuta keinoa kuin sellaisten uusien taulukoiden laatiminen, jotka täyttävät aineiston asettamat vaatimukset.

Uusien taulukoiden laatiminen olisi varmasti osoittautunut ylivoimaiseksi tehtäväksi ilman sitä laajaa kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukoiden pohjana ollutta aineistoa, jonka taulukoiden laatija, prof. Yrjö Ilvessalo on hyväntahtoisesti asettanut käytettäväkseni. Nyt on tehtävä vaatinut vain mekaanista laskentatyötä, joka tosin sekin on vienyt runsaasti aikaa.

Yhteensä 2 434 kaatokoepuusta laskettiin aluksi erivahvuisille, eripituisille ja eri kapenemisluokkiin ($d_{1.3}$—$d_{6.0}$) kuuluville puille keskimääräiset kuorettomat runkokäyrät, joiden avulla suoritettiin pölkytys olettaen, että runko on täysin terve. Jako-ohjeina käytettiin tällöin valtakunnan metsien arvioinnissa sovellettuja periaatteita (Ilvessalo 1951 a, s. 37). Niistä mainittakoon tässä vain, että tukkien minimilatvaläpimittana pidettiin 6 tuumaa kuoren alta, tukin maksimipituutena 24 jalkaa, tyvitukin minimikokona 18′ × 6″ ja latvatukin minimikokona 14′ × 6″. Tukkipuuta koskevat laskelmat suoritettiin kuorettomina teknillisinä kuutiojalkoina. Latvatukkiin rajoittuva rungon osa 8 cm:n kuorettomaan läpimittaan saakka pölkytettiin 1 m:n kuorettomaksi paperipuuksi, jonka määrä ilmaistiin pinokuutiometreinä. Halkopuun minimimittana pidettiin 4 cm:ä kuoren alta, mutta tulokset muunnettiin kuorellisiksi pinokuutiometreiksi.

Lopullinen graafinen tasoitus suoritettiin tukkipuun osalta kapenemisluokittain akselistossa, jonka abskissana oli rinnankorkeusläpimitta, jolloin tukkipuumäärät tasoitettiin pituusluokittain. Pinotavaralajien osalta sitä vastoin tulokset tasoitettiin kaikille kapenemisluokille yhteisesti.

Käytännössä on tunnettu jo pitkään sellaisten puutavaralajitaulukoiden puute, jotka ottaisivat huomioon myös runkomuodon vaihtelut. Äskettäin ovatkin tukkipuiden kuutioimistaulukot ilmestyneet (Sahapuiden... 1955). Tämän johdosta ei ole välttämätöntä julkaista yllä selostettujen laskelmien tuloksia, varsinkaan kun saman aineiston pohjalla on laajempi selvittely suunnitteilla toisen tutkijan toimesta.

Taulukko 3. Kuusen vuosilustoindeksejä III:n valtakunnan metsien arvioinnin aineiston pohjalla.

Table 3. Annual ring indices of spruce based on the material of the III National Forest Survey.

Vuosi *Year*	Vuosilustoindeksi *Annual ring index*			Vuosi *Year*	Vuosilustoindeksi *Annual ring index*		
	Vuotuinen *Annual*	5:n viime vuoden keskim. *5-year average*	10:n viime vuoden keskim. *10-year average*		Vuotuinen *Annual*	5:n viime vuoden keskim. *5-year average*	10:n viime vuoden keskim. *10-year average*
1953	111	90	94	1945	97	92	102
1952	91	87	92	1944	90	96	102
1951	80	91	92	1943	91	99	104
1950	84	95	94	1942	88	103	106
1949	86	97	96	1941	96	108	108
1948	94	98	99	1940	113	111	108
1947	111	98	100	1939	108	108	107
1946	99	93	100	1938	111	109	108

5212. Kasvun vaihtelua koskevat laskelmat

Kasvun vuotuinen ja jaksoittainen ilmaston muutoksista johtuva vaihtelu on tosiseikka, jonka tutkimisen laiminlyöminen saattaa eräissä tapauksissa johtaa aivan erheellisiin päätelmiin (vrt. Kolmodin 1923, ss. 14—15; Schumacher ja Meyer 1937, s. 80). Erityisen tärkeää on kasvun vaihtelun huomioon ottaminen kasvututkimuksessa, jossa verrataan keskenään eri tutkimusten kasvulukuja; nehän voivat perustua ilmastollisesti toisistaan hyvinkin paljon poikkeaviin tutkimusperiodeihin (Schumacher ja Meyer 1937, s. 80; Ording 1940, s. 262; Ilvessalo 1942, s. 169; 1945; Mikola 1950, ss. 112—113; 1952, s. 76; Nyyssönen 1954, ss. 45—54).

III:n valtakunnan metsien arvioinnin yhteydessä suoritettiin kasvun vaihtelua koskevia kairauksia luonnontilaisissa varttuneissa metsiköissä (Ilvessalo 1951 a, s. 43). Etelä-Suomesta, jonka rajaksi on tällöin otettu likimääräisesti Oulun läänin eteläraja, kertyi siten kuusikoista yhteensä 503 kairanlastua. Käsillä olevassa tutkimuksessa kasvun vaihtelusta johtuvat korjaukset on suoritettu tämän verraten laajan aineiston pohjalla asianomaisella luvalla. Tällöin on jouduttu tekemään olettamus, että ko. vaihtelu on samanlainen luonnontilaisissa ja hakkauksilla käsitellyissä metsissä; ilmeistä on kuitenkin, että tämä seikka vaatisi lisätutkimuksia (vrt. kuitenkin Ilvessalo 1956, s. 137). Edelleen on oletettu, että kasvun suhteellinen vaihtelu rungon eri korkeuksilla on sama kuin rinnankorkeudella, mihin esim. Topcuoglun tutkimukset (1940, ss. 516—523) eivät anna täyttä oikeutta; virhe lienee kuitenkin vähäinen.

Laskelmissa sovellettua menetelmää ei ole aiheellista tässä lähemmin käsitellä, sillä se on ollut täsmälleen samanlainen kuin M i k o l a n (1950, ss. 14—22) kasvun vaihtelua koskevassa tutkimuksessa.

Laskelmien tuloksena saadut vuosilustoindeksit, joista osa on esitetty taulukossa 3, osoittavat kuusen kasvun olleen viime vuosina Etelä-Suomessa poikkeuksellisen alhainen. Vuodesta 1941 lähtien se on ylittänyt keskimääräisen tason vain kahtena kasvukautena, nim. v. 1947 ja 1953, molempina vuosina 11 %. Onko v. 1953 tapahtunut kasvun paraneminen merkkinä uuden suotuisan jakson alkamisesta vai vuoden 1947 tapaan vain tilapäistä laatua, on nyt suoritettujen laskelmien perusteella mahdotonta päätellä. Aallon pohja lienee kuitenkin sivuutettu v. 1951, jolloin kuusen kasvu oli peräti 20 % normaalitason alapuolella. Mainittakoon lisäksi, että nyt esitetyt indeksiluvut käyvät hyvin yhteen aikaisempien tutkimusten kanssa (vrt. M i k o l a 1950, ss. 48—49), joten tuloksia on pidettävä luotettavina.

Ellei kasvun vaihtelua olisi otettu huomioon, hoidetun kuusikon kasvukyky olisi tullut huomattavasti aliarvioiduksi. 5:n ja 10:n viime vuoden keskimääräiset indeksit, joiden perusteella kasvun korjaukset normaalitasoon on kasvunlaskentamenetelmän johdosta suoritettu, ovat tutkimusvuosina olleet poikkeuksetta lukua 100 pienempiä, v. 1952 päättyneenä 5-vuotiskautena jopa 87. Keskimäärin tutkimusmetsiköiden kasvulukuja on korotettu n. 7—8 %. Lisäys on niin suuri, että sillä saattaa olla ratkaiseva merkitys päätelmiä suoritettaessa.

Teoreettisesti ottaen pitäisi tietenkin myös muiden metsikön tunnusten kuin kuutiokasvun, esim. kuutiomäärän, esittämisessä ottaa kasvun vaihtelu huomioon, erityisesti kaikkein nuorimmissa tutkimuskohteissa. Sitä ei ole tässä kuitenkaan katsottu aiheelliseksi.

5213. Taloudellisen iän määritysperusteet

Kuten edellä on esitetty (ss. 19—22), taloudellisen iän avulla on pyritty eliminoimaan ne mahdolliset laiminlyönnit, joita on saattanut esiintyä tutkimusmetsiköiden taimistovaiheessa. Metsikön taloudellinen ikä on saatu lisäämällä rinnankorkeudelta kairattuun aritmeettiseen keski-ikään tietty määrä vuosia. Kaikkien saman metsätyypin metsiköiden alkukehitys on siten oletettu samaksi.

Kuusikon luontainen uudistaminen tapahtuu tunnetusti yleensä suojuspuuhakkausten avulla. Alunperin oli sen vuoksi tarkoitus selvittää erikoistutkimuksella, kuinka kauan kestää keskimäärin, kunnes kuusimetsikkö saavuttaa rinnankorkeuden suojuspuuolosuhteissa, ja käyttää siten saatuja lukuarvoja tutkimusmetsiköiden rinnankorkeusikään tehtävinä lisäyksinä. Tässä tarkoituksessa suoritettiin eräitä tutkimuksia ydinsolmujen muodostumiseen perustuvaa menetelmää

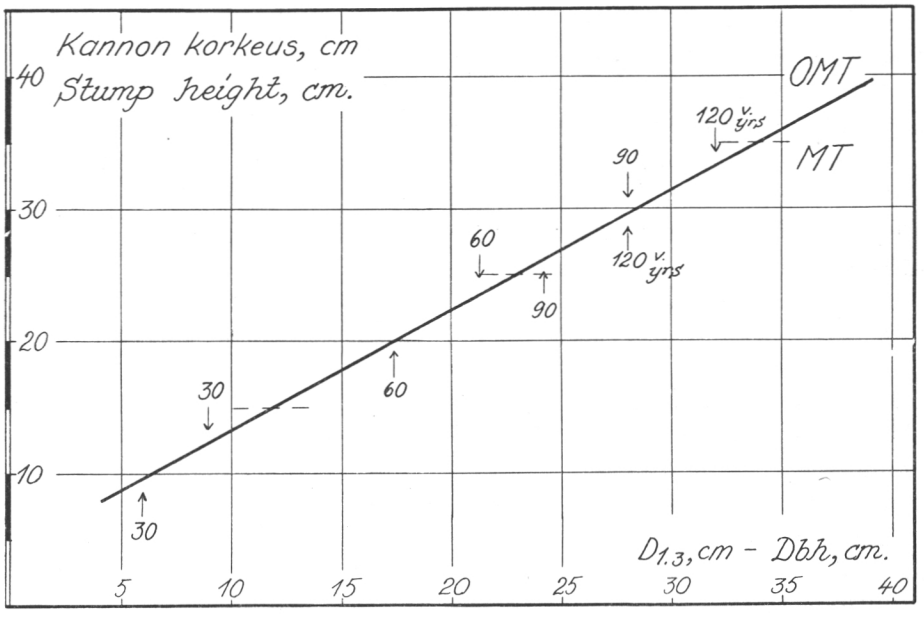
käyttäen (vrt. esim. Sirén 1950, ss. 27—29) Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston uudistuskoealoilla. Osoittautui kuitenkin, ettei taimisto ollut näilläkään koealoilla saanut kehittyä moitteettomissa suojuspuuolosuhteissa, vaan se oli joutunut kärsimään sodan johdosta viivästyneiden toimenpiteiden vuoksi. Kun muualtakaan ei löydetty tyydyttäviä taimistoja, suunnitelmasta oli tältä osalta luovuttava.

Tutkimusmetsiköissä oli suoritettu iän määrityksiä myös kannonkorkeudelta ja tehty merkintöjä, joiden perusteella oli mahdollista jälkikäteen valita ne metsiköt, jotka olivat todennäköisesti saaneet kehittyä alusta asti jotakuinkin esteettömästi. Oli niin ollen mahdollista laskea, kuinka monta vuotta oli keskimäärin kulunut rinnankorkeuden saavuttamiseen näin valikoiduissa metsiköissä. Laskelmat osoittivat, että rinnankorkeus oli tässä osassa aineistoa saavutettu OMT:ssä keskimäärin 13-vuotiaana ja MT:ssä 16-vuotiaana.

Kun istutuskuusikko saavuttaa rinnankorkeuden molemmissa metsätyypeissä jo ennen 10. ikävuottaan (Kalela 1933, s. 18), yllä esitetyt luvut vastannevat suojuspuuolosuhteita, joskaan laskelmissa käytettyjen metsiköiden taimistovaiheessa vallinneista olosuhteista ei ole voitu saada täyttä varmuutta. Ilmeistä ainakin on, ettei luontaisen taimiston kehitysnopeutta näiden lukujen perusteella yliarvioida. Siihen viittaavat myös Ruotsin valtakunnan metsien arvioinnin yhteydessä saavutetut tulokset (Vid andra... 1947, s. 62; Petrini 1948, s. 95), joskaan sikäläiset luvut eivät ole täysin rinnastettavissa rinnankorkeuden määrittämisen erilaisen lähtökohdan vuoksi.

Puun varttuessa rinnankorkeus, jos sen määrittämisen lähtökohdaksi otetaan Suomessa vallitsevan tavan mukaan ylin katkaisua haittaava juurenhaaran niska, siirtyy huomattavasti ylöspäin; hakkuukypsässä metsikössä ei tämän johdosta oikeastaan sopisi käyttää enää nimitystä »rinnankorkeus». Havainnollisesti tämä siirtyminen käy ilmi kuvasta 2, jossa on 494 koepuuhun perustuen esitetty ylimmän katkaisua haittaavan juurenhaaran niskan etäisyys syntymäpisteestä (vrt. s. 29), ts. lyhimmän mahdollisen kannon korkeus rinnankorkeusläpimitan funktiona. Niinpä todetaan, että 5 cm:n rinnankorkeusläpimittaa vastaa 8.7 cm:n kannonkorkeus, mutta että läpimitan kohotessa 30 cm:iin kannon korkeus lisääntyy 31.5 cm:iin. Vastaavana aikana rinnankorkeus siirtyy siten 22.8 cm ylöspäin.

Taloudellisen iän määrittämisessä mainittu rinnankorkeuden siirtyminen on otettu huomioon siten, että äsken mainittuja lukuja — OMT:13, MT:16 — on sovellettu ainoastaan metsiköissä, joissa kyseinen keskimääräinen kannonkorkeus on ollut korkeintaan 15 cm. Jokainen enintään 10 cm:n lisäys tähän korkeuteen on merkinnyt rinnankorkeusikään tehtävän lisäyksen kasvamista yhdellä vuodella. Eri kehitysvaiheissa olevissa OMT:n metsiköissä rinnankorkeusikään on siten lisätty 13—15 v ja MT:n



Kuva 2. Kannon minimikorkeus hoidetuissa kuusikoissa.
Figure 2. Minimum stump height in managed spruce stands.

metsiköissä 16—18 v. Kuvassa 2 näkyvät vaakasuorat katkoviivat rajoittavat juuri niitä kantoluokkia, joissa ko. lisäys on ollut yhtä suuri. Tasoitusviivan ohessa olevat numerot tarkoittavat taas niitä ikävaiheita, joissa tietty keskimääräinen kannonkorkeus saavutetaan hoidetuissa kuusikoissa; viivan yläpuolella sijaitsevat luvut tarkoittavat OMT:ä ja alapuolella olevat MT:ä.

Ansaitsee lisäksi mainita karkeana muistisääntönä, että kuvan 2 mukaan nyt kysymyksessä oleva teoreettinen kannonkorkeus on suurin piirtein yhtä suuri kuin puun rinnankorkeusläpimitta (vrt. Heikinheimo 1920, ss. 6—7), lukuun ottamatta kaikkein pienimpiä läpimittaluokkia, joissa edellinen on jälkimmäistä selvästi suurempi. On kuitenkin muistettava, että todellinen kanto on yleensä vielä 10—15 cm teoreettista kantoa korkeampi (Ilvessalo 1947, s. 9). Mainittakoon lisäksi, että Aron (1935, s. 92) kuvassa 2 esitetyistä tuloksista poikkeavat luvut johtuvat erilaisesta kannon alkukohdan tulkinnasta.

522. Mittaustulosten laskentatyöt

Puuston kuutiomäärän laskentatöissä on käytetty kotimaisia kuutioimistaulukoita (Ilvessalo 1947). Näiden taulukoiden sovellutus on kuitenkin niin yleisesti tunnettu, ettei sitä ole tarpeen tässä yksityiskohtaisesti selostaa. Kuutiopoistuman laskennassa kysymykseen tulevaa

menetelmää on taas selostanut Nyyssönen (1955, ss. 23—38), joten sitäkään ei ole aiheellista tässä toistaa. Puutavaralajien määritysperusteet ovat puolestaan tulleet jo edellä selostetuiksi (vrt. ss. 34—35). Kun toisaalta muiden tunnusten laskennassa käytetyt menetelmät soveltuvat parhaiten selostettavaksi tulosten esittelyn yhteydessä, rajoitutaan seuraavassa ainoastaan kuutiokasvun laskennassa käytettyjen menetelmien ja periaatteiden esittämiseen, koska eräät niistä eniten poikkeavat yleisestä käytännöstä.

5221. Kasvunlaskennassa sovelletut menetelmät

Ratkaiseva merkitys kasvunlaskennassa käytettävää menetelmää valittaessa on sillä seikalla, mitä tavoiteltavan kasvuluvun halutaan ilmentävän. Kasvuluvun voidaan tulkita tarkoittavan metsikön tulevaa, mennyttä tai mittaushetken kasvua. Kun kasvua määritettäessä tutkimukset on kuitenkin aina perustettava menneen jakson kasvutapahtumiin, on luonnollista, että metsikön mennyt kasvu voidaan selvittää luotettavimmin. Talousmetsissä mittaushetken tai tulevan kasvun määrittäminen on erityisen vaikeaa siitä syystä, että hakkausten johdosta puuston aiempi kasvu ei ole aina tapahtunut niissä olosuhteissa, joissa puusto havaintohetkellä tai tulevaisuudessa on. Tässä tutkimuksessa pyrittiin sen vuoksi selvittämään juuri tutkimusmetsiköiden menneen kauden eli ns. mittausjakson keskimääräinen kasvu (vrt. Spurr 1952, s. 208; Nyyssönen 1954, s. 110). Kasvunlaskentamenetelmien soveltuvuutta jouduttiin siten tarkastelemaan tältä pohjalta.

Kuten tunnettua, kotimaiset kasvunlaskentataulukot (Ilvessalo 1948 a) perustuvat ns. Jonsonin kaavaan

$$p_v = p_g + p_{fh},$$

joka antaa puuston havaintohetken vuotuisen kasvun, jos tietyt edellytykset pitävät paikkansa (vrt. Jonson 1928, s. 482; Ilvessalo 1942, s. 45). Ovatko nämä edellytykset voimassa talousmetsissä, on kysymys, joka on aiheuttanut runsaasti keskustelua viime vuosina (esim. Kuusela 1953). Käsillä olevan tutkimuksen kannalta ei ole kuitenkaan välttämätöntä löytää vastausta mainittuun kysymykseen; riittää, että kasvunlaskentataulukoiden voidaan katsoa kairauksiin perustuvina antavan luotettavan kuvan ennen kaikkea tutkimushetken puuston menneen jakson keskimääräisestä kasvusta olettaen, että muotokorkeuden kasvu hoidetuissa kuusikoissa on kasvunlaskentataulukkojen aineiston mukainen. Ottamalla lisäksi huomioon Lönnrothin (1929) esittämien periaatteiden mukaisesti mittausjakson aikana tapahtuneen poistuman kasvu

voidaan tästä luvusta siis päätyä haluttuun kasvulukuun, mittausjakson keskimääräiseen kasvuun (vrt. Nyyssönen 1954, ss. 109—110). Kasvunlaskentataulukot muodostavat siten käsillä olevassa tutkimuksessakin sen perustan, jolla kasvunlaskenta voitiin pääosassa aineistoa suorittaa. Kun mainittujen taulukoiden sovellutus on yleisesti tunnettu ja koska selostus näiden taulukoiden vastaavasta hyväksikäytöstä on löydettävissä esim. Nyyssösen (mt., ss. 106—110, 156—158) tälle työlle läheisestä julkaisusta, ei tässä ole aiheellista asiaa lähemmin kosketella.

Heti laskentatöiden alkuvaiheessa kiinnitti kirjoittajan huomiota kuitenkin se seikka, että kaikkein nuorimmissa tutkimusmetsiköissä kasvunlaskentataulukoista saatu 10-vuotiskauden keskimääräinen kasvusadannes nousi yli 10 %:n ja hiukan varttuneemmissakin lähenteli mainittua sadannesta. Kun metsikkö voi menneenä 10-vuotiskautena kasvaa vuosittain keskimäärin korkeintaan 10 % mittaushetken kuutiomäärästään, taulukot näyttivät siis esitetyllä tavalla tulkittuina johtavan taimistoissa ja nuorissa metsiköissä liian suuriin kasvulukuihin 10 vuoden mittausjaksoa käytettäessä. Tämä johtunee lähinnä siitä, että muotokorkeuden kasvusadannes määritetään puolta lyhyemmän kauden perusteella kuin pintakasvusadannes. Metsikön nuorelle iälle ominaisen, ripeästi lisääntyvän pituuskasvun vuoksi (vrt. Ilvessalo 1920, s. 126; Mikola 1951) muotokorkeuden kasvu tulee tällöin yliarvioiduksi. Taimistoissa ja nuorissa metsissä olisi tämän johdosta kasvua tutkittaessa käytettävä 5 vuoden mittausjaksoa. Kuten aiemmin on mainittu (s. 29), suoritettiinkin n. 45 vuotta nuorempien tutkimusmetsiköiden kasvun tutkiminen 5 vuoden jaksoa käyttäen.

Viiden vuoden mittausjaksoa sovellettaessakin esiintyy kasvunlaskentataulukoista saaduissa sadannesluvuissa eräs siirtymävyöhyke, joka vaikuttaa luonnottomalta. Taulukoissa on nim. s. 144 esitetty 6 m:ä lyhyemmille puille muotokorkeuden kasvusadannesten asemesta eräänlaiset pintakasvusadannesten korjaustekijät [1]). Siirtyminen 5 m:n puusta 6 m:n puuhun saa aikaan kuitenkin mainitun korjaustekijän vuoksi kuutiokasvusadanneksen äkillisen nousun, joka varsinkin silloin, kun pääosa puustoa on tässä siirtymävyöhykkeessä, aiheuttaa laskelmien suorittajassa epävarmuutta. Tämän vuoksi on katsottu aiheelliseksi suorittaa kasvunlaskenta metsiköissä, joissa esiintyy merkittävässä määrässä 7—8 m:ä lyhyempiä puita, jotakin toista menetelmää käyttäen.

Erotusmenetelmät ovat vanhimpia metsätieteissä sovellettuja kasvunlaskennan menetelmiä. Niinpä Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioi-

[1]) Tällainen menettely onkin täysin sopusoinnussa Jonsonin omien päätelmien kanssa (1928, s. 492), joiden mukaan hänen kaavansa on muotokorkeuden kasvusadanneksen vuoksi käyttökelvoton 4—4.5 m:ä lyhyemmille puille, tosin edellyttäen, että mainittu sadannes määritetään viimeisen latvakasvaimen perusteella.

misen osaston kestokoealoilla erotusmenetelmä on ollut käytössä niiden perustamisesta alkaen tyypillisimmässä muodossaan (Ilvessalo 1932). Viime aikoina erotusmenetelmä on ollut sitä paitsi enenevän huomion kohteena esim. Ruotsissa, missä sitä sovelletaan mm. valtakunnan metsien arvioinnissa (Vid andra... 1947, s. 90; Eklund 1954), mutta myöskin Suomessa (Keltikangas 1952; Kuusela 1952). Oli siksi luonnollista, että uutta menetelmää etsittäessä turvauduttiin lähinnä tämän kollektiivisen menetelmäryhmän tarjoamiin mahdollisuuksiin. Tällöin todettiin ainoana mahdollisuutena olevan pyrkiä pystykoepuista tehtyjen mittausten ja arviointien perusteella konstruoimaan runkolukusarja sekä sen pituus- ja kapenemistekijät 5-vuotiskauden alussa, jolloin mittaushetken puuston kyseisen jakson kasvu saataisiin alku- ja loppukuutiomäärien erotuksena kuutioimistaulukoiden avulla (vrt. Ilvessalo 1954 b, s. 817).

Laskennan ensimmäisenä vaiheena suoritettiin kairattujen sädekasvuhavaintojen graafinen tasoitus koealoittain rinnankorkeusläpimitan funktiona. Lisäämällä näin saadusta tasoitusviivasta luettuun kuorettoman läpimitan kasvuun kuoren paksuuskasvun arviomäärä saatiin tietyn läpimittaluokan keskipuun kuorellisessa läpimitassa tapahtunut lisääntyminen jakson aikana. Vm. arvio suoritettiin olettaen, että puun kuoren paksuus on samanläpimittaisissa puissa yhtä suuri 5-vuotiskauden alussa ja lopussa, mittaushetken puuston kuoren paksuutta kuvaavasta graafisesta tasoituskäyrästä. Lukuisista mahdollisista siirtymän laskentamenetelmistä käytettiin seuraavaa kaavaa, joka on esitetty Davisin oppikirjassa (1954, s. 92), mutta jonka ajatus on esitetty useissa amerikkalaisissa julkaisuissa aikaisemmin (esim. Wahlenberg 1941, s. 15; Meyer 1942; 1953, ss. 259—260):

$$m = \frac{g}{i} \cdot 100$$

Tässä kaavassa m = siirtymäsuhde sadanneksin,
g = tietyn läpimittaluokan puiden keskimääräinen läpimitan lisääntyminen mm:einä,
i = luokkaväli, mm.

Esitetty kaava perustuu siihen metsätieteissä yleisesti tehtyyn olettamukseen, että läpimittaluokan puut ovat jakaantuneet tasaisesti keskikohdan ympärille ja kasvavat samalla nopeudella. Vaikka tämä olettamus ei pidä täysin paikkaansa, varsinkaan taimistoissa, siitä aiheutuva virhe 1 cm:n luokkia käytettäessä on ilmeisesti absoluuttisesti pieni. Kaavan antaman siirtymäsuhteen lukuarvo tulkitaan siten, että kaksi viimeistä numeroa ilmoittavat, kuinka monta sadannesta läpimittaluokan runkoluvusta siirtyy ensimmäisen numeron osoittaman luokkamäärän ohi.

Esim. luku 165 tarkoittaa, että 65 % runkoluvusta siirtyy kaksi läpimittaluokkaa ja loput 35 % vain yhden; luku 80 taas tarkoittaa, että 80 % siirtyy viereiseen luokkaan ja 20 % jää ennalleen. Läpimittaluokittain suoritetut tulokset yhdistämällä päästään mittausjakson alussa olleeseen runkolukusarjaan.

Pystykoepuiden pituus 5 vuotta sitten voitiin määrittää latvakasvainten pituutta koskevien arviointien ja mittausten perusteella. Kun myös vastaava rinnankorkeusläpimittaluokka oli helposti määritettävissä, metsikön pituuskäyrä 5 vuotta sitten voitiin piirtää normaaliin tapaan. Usein näin saatu käyrä yhtyi mittaushetken pituuskäyrään. Yleensä se sijoittui kuitenkin alapuolelle, kuten odottaa saattoikin (vrt. esim. Hagberg 1938, ss. 423—427; Prodan 1951, ss. 104—105; Spurr 1952, ss. 246—247).

Puun runkomuodon paraneminen iän lisääntyessä on tosiseikka, jonka merkityksestä ainakin likimain täystiheissä metsiköissä saa käsityksen Ilvessalon laskemista, männyn vuosiluston leveyttä puun eri korkeuksilla kuvaavista suhdeluvuista (vrt. Nyyssönen 1952, s. 3). Mittausjakson aikana tapahtuneen runkomuodon muutoksen huomioon ottaminen on kuitenkin erittäin vaikea tehtävä silloin, kun kaatokoepuita ei ole käytettävissä. Yhdysvalloissa runkomuodon kehittyminen jätetäänkin sen vuoksi yleensä kokonaan huomiotta (vrt. Davis 1954, ss. 87—96). Ruotsissa sen sijaan voidaan Näslundin (1940, 1947) kehittämien ns. kuutioimisfunktioiden avulla suorittaa kyseinen korjaus, kuten on tapahtunut sikäläisessä valtakunnan metsien arvioinnissa (Vidandra... 1947, s. 90). Yksittäisessä metsikössä näin suoritettu korjaus ei voine kuitenkaan keskimääräisyytensä vuoksi johtaa kovin tarkkaan tulokseen. Suomessa erotusmenetelmän käyttöön on kiinnitetty niin vähän huomiota, ettei meillä ole edes em. kuutioimisfunktioiden tarjoamaa tukea runkomuodon muuttumisen merkityksen selvittämiseksi. Kuuselan (1952) ehdottamaa menetelmää taas ei voida käyttää, ennen kuin sen edellyttämä koje on saatu kehitetyksi (vrt. Keltikangas 1952).

Kun käsillä olevassa tutkimuksessa on lähdetty siitä otaksumasta, että 5-vuotiskauden alussa ja lopussa tietyn läpimittaluokan puut kuuluvat samaan kapenemisluokkaan, on oltu täysin tietoisia mahdollisesti aiheutuvasta virhetekijästä, jonka ei ole kuitenkaan arvioitu vaikuttavan olennaisesti tuloksiin.

Mittaushetken puuston kuutiokasvusadannes kasvumittausjakson aikana saatiin kasvunlaskentataulukoiden mukaisesti vertaamalla erotusmenetelmällä täten saatua kasvulukua mittaushetken puuston kuorettomaan kuutiomäärään. Tätä kasvusadannesta käytettiin sitten kyseisen jakson poistuman kasvun määrittämiseen. Jakamalla mittaushetken puuston ja poistopuuston kasvujen summa 5:llä päädyttiin vihdoin mittausjakson keskimääräiseen kasvuun.

523. Kehityssarjojen muodostaminen ja tasoittaminen

Kehityssarjojen muodostamisessa noudatetut jaotteluperiaatteet ovat käyneet jo ilmi tutkimusaineiston ryhmittelytekijöitä käsiteltäessä. Tutkimuskohdetta kuvataan tässä tutkimuksessa siis metsätyypeittäin iän mukaisina kehityssarjoina olettaen, että eri ikäkausilta mitatut tilapäiskoealat ilmentävät saman populaation eri kehitysasteita.

Kehityssarjojen yhtenäisyyden tarkistamisesta on Nyyssönen (1954, ss. 13—26) esittänyt perusteellisen yhdistelmän, jota ei ole aiheellista tässä toistaa. Todettakoon vain, että runkolukusarjojen tunnusten tilastomatemaattista tarkastelua kehityssarjojen yhtenäisyyden osoittajana ei ole voitu tässä soveltaa myöskään siitä syystä, ettei tutkimusmenetelmä täytä tällaisen tarkistuksen asettamia vaatimuksia. Tilastomatemaattisen tarkastelun avulla kehityssarjojen yhtenäisyys saataisiin tosin näyttämään matemaattisesti luotettavalta; sen seurauksena jouduttaisiin kuitenkin kenties aineistosta poistamaan huomattava määrä koealametsiköitä, jotka loppujen lopuksi ovat todennäköisesti yhtä olennainen osa populaatiota kuin muutkin metsiköt.

Aineiston yhtenäisyyttä on tarkasteltu sen johdosta puuston eri tunnusten avulla silmävaraisesti. Pohjapinta-alalle ei ole siten annettu yhtä ratkaisevaa merkitystä kuin Nyyssösen (1954, s. 21) tutkimuksessa. Tämän tarkastelun perusteella on alkuperäisestä aineistosta poistettu 4 koealaa, jotka eri kuvaajien kohdalla poikkesivat eniten muusta kokonaisuudesta ja joiden maastolomakkeissa oli merkintä mahdollisesta soveltumattomuudesta aineistoon metsikön hoidossa esiintyneiden viimeaikaisten laiminlyöntien vuoksi.

Tasoitukset suoritettiin graafisesti. Perustelujen osalta viitataan jälleen Nyyssösen (1954, ss. 55—57) tutkimukseen.

6. Tutkimuksen tulokset

Metsikön kehitys on monivivahteinen biologinen tapahtuma, jonka kuvaaminen voi vain rajoitetusti ja kaavamaisesti onnistua silloinkin, kun ainoastaan kasviyhdyskunnan sisäiset vuorovaikutukset ja sidonnaisuus muuhun luontoon ja sen vaihteluihin ovat puuston muodostumiseen vaikuttamassa. Tehtävä vaikeutuu vielä huomattavasti, kun em. tekijöiden lisäksi tulee ihmisen vaikutus, joka toistuvien hakkausten avulla pyrkii ohjaamaan metsikön kehitystä tiettyyn suuntaan, mikä toisinaan tapahtuu luonnon tarjoaman esimerkin mukaisesti, mutta usein myös sen vastaisesti. Säännönmukaisuuksien selvittämiseksi metsikön kehitys on sen vuoksi yleensä esitettävä niin pelkistetyssä muodossa, että yhteys yksittäisen metsikön todelliseen kehitykseen kadotetaan. Niin on käynyt myös tarkasteltavana olevassa tutkimuksessa, jossa pyritään havainnollistamaan kyseisen metsikkölajin puuston keskimääräistä kehitystä yrittämättä kuvata todellisen metsikön oikullisesti vaihtelevaa kehityskulkua. Juuri kaavamaisuudessaan tällainen esitys voi luoda kuitenkin edellytykset tulosten sovellutukselle muiden metsätieteiden ja käytännöllisen metsätalouden piirissä.

Metsikkö ei ole yleensä itsenäinen talousyksikkö, vaan se on irrottamattomasti kytkeytynyt metsätaloutta harjoittavan metsälön tai tietyn metsäalueen yhteyteen. Näin ollen metsikön kehityksen luonnehtiminen ikään kuin se olisi riippumaton metsälön taloustoiminnan tavoitteista on omiaan lisäämään hahmotelman kaavamaisuutta. On kuitenkin todettava, ettei metsälön metsätalouden suunnittelua voida saattaa objektiiviselle pohjalle tuntematta yksittäisen metsikön kehitystä tietyn käytännössä olevan metsänhoidollisen käsittelytavan vallitessa (P e t t e r s o n 1951 a, s. 109). Vaikka nyt esitettävät tulokset eivät siten ole ilman muuta sellaisinaan aina metsälöön sovellettavissa, ne luovat pohjaa myös metsälöä koskeviin taloussuunnitelmiin.

Tutkimustulosten esittely tapahtuu graafisten piirrosten avulla, jotka havainnollistavat tiettyjen puuston tunnusten keskimääräistä kehitystä iän funktiona. Näiden rinnalla on tärkeä merkitys taulukoilla, joiden avulla pyritään täsmentämään graafisesti ilmaistua kehityskuvaa. Käsittelytapa on vertaileva, sillä h o i d e t u n k u u s i k o n y h t e n ä i-

sellä viivalla piirrettyjen kehityskäyrien rinnalle on asetettu, mikäli mahdollista, eräiden toisten kotimaisten metsikkölajien vastaavat käyrät.

Tärkeimmän vertailukohteen muodostavat luonnonnormaalit kuusimetsiköt (Ilvessalo 1920 a), joiden kehitystä kuvaavat käyrät on graafisissa esityksissä aina piirretty katkoviivalla. Milloin kuvassa esiintyy myös pisteviiva, se havainnollistaa viljelykuusikon (Kalela 1933) vastaavaa kehityskulkua.

Tämän tutkimuksen tulokset asetetaan joskus rinnakkain myös Nyyssösen (1954) toistuvasti harvennettujen männiköiden kehitystä koskevien tulosten kanssa, joskin päätelmät tästä vertailusta tehdään edellä esitetyin varauksin (vrt. ss. 15—19).

Kun seuraavassa puhutaan luonnonnormaaleista kuusikoista (myös luonnontilaisista tai luonnonkuusikoista), viljelykuusikoista tai toistuvasti harvennetuista männiköistä (myös hoidetuista männiköistä), niillä siis tarkoitetaan, ellei toisin mainita, juuri yllä mainittujen tutkimusten kuvaamia metsikkölajeja, vaikka lähdejulkaisu jätetään usein mainitsematta. Sanonta »hoidettu kuusikko» tarkoittaa tästä lähtien tarkasteltavana olevan tutkimuksen kohteita, vaikka esim. viljelykuusikot on tietenkin sijoitettava tämän käsitteen laajempaan tulkintaan.

61. Runkoluku

Puuston runkoluku, ts. rinnankorkeutta (1.3 m) pitempien puiden lukumäärä hehtaaria kohden, on vaihdellut tämän tutkimuksen aineistossa niin oikullisesti, ettei ole katsottu olevan perusteita keskimääräisten lukujen esittämiseen. Samaan tulokseen ovat varhemmin tulleet esim. Kalela (1933, s. 14) ja Nyyssönen (1954, s. 59), vaikka varsinkaan ensiksi mainitun tutkimuksen kohde, viljelykuusikot, ei voine olla niin vaihteleva kuin luontaisesti syntynyt kuusikko. Syitä nyt havaittuun vaihteluun on useita.

Niinpä tässä tutkimuksessa ei ole pyritty selvittämään tietyn harvennusasteen vallitessa tapahtuvaa metsikön kehitystä, vaan tutkimusmetsiköt käsittävät mitä eriasteisimpia kasvatustoimenpiteitä. Samoin eräiden metsiköiden käsittely on voinut olla yläharvennukseen vivahtava (vrt. esim. Miettinen 1930, ss. 26—28), joskin pääosaa aineistosta on hoidettu Suomessa vallitsevan metsänhoidollisen ajatustavan mukaisesti alaharvennuksen periaatteita noudattaen. Tällainen käsittelyn kirjavuus ei voi olla kuvastumatta juuri metsikön runkoluvussa, joka varsin herkästi ilmentää käsittelyjen pienetkin vivahde-erot.

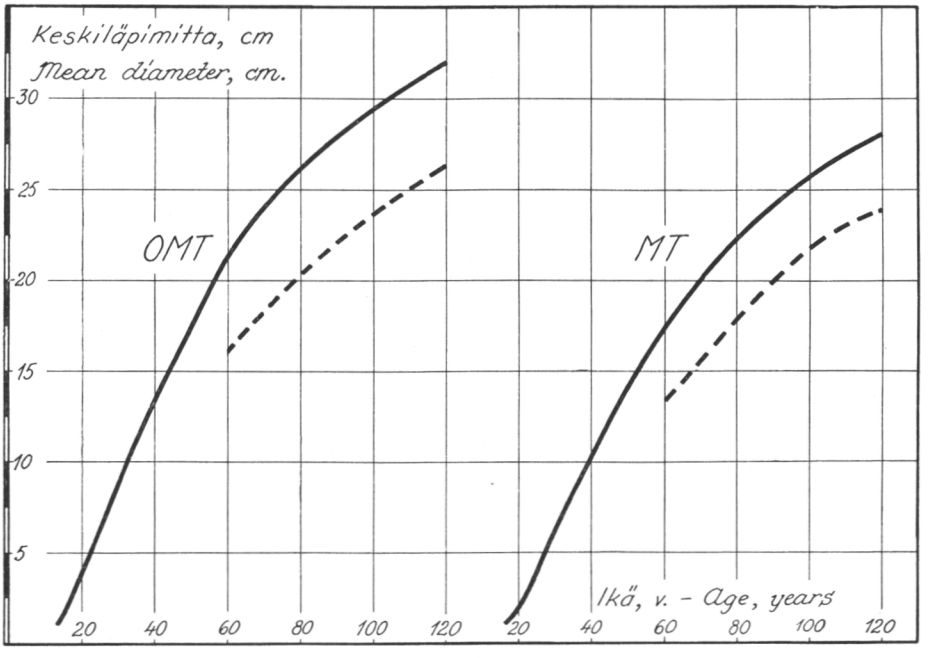
Alaharvennuksen teorian mukaisesti metsiköstä tulisi poistaa ensisijaisesti elinkelvottomia ja heikkoa laatua edustavia puuyksilöitä (Kalela 1948, s. 22). Tämän vuoksi varttuneissa metsiköissä ei voi enää esiintyä

merkittävässä määrin pienikokoista, taloudellisesti merkityksetöntä puustoa, jos metsikköä on käsitelty tarkalleen alaharvennusperiaatteen mukaisesti. Käytännössä tällaista poistettaessa vain kustannuksia aiheuttavaa, mutta valtapuuston kehityksen kannalta jokseenkin merkityksetöntä puustoa jätetään usein tahallisesti metsikköön, vaikka toimenpiteet ovat muuten täysin sopusoinnussa alaharvennuksen periaatteiden kanssa. Vaikka näin menetellään, ei ole kuitenkaan paikallaan leimata hoitotoimenpiteitä vääriksi ja katsoa ko. metsiköitä esim. tämän tutkimuksen aineistoon soveltumattomiksi. Metsänkasvatuksen päätarkoitushan on yleensä korkeimman mahdollisen liiketaloudellisen hyödyn tavoittelu, eikä jonkin tietyn metsänhoidollisen kaavan läpivieminen, ellei se juuri johda mainittuun päämäärään (vrt. D a v i s 1954, s. 13; K a l e l a 1954). Jos siis esitetyllä tavalla poikkeaminen alaharvennuksen teoreettisista perusteista on omiaan parantamaan metsänkasvatuksen liiketaloudellista kannattavuutta, mihin sillä ainakin pyritään, menettely on oikeutettua. Samalla metsikön runkoluku, ilman puiden läpimittasuhteita koskevaa erittelyä, menettää kuitenkin merkityksensä metsikön kehitysasteen kuvaajana.

Tutkimuskohteiden tuli tosin olla yksijaksoisia, mutta siitä huolimatta alikasvosta on saattanut esiintyä vähäisessä määrin eräissä metsiköissä. Sen johdosta on metsikön runkolukuun mahdollisesti sisällytetty joskus myös päämetsikköä nuorempaa ainesta, joka on ollut osaltaan vaikuttamassa runkoluvun oikullisiin vaihteluihin.

62. Keskiläpimitta

Yksinkertaisin puuston läpimittasuhteiden kuvaaja on keskiläpimitta, joka määritetään yleisimmin runkoluvulla punnittuna aritmeettisena keskiarvona puiden kuorellisista rinnankorkeusläpimitoista. Näin menetellen pääsevät kuitenkin äsken mainitut taloudellisesti merkityksettömät jäännöspuut ja yleensäkin pienikokoiset puut vaikuttamaan suhteettoman painollisesti keskiläpimitan lukuarvoon. Sen mukaan, kuinka runsaasti tätä pientä puustoa aineistossa esiintyy, keskiläpimitan lukuarvo saattaa vaihdella verraten huomattavasti. Mainitun epäkohdan poistamiseksi N y y s s ö n e n (1954, ss. 64—65) on eräiden ulkomaisten tutkijain esimerkkiä seuraten (vrt. P r o d a n 1951, ss. 76—77) pitänyt metsikön keskiläpimittana sen puun läpimittaa, joka jakaa metsikön pohjapinta-alan kahteen yhtä suureen osaan, ja todennut täten saatavan parhaiten kuvaavia keskiläpimitan arvoja. Kun eräänä keskeisenä tavoitteena on nyt taloudellisesti merkityksellisten puuston osien kehityksen seuraaminen, mainittu mediaanimenetelmä sopii erinomaisesti myös tässä tutkimuksessa sovellettavaksi.



Kuva 3. Puuston keskiläpimitan kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva) ja luonnonnormaaleissa (katkoviiva) kuusikoissa.

Figure 3. Development of the mean diameter in managed (solid curve) and naturally normal (broken curve) spruce stands.

Hoidetun kuusimetsikön keskiläpimitan kehitys iän lisääntyessä käy ilmi kuvasta 3 ja taulukosta 4, joihin on lisäksi merkitty luonnonnormaalin kuusikon vastaava kehitys kasvu- ja tuottotaulukoiden runkolukusarjoista laskettuna; viljelykuusikoista laskelmia ei voitu suorittaa.

Varsinkin kuvasta käy havainnollisesti ilmi se ripeys, jolla hoidetun kuusikon keskiläpimitta kehittyy nuorena molemmissa metsätyypeissä; esim. 20. ja 40. ikävuoden välisenä aikana lisäys on OMT:ssä keskimäärin 9.5 cm ja MT:ssä 8.6 cm. Varttuneessa iässä on havaittavissa kehitysnopeuden selvää taantumista, vaikkakin keskiläpimitan lisääntyminen on vielä kaikkein vanhimmissakin metsiköissä verraten voimakasta. Niinpä viimeisen nyt tutkitun 20-vuotiskauden aikana metsikön keskiläpimitta on lisääntynyt OMT:ssä keskimäärin 2.6 cm ja MT:ssä 2.3 cm.

Metsätyyppien välinen ero on 20-vuotiaissa metsiköissä 2.0 cm, mutta kaksinkertaistuu seuraavan sadan vuoden aikana. Mainittua eroa voidaan havainnollistaa myös sillä, että MT:n kuusikko saavuttaa esim. 10 cm:n keskiläpimitan keskimäärin 6 vuotta myöhemmin ja 25 cm:n 21 vuotta myöhemmin kuin OMT:n metsikkö. On kuitenkin todettava, että OMT:n ja MT:n havainnot ovat menneet voimakkaasti ristiin, joten ero voi

Taulukko 4. Puuston keskiläpimitta kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.
Table 4. Mean diameter of spruce stands at certain ages.

Puuston ikä, v *Age of the stand, years*	Metsätyyppi — *Forest site type*			
	OMT		MT	
	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*
	metsikkö — *stand*		metsikkö — *stand*	
	Keskiläpimitta, cm — *Mean diameter, cm.*			
20	3.8		1.8	
40	13.3		10.4	
60	21.2	16.0	17.4	13.2
80	26.2	20.3	22.3	17.8
100	29.4	23.6	25.7	21.8
120	32.0	26.2	28.0	23.9

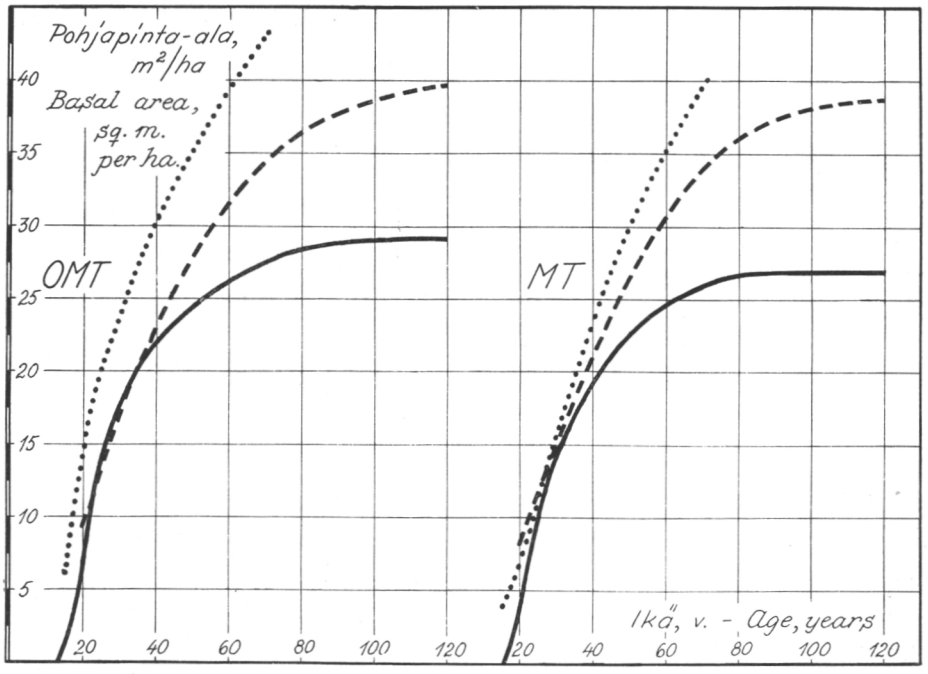
yksittäisissä tapauksissa olla jopa päinvastainen. Kaiken kaikkiaan keskiläpimitta ei esitetyllä tavalla määritettynäkään näytä olevan erikoisen hyvä puuston kuvaaja.

Hoidetun kuusikon keskiläpimitta on OMT:ssä keskimäärin 5—6 cm ja MT:ssä n. 4 cm suurempi kuin luonnonnormaalin kuusikon vastaava tunnus sinä ikäkautena, jolta vertailuja on voitu suorittaa. Havaittuun eroon voi tietenkin olla osittain syynä se, että harvennushakkausten johdosta kiertoajan kuluessa kasvatetun puuston järeyssuhteet ovat muuttuneet liiketaloudellisesti edulliseen suuntaan tai että hoidetun metsikön kehitys on jostakin muusta syystä luonnonmetsikön kehitystä edellä. Pelkästään keskiläpimitan perusteella tällaista päätelmää ei kuitenkaan voida suorittaa, sillä hoidetun metsikön keskiläpimitan lisääntymistä jouduttavat tunnetusti hakkuut, joissa ohuinta ja samalla heikkokasvuisinta puustoa poistetaan. Esitetyistä hoidetun kuusikon kehitystuloksista on siten mahdotonta eritellä, mikä on näennäistä tai epäsuoraa läpimitan lisääntymistä, mikä taas todellista järeyssuhteiden paranemista (vrt. E i d e ja L a n g s a e t e r 1941, s. 477).

63. Pohjapinta-ala

Metsikön puuston pohjapinta-alalla tarkoitetaan puiden rinnankorkeudelta mitattujen poikkileikkauspinta-alojen summaa neliömetreinä hehtaaria kohden.

Kun täten määritellyn pohjapinta-alan on usein todettu pysyttelevän harventaen käsitellyissä metsiköissä jotakuinkin vakiona verraten nuorelta iältä lähtien, sitä on varsinkin Yhdysvalloissa (vrt. D a v i s 1954, ss. 40—43) käytetty paljon metsikön tiheyden ilmaisemiseen. Suomessa



Kuva 4. Puuston pohjapinta-alan kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva), luonnonnormaaleissa (katkoviiva) ja viljelykuusikoissa (pisteviiva).

Figure 4. Development of the basal area in managed (solid curve), naturally normal (broken curve) and artificially regenerated (dotted curve) spruce stands.

tiheysluku määritetään sen sijaan yleisesti arvioimalla silmävaraisesti, minkä osan kasvualasta paikalla oleva puusto pystyy käyttämään hyväkseen (vrt. esim. Ilvessalo 1951 a, s. 22). Pohjapinta-alan vähäinen käyttö nyt kysymyksessä olevassa tehtävässä on ilmeisesti johtunut ensi sijassa siitä, ettei toistaiseksi ole ollut käytettävissä hoidettujen metsiköiden pohjapinta-alan suuruutta koskevia lukuja, joihin havaittuja pohjapinta-alan arvoja voitaisiin verrata; luonnonmetsiköiden vastaavat lukuarvot eivät tietenkään sovellu talousmetsien tiheyden vertailukohteiksi. Toisena pohjapinta-alan soveltamista ehkäisevänä seikkana on ollut sen määrityksen vaikeus, sillä luotettaviin tuloksiin on päästy vain työlästä koealamittauksen tietä.

Nyttemmin pohjapinta-alan sovellutus tiheyskäsitteen yhteydessä on tullut Suomessakin uuteen vaiheeseen. Suomen Akatemian ja Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen osaston yhteistoiminnassa suorittamien tutkimusten, mm. käsillä olevan selvityksen, pohjalla on nim. piakkoin käytettävissä tietoja Etelä-Suomen tärkeimpien puhtaiden metsikkölajien pohjapinta-alan kehityksestä metsänhoidollisesti ainakin likipitäen moitteettomissa olosuhteissa. Toisaalta pohjapinta-alan nopea arvioiminen

Taulukko 5. Puuston pohjapinta-ala kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.
Table 5. Basal area of spruce stands at certain ages.

Puuston ikä, v *Age of the stand, years*	OMT			MT		
	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*
	metsikkö — *stand*			metsikkö — *stand*		
	Pohjapinta-ala, m^2/ha — *Basal area, sq.m. per ha.*					
20	7.1	9.3	15.0	3.8	8.0	7.1
40	22.0	23.0	30.5	19.2	20.9	23.6
60	26.1	31.8	39.5	24.7	30.7	35.4
80	28.5	36.5		26.7	36.3	
100	29.0	38.7		27.0	38.0	
120	29.0	39.7		27.0	38.7	

tyydyttävällä tarkkuudella on tullut äskettäin mahdolliseksi Bitterlichin (1948) keksimän ns. relaskooppimenetelmän tultua Suomessa tunnetuksi (Nyyssönen 1954 a). Kun relaskoopin keksimisen jälkeen metsikön pohjapinta-alan määrittäminen on tullut entistään tärkeämmäksi myös siitä syystä, että se muodostaa metsikön kuutiomäärän arvioinnissa merkittävän vaiheen, ko. tunnukseen on syytä kiinnittää myös kehitystutkimuksessa riittävää huomiota.

Eri kuusikkolajien pohjapinta-alojen kehitystä havainnollistavat kuva 4 ja taulukko 5, jotka tuovat ilmi yllättävän suuria eroavuuksia kyseisten metsikkölajien kehityksessä.

Yllättävintä on, että viljelykuusikoiden pohjapinta-alan kehitystä osoittava käyrä on yleensä selvästi luonnonkuusikon ja hoidetun kuusikon vastaavien käyrien yläpuolella. Niinpä 20-vuotiaan hoidetun OMT:n kuusikon pohjapinta-ala on vain 47 % ja MT:n 54 % vastaavien viljelykuusikoiden pohjapinta-alasta. 60-vuotiaissa metsiköissä vastaavat sadannekset ovat tosin kohonneet 66:een ja 70:een; tämän jälkeen suhteellinen ero kuitenkin taas suurenee, sillä viljelykuusikon kehityskäyrä on jatkuvasti jyrkästi nouseva, kun sen sijaan hoidetun kuusikon käyrä tasoittuu. Pohjapinta-alan tarkastelun perusteella viljelykuusikoiden käsittely näyttää siten olleen erittäin lievää verrattuna luontaisesti syntyneiden hoidettujen kuusikoiden käsittelyyn, sillä pohjapinta-ala kuvastaa herkästi metsikön tiheyttä, kuten äsken mainittiin.

Yleisenä tendenssinä näyttää vielä nykyisinkin olevan, että viljelykuusikon hakkaukset muodostuvat verraten lieviksi, vaikka viereisessä luontaisesti syntyneessä metsikössä suoritetaan voimakkaita kasvatustoimenpiteitä. Ilmeisesti viljelykuusikko, jonka perustaminen on aiheuttanut omistajalle suoranaisia kustannuksia, on jollakin tavalla hänelle arvokkaamman tuntuinen kuin luontaisesti syntynyt metsikkö, josta syystä sitä säästetään usein metsikköä vahingoittavalla tavalla.

Nyt havaittuun eroon voi olla kuitenkin muitakin syitä kuin erilainen tiheys. Eräitä niistä on jo varhemmin kosketeltu (vrt. ss. 15—19). Mainittujen lisäksi ei ole myöskään unohdettava, että viljelykuusikon puuston kehitys on todennäköisesti edellä luontaisesti syntyneestä taimistovaiheessa vallinneiden vapaampien kasvuedellytysten vuoksi, josta syystä pohjapinta-alan suuruus ilmentää ainakin osaksi vain näin saavutettua etumatkaa. Tästä huolimatta myöhemmissä vertailuissa on kiinnitettävä huomiota mainittujen metsikkölajien välisiin mahdollisiin tiheyseroihin sekä otettava ne päätelmissä huomioon.

Yllättävää on niin ikään todeta, että luonnonnormaalin kuusikon pohjapinta-ala on n. 40-vuotiaaksi asti suunnilleen sama kuin hoidetun kuusikon. Koska edellisen poistuma ei voi olla lähimainkaan niin suuri kuin jälkimmäisen, olisi nim. odottanut, että pohjapinta-alan kehityksessä olisi löydetty selvä ero edellisen hyväksi alusta alkaen. Kun vertailu kuitenkin johtaa esitettyyn toteamukseen, näyttää siis jo pohjapinta-alan tarkastelun perusteella siltä, että luonnonmetsikön puuston läpimittasuhteet ovat todennäköisesti liiketaloudelliselta kannalta epäedullisemmat kuin hoidetun kuusikon.

Tehtyä havaintoa ei ole kuitenkaan vielä tulkittava siten, ettei luonnonmetsikkö kykenisi missään olosuhteissa ko. talousmetsikkölajeja vastaavaan kehitykseen, vaan päätelmät on nyt ja myöhemmissä tarkasteluissa rajoitettava koskemaan vain niitä olosuhteita, joissa kasvu- ja tuottotaulukoiden tutkimusmetsiköt ovat kehittyneet. Ilvessalo (1920, s. 40) nim. toteaa, että useimmat hänen tutkimansa kuusikot ovat olleet nuorena alikasvoksena kituneita, joten hänen aineistonsa antama kuva luonnonkuusikosta edellyttää mainitulla tavalla hidastunutta alkukehitystä. Yllä esitetty vertailu voisi päätyä toisiin tuloksiin, jos vertailukohteena olisi aukealle alalle uudistunut luonnontilainen kuusimetsikkö. Kuten aiemmin on esitetty (vrt. s. 20), alikasvosvaihetta on kuitenkin pidettävä luonnontilaisen kuusimetsikön kehityksen olennaisena osana, joten nyt esitetyllä vertailulla on sikäli myös yleistä merkitystä.

Tarkasteltaessa erikseen hoidettujen kuusikoiden pohjapinta-alan kehitystä todetaan sen olevan nuorena erittäin nopeaa. Niinpä 20. ja 40. ikävuoden välisenä 20-vuotiskautena OMT:n kuusikon pohjapinta-ala lisääntyy 14.9 m^2/ha ja MT:n metsikön 15.4 m^2/ha. Tämän jälkeen, ilmeisesti hakkausten voimistuttua, lisääntyminen käy vähäiseksi. Huomattavaa on kuitenkin, ettei tämän tutkimuksen aineistossa pohjapinta-alan kehitys osoita niin selvää tasoittumista jo nuorena kuin mistä alussa mainittiin ja johon myöskin Nyyssönen (1954, s. 71) on kiinnittänyt huomiota. Molemmissa metsätyypeissä pohjapinta-alan lukuarvo pysyttelee likipitäen vakiona näet vasta 80-vuotiaista metsiköistä alkaen, jolloin se on OMT:ssä keskimäärin 29 m^2/ha ja MT:ssä 27 m^2/ha. Hoidetuissa

kuusikoissa ei siis voida esittää vakioarvoa edes pääosalle metsikön ikäkautta, vaan esim. tiheysmäärityksissä on otettava huomioon pohjapinta-alan iänmukainen kehitys.

64. Pituus

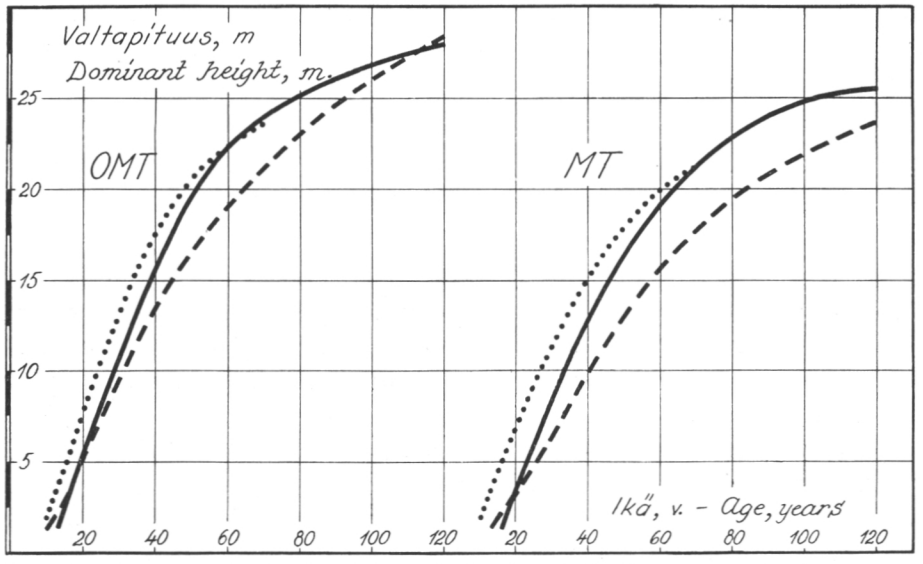
641. Valtapituus

Metsikön puuston valtapituuden tarkoituksena on kuvata metsikön vallitsevan osan pituussuhteita. Sen määrittäminen tapahtuu siten luonnollisimmin ns. biologisen puunluokituksen yhteydessä siten, että valtapituutena pidetään esim. ylimmän latvuskerroksen puiden keskipituutta, kuten Lönnroth (1925, s. 170) ja Nyyssönen (1954, s. 72) ovat menetelleet. Useimmiten valtapituus lasketaan Suomessa kuitenkin hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskipituutena (vrt. Ilvessalo 1920, s. 44; Kalela 1933, s. 17).

Viimeksi mainitun menetelmän etuja ovat sen yksinkertaisuus, helppous ja objektiivisuus. Varsinkaan tieteellisessä tutkimustyössä ei voida kuitenkaan sivuuttaa menetelmän erästä varjopuolta. Toisaalta taimistoissa ja toisaalta varttuneissa metsiköissä hehtaaria kohden 100 paksuinta puuta kuuluvat näet biologiselta asemaltaan varsin erilaisiin puuston osiin. Jälkimmäisissä metsiköissä 100 paksuinta puuta vastannevat jokseenkin 1. latvuskerrosta, mutta edellisissä vain murto-osaa siitä. Taimistometsissä voidaan suorastaan väittää valtapituuden määräytyvän usein laitavarianttien, susipuiden, perusteella, jotka taimiston tasauksen yhteydessä poistetaan. Mainittu epäkohta tulisi suureksi osaksi poistetuksi, jos metsikön valtapituus määritettäisiin esim. hehtaaria kohden 300—400 paksuimman puun keskipituutena. Mainittua määrää voitaisiin perustella lisäksi sillä, että tällöin valtapituuden avulla seurattaisiin ns. peruspuuston pituuden kehitystä. Vanhimmissa hoidetuissa metsiköissä näin määritetty valtapituus lähentelisi vastaavalla tavalla laskettua keskipituutta, mutta poikkeaisi varsinkin taimistoissa vielä huomattavasti siitä.

Kun käsillä olevan tutkimuksen tuloksia on kyettävä vertaamaan mainittuihin Ilvessalon ja Kalelan tutkimuksiin, kuvassa 5 ja taulukossa 6 esitetyt hoidetun kuusikon valtapituuskäyrät on piirretty 100 paksuimman puun periaatetta noudattaen.

Kuva 5 valaisee mielenkiintoisella tavalla eri kuusikkolajien kehityksen rytmiä. Havaitaan nim., että viljelykuusikko saavuttaa esteettömien kehitysedellytystensä ansiosta valtapituuden kehityksessä aluksi 5—7 vuoden etumatkan hoidettuun metsikköön verrattuna. Alkuvaikeuksista selvittyään luontaisesti syntynyt hoidettu kuusikko kykenee kuitenkin kiihdyttämään pituuskasvua siinä määrin, että mainittu etumatka vähitellen pienenee hävitäkseen kokonaan 60—70-vuotiaissa metsiköissä. Jos



Kuva 5. Puuston valtapituuden kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva), luonnonnormaaleissa (katkoviiva) ja viljelykuusikoissa (pisteviiva).

Figure 5. Development of the dominant height in managed (solid curve), naturally normal (broken curve) and artificially regenerated (dotted curve) spruce stands.

asiaa arvostellaan pelkästään puiden pituuskehityksen näkökulmasta, viljelykuusikon paremmuus häviää siten verraten aikaisessa vaiheessa.

Samanlainen, kuusen biologisia ominaisuuksia hyvin kuvaava havainto tehdään vertailtaessa keskenään em. metsikkölajeja ja luonnonnormaaleja kuusikoita. Tosin on yllättävää, että luonnontilaisen kuusentaimiston pituuskehitys on alikasvosvaiheesta huolimatta kasvu- ja tuottotaulukoiden mukaan aluksi nopeampaa kuin hoidetun taimiston. Pian suhde kääntyy kuitenkin päinvastaiseksi, ja edellinen jää jälkimmäisestä vähitellen selvästi jälkeen. Ero on suurimmillaan OMT:ssä n. 60-vuotiaissa metsiköissä (3.2 m) ja MT:ssä 70-vuotiaissa (3.5 m). Kun hoidetun kuusikon pituuskasvu alkaa näihin aikoihin voimakkaasti heikentyä, mikä ilmenee valtapituuden kehityskäyrän loivenemisena, luonnonkuusikon puiden pituuden lisääntyminen jatkuu edelleen tasaisen hyvänä, jonka seurauksena ero hoidettuun kuusikkoon alkaa pienentyä. OMT:ssä luonnonkuusikon valtapituus on vihdoin 110-vuotiaana keskimäärin sama kuin hoidetussa kuusikossa. MT:ssä käyrien yhtyminen ei ole tapahtunut nyt tutkittavana olevana ikäkautena, mutta käyrien suunnasta voidaan päätellä sen toteutuvan myöhemmin.

Syyt esitettyyn ilmiöön ovat vielä toistaiseksi selvittämättömiä. Yleensä ollaan kuitenkin sitä mieltä, että puiden välinen kilpailu kiihottaa pituuskasvua (vrt. esim. L ö n n r o t h 1925, ss. 183—184, kuva 18), sillä

Taulukko 6. Puuston valtapituus kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 6. Dominant height of spruce stands at certain ages.

Puuston ikä, v *Age of the stand, years*	OMT			MT		
	Hoidettu *Managed*	Luonnon-normaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*	Hoidettu *Managed*	Luonnon-normaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*
	metsikkö — *stand*			metsikkö — *stand*		
	Valtapituus, m — *Dominant height, m.*					
20	5.3	4.8	7.7	3.3	3.3	6.9
40	15.7	13.5	17.7	12.9	9.8	15.1
60	22.3	19.1	22.4	19.1	15.6	19.9
80	25.1	23.0		22.9	19.5	
100	26.8	26.1		24.8	21.9	
120	28.0	28.4		25.5	23.7	

suuri pituus merkitsee valta-asemaa, pieni taas alistetuksi joutumista (vrt. kuitenkin F l u r y 1903, s. 159). Hoidetuissa metsiköissä pyritään tätä kilpailua tietoisesti pienentämään parhaitten kookkaimpien yksilöiden eduksi, joiden ei siten tarvitse valta-asemansa säilyttääkseen kiihottaa pituuskasvuaan äärimmilleen kuten harventamattomissa luonnonmetsissä, joissa kilpailun aiheuttama kiihoke säilyy varsin vanhaan ikään saakka. Toinen varttuneiden hoidettujen kuusikoiden puiden pituuskehitystä mahdollisesti hidastava tekijä suhteessa luonnonmetsikköihin on jo saavutettu pituus. On näet fysiologisten seikkojen johdosta ilmeisesti olemassa tietty raja, johon kuusimetsikön valtapituus voi kehittyä keskimääräisissä olosuhteissa tietyssä Etelä-Suomen metsätyypissä; OMT:ssä tämä »huippu» lienee 28—29 m ja MT:ssä 26—27 m.

Mainitut näkökohdat yhdessä kuusen hyvän toipumiskyvyn kanssa selittänevät sen todetun seikan, että vanhan kuusikon valtapituuteen ei vaikuta olennaisesti metsikön perustamis- tai hoitotapa ja että alikasvoksena menetetty aikakin on tullut tällöin jo korvatuksi.

Toistuvasti harvennettujen männiköiden valtapituus on N y y s s ö s e n (1954, ss. 74—75) tutkimuksen mukaan merkittävästi suurempi kuin samanikäisten ja saman metsätyypin hoidettujen kuusikoiden vastaava tunnus. Ero on suurin vanhoissa metsiköissä, sillä 120-vuotiaan MT:n männikön valtapituus on 3.5 m suurempi kuin vastaavan kuusikon valtapituus; sitä nuoremmissa metsiköissä kyseinen ero on 1.6—2.5 m. Lähempi tarkastelu osoittaa lisäksi, että MT:n männikön valtapituusarvot vastaavat pikemminkin OMT:n kuin MT:n kuusikon vastaavia lukuarvoja. Samoin VT:n männikön valtapituus on jotakuinkin sama kuin MT:n kuusikon vastaava tunnus; esim. 40- ja 120-vuotiaiden metsiköiden valtapituudet on saatu miltei täsmälleen samoiksi männiköissä ja kuusikoissa.

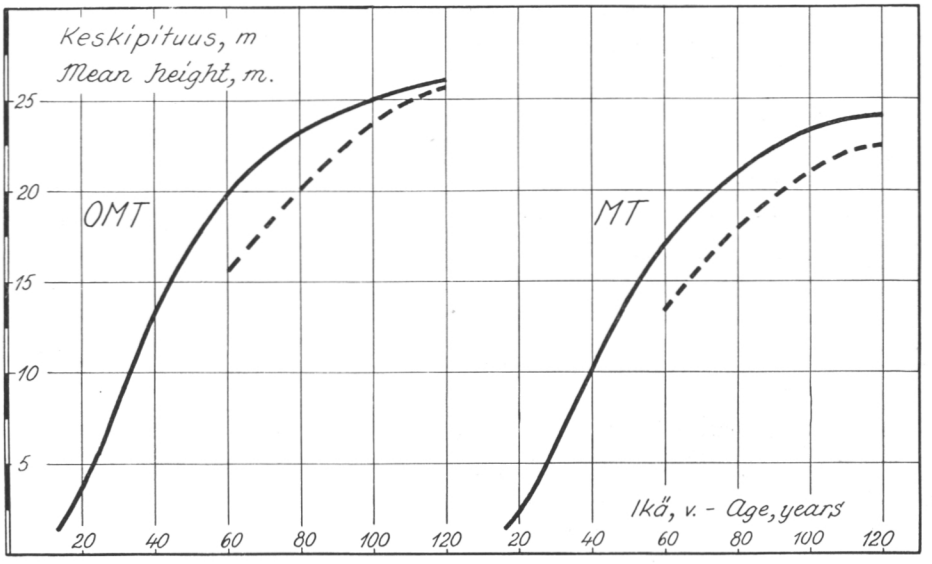
Kyseinen ero saman metsätyypin männikön ja kuusikon valtapituuksien välillä voi johtua puulajien yksilöllisistä kasvuominaisuuksista siten, että mänty kehittää samojen kasvuedellytysten vallitessa pitemmän rungon kuin kuusi. Tämän olettamuksen vastaisia ovat kuitenkin ne varsinkin rodunjalostustoimintaa varten tehdyt havainnot, joiden mukaan kuusi saavuttaa yksittäisenä puuna huomattavasti suurempia pituuksia kuin mänty. Näin ollen havaitussa merkittävässä erossa täytyy kuvastua ainakin osittain myös niiden tekijäin vaikutus, joita kosketeltiin metsätyyppien soveltuvuutta kasvututkimuksen tarkoituksiin esitettäessä (vrt. ss. 15—19). Suoritettu tarkastelu viittaa nimenomaan siihen, että Nyyssösen mäntyä kasvavat ja tämän tutkimuksen kuusta kasvavat samannimiset metsätyypit edustavat jonkin verran erilaisia boniteetteja.

OMT:n hoidetun kuusikon valtapituus on saatu keskimäärin 2—3 m suuremmaksi kuin vastaavan MT:n metsikön; suhteellinen ero metsätyyppien välillä pienenee siten merkittävästi iän lisääntyessä. Sarvaksen (1951, s. 49) VT:n kuusikon valtapituuden kehitystä lähes luonnontilaisissa olosuhteissa osoittava käyrä sijoittuu sitä vastoin huomattavasti MT:n hoidetun kuusikon käyrän alapuolelle, sillä eroa on kaikissa ikävaiheissa 4—5 m. Kun Sarvaksen (mt., s. 43) aineistoon ei sisälly MT:n rajatapauksia, mainittu ero lienee todellisuudessa kuitenkin nyt esitettyä pienempi.

642. Keskipituus

Keskipituuden soveltaminen metsikön puuston kuvaajana on ollut yleistä erityisesti Keski-Euroopassa. Suomessa keskipituutta on sitä vastoin pidetty toisarvoisena tunnuksena siitä syystä, ettei sillä ole katsottu olevan sanottavia etuja valtapituuteen verrattuna. Aivan viime aikoina keskipituus on kuitenkin tullut käyttöön myös Suomessa, sillä Nyyssönen (1954 a, s. 14) on havainnut sen parhaaksi pituustekijäksi relaskoopin käyttöön perustuvia, metsikön kuutiomäärän arvioinnissa sovellettavia taulukoita laatiessaan. Hoidetuissa metsiköissä valtapituus olisi tosin soveltunut tähän tehtävään varmastikin yhtä hyvin kuin keskipituus, mutta maan metsiä kokonaisuutena ajatellen keskipituuden paremmuus on ilmeinen.

Metsikön keskipituus on usein laskettu runkoluvulla punnittuna aritmeettisena keskiarvona. Mm. Nyyssönen (1954, s. 73) on kuitenkin käyttänyt painolukuina läpimittaluokkien pohjapinta-aloja. Käsillä olevassa tutkimuksessa ei ole sovellettu kumpaakaan mainituista menetelmistä, vaan puuston keskipituus on luettu kunkin tutkimusmetsikön pituuskäyrästä keskiläpimitan kohdalta (vrt. Nyyssönen 1954 a). Näin



Kuva 6. Puuston keskipituuden kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva) ja luonnonnormaaleissa (katkoviiva) kuusikoissa.

Figure 6. Development of the mean height in managed (solid curve) and naturally normal (broken curve) spruce stands.

on pyritty saamaan keskiläpimitan ja keskipituuden kehityskäyrät toisiaan vastaaviksi.

Kuva 6 ja taulukko 7 esittävät jo edellisistä tuloksista tutun kehityskulun myös keskipituuden kohdalla: ripeän alun ja vähitellen hidastuvan lopun. Tavanomainen tulos saavutetaan myös eri metsätyyppien hoidettujen kuusikoiden vertailussa, sillä OMT:n metsiköiden keskipituus on saatu keskimäärin selvästi MT:n vastaavaa tunnusta suuremmaksi; suhteellinen ero on jälleen suurimmillaan nuorimmissa metsiköissä.

Taulukko 7. Puuston keskipituus kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 7. Mean height of spruce stands at certain ages.

Puuston ikä, v *Age of the stand, years*	OMT		MT	
	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*
	metsikkö — *stand*		metsikkö — *stand*	
	Keskipituus, m — *Mean height, m.*			
20	3.8		2.3	
40	13.2		10.2	
60	19.8	15.5	17.0	13.5
80	23.3	20.0	21.0	17.8
100	25.0	23.7	23.3	21.0
120	26.0	25.6	24.0	22.3

Luonnonnormaalien kuusikoiden keskipituus on koko metsikön iän pienempi kuin vastaavien hoidettujen metsiköiden; tosin ero näyttää supistuvan miltei olemattomiin vanhimmissa nyt tutkituissa OMT:n metsiköissä. Selitys tähän havaintoon on pääasiassa sama kuin keskiläpimitan kohdalla: hoidetuissa metsiköissä tapahtuvissa hakkauksissa poistetaan lähinnä pienikokoista ja heikkokasvuista puustoa, jonka vuoksi keskipituus luonnollisesti joka hakkauksen jälkeen äkillisesti lisääntyy, samalla kun keskimääräinen pituuskasvu paranee.

65. Kuutiomäärä

Metsikön puuston kuutiomäärään on yleisesti tapana sisällyttää ainoastaan runkopuu, ehkä useimmiten kuorellisena. Laskelmien ulkopuolelle jäävät siten oksat, neulaset, juuret, kävyt ja kannot, ts. huomattava osa metsikön puuston sisältämästä massasta, jolla tosin on vain harvoin jotakin taloudellista merkitystä. Jos lähtökohtana pidetään käyttökelpoisuutta, tuntuu kuitenkin epäjohdonmukaiselta, että kuutiomäärään luetaan esim. hakkuutähteiksi jäävä latvaosa; kuorestakin metsänomistaja hyötyy yleensä vain halkopuun osalta. Johdonmukaisinta olisi siis käsitellä joko koko sitä ainemäärää, joka metsikön puustoon tietyllä hetkellä kytkeytyy, tai vain sen käyttökelpoista osaa. Edellinen vaihtoehto on kuitenkin useimmiten mahdotonta toteuttaa ja täysin tarpeeton. Kun käyttökelpoisen puuston kuutiomäärän kehitystä selvitellään taas toisessa yhteydessä, rajoitutaan tässä muiden kotimaisten kasvututkimusten tapaan runkopuun kuutiomäärän kehityksen esittämiseen kuorellisina kiintomittoina hehtaaria kohden.

Luonnontilaisen metsikön kehityksessä, mikäli se saa tapahtua ilman ulkoisia häiriöitä, ei yleensä esiinny äkillisiä muutoksia, vaan sekä kasvu että poistuma ovat jatkuvia, kiihtyviä tai taantuvia ilmiöitä. Talousmetsissä sitä vastoin poistuma tapahtuu nykäyksittäin hakkausten aiheuttamana, jolloin huomattava osa puustosta poistetaan yhdellä kerralla. Sen mukaan, minä ajankohtana mittaus suoritetaan, hoidetun metsikön kuutiomäärästä voidaan siten saada merkittävästi vaihtelevia lukuarvoja. Kun tutkimusmetsiköiden valinnassa ei esim. tässä tutkimuksessa voitu kiinnittää huomiota hakkauksen suorituksen ajankohtaan, on siksi voinut sattua, että johonkin aineiston osaan on tullut äskettäin harvennettuja metsiköitä suhteellisesti enemmän kuin harvennuksen jälkeen levänneitä. Jos tällöin tasoitus suoritetaan koealojen mittaushetken tilan perusteella, saadaan väärä kuva metsikön kuutiomäärän keskimääräisestä kehityksestä, mihin tasoituksella pyritään. Sama mahdollinen puutteellisuus on tietenkin saattanut jossain määrin heikentää myös muiden edellä esitettyjen

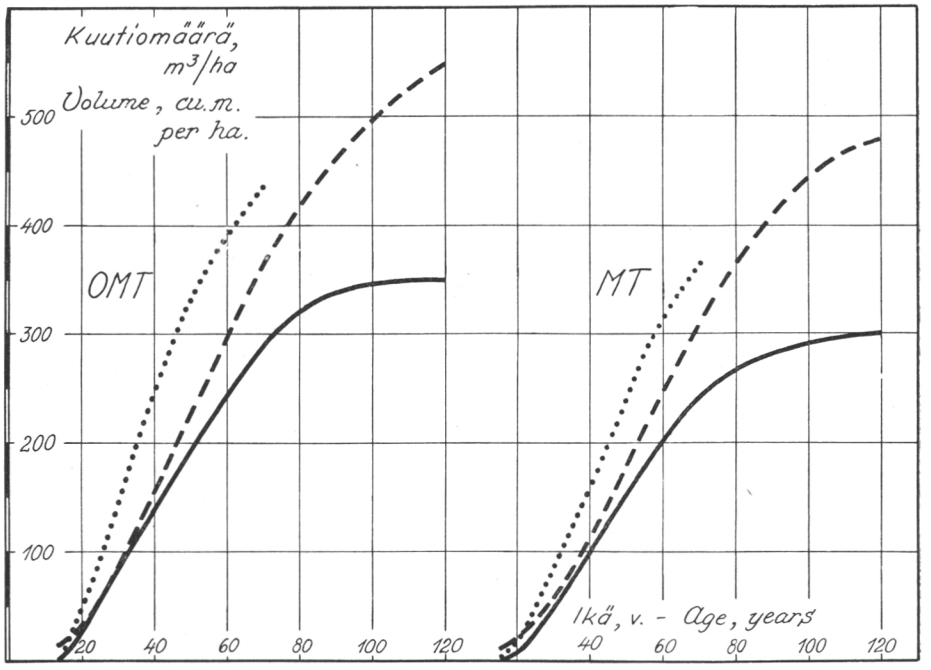
tunnusten kehityskäyrien edustavuutta. Vasta kuutiomäärän kohdalla esitetyn virhetekijän poistaminen on kuitenkin ehdottoman välttämätöntä sen keskeisen aseman vuoksi, mikä kuutiomäärällä on myöhemmässä käsittelyssä.

Toistuvasti harvennettujen männiköiden rakennetta ja kehitystä tutkiessaan Nyyssönen (1954, ss. 99—101) on käyttänyt mittaushetken kuutiomäärän asemesta kasvunmittausjakson vuotuisten kuutiomäärien keskiarvoa. Tässä tutkimuksessa on päädytty periaatteessa samanlaiseen menetelmään. Kasvunmittausjakson keskimääräisen kuutiomäärän asemesta on akselistoon, jossa tasoittaminen on tapahtunut, merkitty kuitenkin aina vähintään kaksi pistettä, nim. jakson alku- ja loppukuutiomääriä osoittavat. Jos metsikössä oli suoritettu hakkaus kasvunmittausjakson aikana, merkittiin myös hakkausta edeltänyt ja sen jälkeinen kuutiomäärä erillisinä pisteinä akselistoon; jos hakkauksia oli tapahtunut kaksi, yhdestä koealasta tuli siten kuusi pistettä tasoituspisteistöön. Tällä menettelyllä pyrittiin saamaan käsitys kuutiomäärän vaihtelurajoista ja antamaan intensiivisesti hoidetuille metsiköille suurempi paino kuin säästäen käsitellyille. Näin saadun pisteistön tasoittaminen osoittautui helpoksi, sillä vuosikymmenittäin lasketut osakeskiarvot asettuivat miltei täsmälleen seuraavassa esitettävän käyrän uralle.

Kuutiomäärän kehityksen tarkastelu tapahtuu kuvan 7 ja taulukon 8 avulla.

Kuvassa 7 kiinnittää huomiota hoidetun kuusimetsikön hidas alkukehitys, sillä ensimmäisenä vuosikymmenenä metsikön ohitettua rinnankorkeuden kuutiomäärä ei lisäänny mainittavasti. Tämä johtuu tarkasteltavana olevassa aineistossa pääasiassa pienestä puupääomasta itsestään, jota suhteellisesti erittäin suuri kasvukaan ei kykene kovin nopeasti kartuttamaan. Toisaalta mainittu ikäkausi on monen kuusimetsikön kehityksessä vaihe, jolloin se joutuu kenties voimakkaimman käsittelyn kohteeksi, lukuun ottamatta uudistamisvaihetta. Jo taimiston perkaus, jossa poistetaan pääasiassa vierasta puulajia, muodostuu usein voimakkaaksi, sillä kuusimetsikkö syntyy yleensä varsinkin koivua ja leppää käsittävänä sekataimistona. Ensimmäinen varsinaisesti kuusijaksoon kohdistuva hoitotoimenpide on niin ikään kuutiomäärää voimakkaasti taannuttava, sillä siinä kohdistetaan päähuomio susipuiden poistamiseen, jotka ovat metsikön kookkaimpia puuyksilöitä. Ei ole harvinaista, että suoritettaessa taimiston perkaus ja tasaus samanaikaisesti kuutiomäärän poistosadannes kohoaa 40:een, joskus suuremmaksikin.

Kun hoitotoimenpiteet muuttuvat tämän jälkeen selvemmin alaharvennuksen luonteisiksi, pääsee myös kuutiomäärä vähitellen lisääntymään. Tasaisen nopeaa lisääntymistä jatkuu molemmissa metsätyypeissä n. 70 vuoden ikään asti, jonka jälkeen hakkauksissa taloudelliset tavoitteet



Kuva 7. Puuston kuorellisen kuutiomäärän kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva), luonnonnormaaleissa (katkoviiva) ja viljelykuusikoissa (pisteviiva).

Figure 7. Development of the cubic volume incl. bark in managed (solid curve), naturally normal (broken curve) and artificially regenerated (dotted curve) spruce stands.

alkavat ilmeisesti sivuuttaa kasvatusnäkökohdat. Hidastuvaa lisääntymistä jatkuu kuitenkin edelleen n. 30 vuotta, jonka jälkeen kuutiomäärä pysyy jotakuinkin vakiona. Jos aineistoa olisi yli 120-vuotiaista metsiköistä, kuutiomäärän kehityskäyrä kääntyisi luultavasti alaspäin, vaikkei uudistusnäkökohtiakaan vielä otettaisi huomioon (vrt. Petterson 1951, ss. 15—16).

MT:n hoidetun kuusikon kuutiomäärä on odotetusti kaikissa ikävaiheissa keskimäärin pienempi kuin vastaavan OMT:n metsikön. Absoluuttisesti eroa on 20-vuotiaissa metsiköissä 17 k-m³/ha, mikä kasvaa kuitenkin seuraavana 20-vuotiskautena 40 k-m³:ksi. Tämän jälkeen absoluuttinen ero ei lisäänny enää sanottavasti, jonka vuoksi kyseisten metsätyyppien metsiköt lähestyvät suhteellisesti toisiaan. Niinpä todetaan, että kun 20-vuotiaan MT:n kuusikon kuutiomäärä on vain 26 % vastaavasta OMT:n lukuarvosta, tämä sadannes on 60-vuotiaissa metsiköissä jo 84 ja 120-vuotiaissa 86. Eri metsätyyppien metsiköiden kuutiomäärän kehitysnopeudesta antaa kuvan myös seuraava asetelma, joka osoittaa, missä iässä tietty kuutiomäärä saavutetaan.

Taulukko 8. Puuston kuorellinen kuutiomäärä ja kuorisadannes kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 8. Cubic volume incl. bark and bark percentage of spruce stands at certain ages.

Puuston ikä, v *Age of the stand, years*	OMT			MT		
	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*	Hoidettu *Managed*	Luonnonnormaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*
	metsikkö — *stand*			metsikkö — *stand*		
	Kuutiomäärä, k-m³/ha — *Volume, cu.m., solid measure, per ha.*					
20	23	32	49	6	21	17
40	140	154	246	100	114	161
60	243	299	392	203	249	315
80	321	419		267	366	
100	346	497		292	445	
120	350	548		300	480	
	Kuorisadannes — *Bark percentage*					
20	22.1	21.9	20.4	26.1	19.0	29.4
40	14.5	16.9	14.6	16.3	16.7	16.8
60	12.0	13.7	10.7	13.0	13.7	11.1
80	11.2	12.4		11.4	12.6	
100	11.0	11.7		11.0	12.6	
120	11.0	11.3		11.0	12.5	

Kuutiomäärä	100	200	300	k-m³/ha
OMT	33	51	72	v
MT	40	60	115	v

Asetelma osoittaa, että havaittu suhteellisen suuri ero metsikön nuoruusvaiheessa vastaa tosiasiassa vain 7—9 vuoden etumatkaa, mutta että myöhempi pieni ero merkitsee 43 vuotta ajallisesti arvioituna. Mainittakoon lisäksi, että maksimikuutiomääräksi on saatu OMT:ssä keskimäärin 350 k-m³/ha ja MT:ssä 300 k-m³/ha.

Alikasvosvaiheestaan huolimatta luonnonnormaalin kuusikon kuutiomäärä on, poistuman pienuuden vuoksi, vähintään yhtä suuri, mutta yleensä selvästi suurempi kuin hoidetun metsikön vastaava tunnus. Noin 50-vuotiaaksi asti tätä eroa ei voida tosin katsoa merkittäväksi, mutta mainitun iän jälkeen se alkaa nopeasti suurentua, kunnes 120-vuotiaana hoidetun kuusikon kuutiomäärä on vain 63—64 % luonnontilaisessa metsikössä samanikäisenä tavattavasta kuutiomäärästä. Tässä havainnossa ei ole tietenkään mitään yllättävää; päinvastoin erojen ehkä odottaisi olevan vieläkin selvempiä.

Sen sijaan vaikuttaa yllättävältä, että viljelykuusikon kuutiomäärä on koko nyt vertailtavana olevan ikäkauden selvästi hoidetun metsikön vas-

taavaa lukuarvoa korkeampi. Niinpä 60-vuotiaissa metsiköissä jälkimmäinen on OMT:ssä vain 62 % ja MT:ssä 65 % edellisestä. Kun edellä todettiin (vrt. 55), että kyseisten metsikkölajien väliset valtapituuserot ovat mainittuun ikään mennessä hävinneet, kuutiomäärissä nyt havaitut erot merkitsevät huomattavaa tiheyseroa, kuten pohjapinta-alan käsittelyn yhteydessä jo epäiltiinkin (vrt. s. 51). Tällöin herää välittömästi kysymys: Kumpi taso on edullisempi, ja mikä on yleensä suositeltavin puuston kuutiomäärä hoidetuissa metsiköissä?

Tästä ns. optimi- eli ihannepuustosta on viime aikoina oltu erityisen kiinnostuneita (vrt. D a v i s 1954, ss. 51—54). Probleemin asettelu on usein ollut puhtaasti liiketaloudellinen: Mikä on se kuutiomäärältään pienin ja koostumukseltaan edullisin mahdollinen puusto, joka tietyissä kasvuolosuhteissa tuottaa vielä parhaan mahdollisen absoluuttisen liiketaloudellisen tuloksen? Terveen liikeperiaatteen mukaan ei näet metsikköä kasvatettaessa saisi esiintyä tuottamatonta pääomaa, vaan joka puun olisi kasvettava korkoa suurin mahdollinen määrä. Toisaalta puuston realisoinnissa ei saisi ylittää rajaa, missä korkeimman mahdollisen tuoton tavoite joutuisi vaaraan puupääoman liiallisen pienenemisen johdosta. Näin asetettuna ongelma muodostuu kuitenkin niin monitahoiseksi toisaalta biologisten toisaalta liike- ja markkinaopillisten näkökohtien muodostamaksi vyyhdeksi, että sitä tuskin koskaan pystytään täysin objektiivisesti ratkaisemaan. Tehtävä on jo tarpeeksi vaikea, jos kysytään: Mikä on se kuutiomäärältään pienin mahdollinen puusto, joka pystyy käyttämään täysin hyväkseen kulloinkin kysymyksessä olevan kasvupaikan kasvuvoiman eri ikävaiheissa? Jos tämäkin ongelma voitaisiin aluksi ratkaista, olisi päästy jo pitkä askel eteenpäin metsän kasvatuksen suuntaamisessa myös liiketaloudellisesti perusteltavissa olevaan suuntaan.

Käsillä olevassa tutkimuksessa ei ole pyritty selvittämään, onko kuvassa 7 esitetty hoidetun kuusikon kuutiomäärän kehitys optimaalinen. Käyrä kuvaa ainoastaan sen keskimääräisen kehityksen, jonka tietoonsa ja käytännön kokemukseen perustuen metsän käsittelijät eri puolilla maan eteläpuoliskoa ovat viitoittaneet alaharvennuksin käsitellylle kuusimetsikölle. Kysymykset, olisiko hakkausten pitänyt olla lievempiä tai olisivatko vielä voimakkaammat hakkaukset olleet mahdollisia, jäävät siten kiistatonta vastausta vaille. Näitä ongelmia olisi ilmeisesti lähestyttävä siten, että tutkittaisiin yksityisten puiden kehittymistä vaihtelevissa kasvuolosuhteissa, ja näiden havaintojen perusteella konstruoitaisiin vastaavat laskelmat metsikköpohjalla. Jos voitaisiin keksiä jokin helposti ilmaistavissa oleva tunnus puun kasvualalle, ongelma olisi tätä tietä verraten helposti ratkaistavissa. Metsiköittäinen tarkastelu nyt kysymyksessä olevan ongelman ratkaisemisessa voi onnistua vain silloin, kun on käytettävissä pitkäaikaisia, johdonmukaisesti ja objektiivisesti käsiteltyjä

kestokoealasarjoja, joilla toistoperiaatetta noudattaen seurataan metsikön puuston muodostumista eriasteisten käsittelytapojen vallitessa. Jonkinlaisia suuntaa antavia päätelmiä voitaneen kuitenkin tehdä käsillä olevan aineiston perusteellakin vertailemalla nyt tiheyssuhteiltaan merkittävästi toisistaan poikkeaviksi havaittujen metsikkölajien, luonnonnormaalien kuusikoiden, viljelykuusikoiden ja hoidettujen kuusikoiden kasvuja keskenään käsittelyn myöhemmässä vaiheessa.

651. Kuorisadannes

Kuorisadanneksen, ts. kuoren osuuden kuorellisesta kuutiomäärästä, kehitys käy niin ikään ilmi taulukosta 8. Esitetyt tulokset on saatu kuutioimistaulukoiden (Ilvessalo 1948 a) avulla.

Taulukon mukaan hoidetun kuusentaimiston kuorisadannes on erittäin suuri; niinpä 20-vuotiaan metsikön kuutiomäärästä on kuorta noin neljännes. Kuoren suhteellinen osuus laskee kuitenkin hyvin nopeasti iän lisääntyessä, kunnes se noin 80. ikävuodesta alkaen on jotakuinkin vakio.

Puiden keskimääräisesti suuremman koon vuoksi (vrt. s. 49) kuoren osuus on OMT:n kuusikoissa samassa iässä yleensä pienempi kuin MT:n metsiköissä. Yli 100-vuotiaissa metsiköissä kuorisadannes on kuitenkin molemmissa metsätyypeissä sama, 11 %.

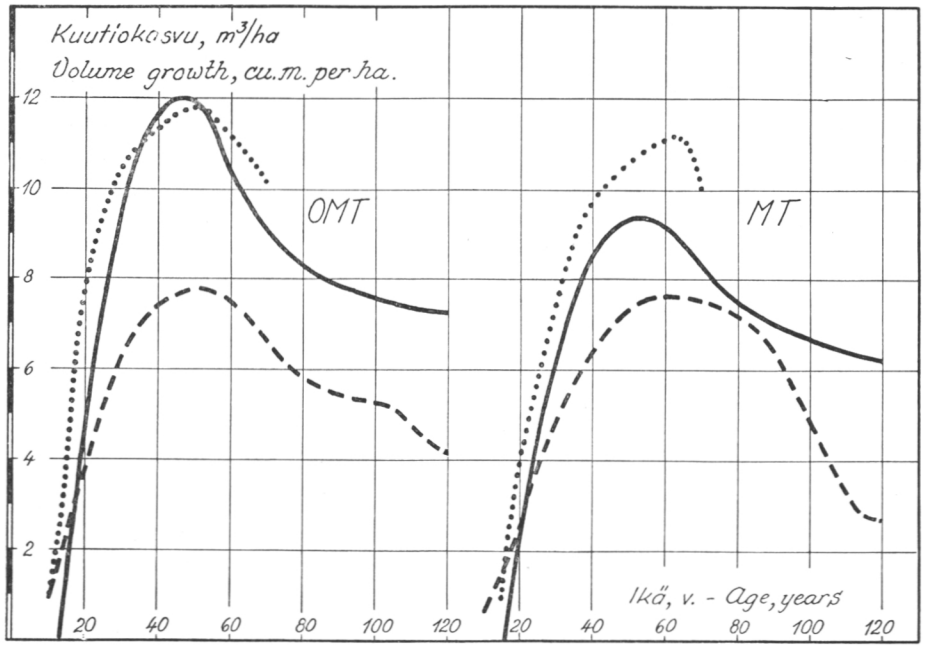
Lähinnä puiden suuruuseroilla voidaan selittää myös taulukosta ilmenevät eri kuusikkolajien kuorisadannesten väliset erot. Jossain määrin ovat tuloksiin varmaan vaikuttaneet kuitenkin myös erilaiset määritystavat.

66. Kuutiokasvu

Puuston kuutiokasvulla ymmärretään tässä, kuten yleensä kotimaisissa kasvututkimuksissa, rinnankorkeutta pitempien puiden kuutiokasvua kiintokuutiometreinä kuoretonta runkopuuta.

661. Vuotuinen kasvu

Tutkimusmetsiköiden kasvunmittausjakson keskimääräisen kasvun laskennassa sovellettuja periaatteita ja menetelmiä on edellä selostettu (vrt. ss. 40—43), joten ne voidaan nyt sivuuttaa. Siirryttäessä näin saaduista yksittäisten metsiköiden kasvuluvuista hoidetun kuusimetsikön vuotuisen kasvun kehityskäyrän muodostamiseen jouduttiin tekemään olettamus, että mittausjakson keskimääräinen kasvu ilmentää jakson keskivuoden vuotuista kasvua. Tämä olettamus ei tosin pidä täysin paikkaansa, erityisesti kasvun kulminaatiovaiheessa, mutta siten syntyvä virhe ei ilmeisesti



Kuva 8. Puuston vuotuisen kuutiokasvun kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva), luonnonnormaaleissa (katkoviiva) ja viljelykuusikoissa (pisteviiva).

Figure 8. Development of the current annual volume growth in managed (solid curve), naturally normal (broken curve) and artificially regenerated (dotted curve) spruce stands.

vaikuta olennaisesti tuloksiin. Metsiköiden kasvuluvut korjattiin ennen tasoitusta kasvun ilmastollisia vaihteluita koskevien laskelmien avulla keskimääräistasoon (vrt. ss. 36—37).

Kuva 8 ja taulukko 9 osoittavat hoidetun kuusimetsikön suuren kasvukapasiteetin. Aluksi absoluuttinen kasvu on tosin määrältään vaatimatonta, mutta kasvavan pääoman lisääntyessä se kohoaa ripeästi, tasoittuu sitten vähitellen, kunnes se OMT:ssä 48 vuoden ja MT:ssä 54 vuoden iästä alkaen rupeaa pienenemään. Taantuminen on kuitenkin selvästi hitaampaa kuin ennen kulminaatiota tapahtunut kiihtyminen. Merkille pantavaa on erityisesti vanhojen, yli 100-vuotiaiden metsiköiden tasaisen hyvä kasvu (vrt. myös Hummel ja Christie 1953; Hiley ja Lehtpere 1955); vielä 120-vuotiaana OMT:n hoidettu kuusikko kasvaa näet edelleen keskimäärin 7.3 k-m³/ha ja MT:n 6.2 k-m³/ha. Mainittakoon lisäksi, että kulminaatiohetkellä edellinen kasvaa keskimäärin 12.0 k-m³/ha ja jälkimmäinen 9.4 k-m³/ha.

OMT:n metsikön kasvu on kaikissa ikävaiheissa keskimäärin suurempi kuin vastaavan MT:n kuusikon, vaikkakaan ero ei ole enää vanhana huomattava. Yksityiset havainnot osoittavat sitä paitsi merkittävää vaihtelua viimeksi mainitussa ikävaiheessa, joten keskiarvojen perusteella saa-

Taulukko 9. Puuston vuotuinen kuutiokasvu ja kuutiokasvusadannes kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 9. Current annual volume growth and volume growth percentage of spruce stands at certain ages.

Puuston ikä, v *Age of the stand, years*	OMT			MT		
	Hoidettu *Managed*	Luonnon-normaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*	Hoidettu *Managed*	Luonnon-normaali *Naturally normal*	Viljely- *Artificially regenerated*
	metsikkö — stand			metsikkö — *stand*		
	Kasvu kuoretta, k-m³/ha — *Growth excl. bark, cu.m., solid measure, per ha.*					
20	4.9	3.8	7.8	2.3	2.8	4.1
40	11.6	7.4	11.3	8.6	6.4	9.7
60	10.4	7.5	11.2	9.2	7.6	11.1
80	8.3	5.9		7.6	7.2	
100	7.6	5.3		6.7	5.0	
120	7.3	4.2		6.2	2.7	
	Kasvusadannes — *Growth percentage*					
20	24.9	15.2	20.0	46.0	16.5	34.2
40	9.7	5.8	5.4	10.4	6.7	7.2
60	4.8	2.9	3.2	5.2	3.5	4.0
80	2.9	1.6		3.2	2.3	
100	2.5	1.2		2.6	1.3	
120	2.3	0.9		2.3	0.6	

daan kenties hieman harhauttava kuva kyseisten kehityssarjojen erilaisuudesta.

Edellä on todettu, että viljelykuusikon alkukehitys on nopeampaa kuin luontaisesti syntyneen hoidetun taimiston. Jälkimmäisen todettiin kuitenkin ennen pitkää saavuttavan edellisen etumatkan puiden pituuskehityksessä, mutta jäävän jatkuvasti jälkeen kuutiomäärän lisääntymisessä, jonka vuoksi näiden metsikkölajien kehityksen on havaittu tapahtuvan merkittävästi erilaisissa tiheysolosuhteissa. Nämä seikat tiedossa on mielenkiintoista käydä tarkastelemaan kyseisten kuusikkolajien vuotuisten kasvujen kehitystä.

Myös kuutiokasvussa kuvastuu viljelykuusikon ripeä alkukehitys. Niinpä havaitaan, että esim. 20-vuotiaana luontaisesti syntynyt hoidettu taimisto kasvaa vain 63 % OMT:ssä ja 56 % MT:ssä viljelykuusikon vastaavasta lukuarvosta. Itse asiassa ero kyseisten metsikkölajien välillä ei ole kuitenkaan niin suuri, kuin nämä sadannekset osoittavat, sillä nuoruusiälle ominaisen ripeän kehityskyvyn ansiosta luontaisesti syntynyt hoidettu kuusikko kykenee saavuttamaan viljelykuusikon vuotuisen kasvun tason jo 4—5 vuotta myöhemmin (vrt. myös Kalela 1936 a).

Jos tarkastellaan erikseen OMT:n metsiköitä, havaitaan lisäksi, että tämäkin pieni ero häviää jo 35-vuotiaana, jonka jälkeen kuvassa esiintyvät erot ovat merkityksettömiä. MT:n metsiköissä viljelykuusikon saavuttama etumatka näyttää sitä vastoin säilyvän koko sen ikäkauden, jolta vertailuja voidaan suorittaa. Kun kuitenkin Kalelan (1933, s. 12) mukaan hänen MT:n käyränsä saa aineistosta tukea vain 55-vuotiaaksi asti, OMT:n metsiköiden vertailun lienee katsottava paljastavan luotettavammin kyseisten kuusikkolajien vuotuisten kasvujen kehityssuhteet.

Voidaan siten päätellä, että luontaisesti syntynyt hoidettu kuusikko kykenee, jäätyään aluksi suojuspuuston varjostuksen vuoksi vuotuisen kasvun kehityksessä viljelykuusikosta 4—5 vuotta jälkeen, jo verraten varhaisessa ikävaiheessa tavoittamaan näin muodostuneen etumatkan. Tästä johtuu edelleen, että luontaisesti syntynyt hoidettu metsikkö on kokonaiskasvun kehityksessä aluksi mainitut 4—5 vuotta jäljessä, mutta että tämä ero myöhemmällä iällä merkittävästi supistuu.

Suoritetun vertailun ja sen perusteella tehdyn päätelmän eräät perusheikkoudet on jo varhemmin tuotu esille (vrt. ss. 18—19). On syytä kuitenkin korostaa eräitä näkökohtia, joista käy ilmi, ettei äskeisessä vertailussa ole luontaisesti syntyneen metsikön kasvukykyä ilmeisesti yliarvioitu. Niinpä Kalelan (1933, s. 33) mukaan hänen esittämänsä viljelykuusikoiden kasvuluvut ovat laskentamenetelmän vuoksi todennäköisesti liian suuria, kun taas käsillä olevassa tutkimuksessa vastaavaa liioittelua on pyritty kaikin tavoin välttämään. Samaan suuntaan on vaikuttanut myös kasvun vaihtelun huomiotta jättäminen viljelykuusikkotutkimuksessa; v. 1931 päättyvän 5-vuotiskauden keskimääräinen vuosilustoindeksi on näet nyt suoritettujen laskelmien mukaan 102 ja v. 1930 päättyvän 106. Sen lisäksi on erityisesti syytä korostaa, että viljelykuusikkoaineistosta vain 33 % on sijainnut käsittelemättömällä metsämaalla ja että kokonaista 57 % tutkimuskohteista on ollut entisellä maanviljelysmaalla sijaitsevia ensimmäisen polven metsiköitä (mt., s. 46).

Kun tämän tutkimuksen kohteet ovat olleet poikkeuksetta ainakin toisen polven metsiköitä, joskaan eivät kaikki toisen polven kuusikoita, huomattavakin ero viljelykuusikon hyväksi äskeisessä vertailussa olisi voitu perustellusti selittää vain tilapäiseksi kasvureaktioksi poikkeuksellisten olosuhteiden vallitessa. Onhan nim. todennäköistä, että samassa metsätyypissä entinen maanviljelysmaa, joka kenties on lisäksi saanut viimeiset vuodet ennen metsittämistä levätä, tarjoaa kasvuedellytykset, jotka metsänviljelyssä tulevat harvoin kysymykseen. Metsänviljelyn pääkohteet sijaitsevat tunnetusti hakkauksilla pilatuissa metsissä, joiden maan fysikaaliset ja osittain kemiallisetkin ominaisuudet poikennevat aikaisempien puusukupolvien vaikutuksesta samassa metsätyypissä merkittävästi entisen viljelysmaan tarjoamista. Kaiken kaikkiaan siis äskeinen vertailu

ei voine antaa liian positiivista kuvaa luontaisesti syntyneen hoidetun kuusikon kasvukyvystä suhteessaan vastaavien kasvuedellytysten vallitessa kehittyvään viljelykuusikkoon.

On kuitenkin syytä tähdentää vielä, että nyt esitetyt hoidetun kuusikon kasvuluvut edellyttävät luontaisesti syntyneen taimiston varhaista käsittelyä. Kuusen taimisto syntyy näet yleensä varsinkin leppää ja koivua sisältävänä sekataimistona, jossa lehtipuut aiheuttavat kuuselle tuntuvia mekaanisia vaurioita piiskaavilla latvuksillaan, jos perkaus lyödään laimin. Ylitiheydestä voi johtua sitä paitsi suoranaista kasvun tyrehtymistä kuusijaksossa kuusen heikon itseharvenemiskyvyn takia, vaikkakin ns. kuusirigeikköjen muodostumisesta (vrt. Pöntynen 1929; Näslund 1935) on pelkoa ilmeisesti vain laihoilla mailla.

Sekä metsikön tulevan kehityksen että toimenpiteen taloudellisen toteuttamisen kannalta olisi suotavaa, että luonnontaimisto harvennettaisiin jo aivan nuorena, ehkä noin metrin korkuisena, jotakuinkin normaalia istutusetäisyyttä vastaavaan asentoon (vrt. Tertti 1930, s. 46; Berger 1954; Jagd 1954). Jos näin menetellään, ei liene syytä epäillä, etteikö tällainen taimisto pysty samaan kehitysnopeuteen kuin vastaavankokoinen istutettu taimisto. Luonnon harrastama tiukka valinta oikeuttaa odottamaan luonnontaimistosta rodullisesti keskimäärin jopa parempaa ja siten kehitysnopeudeltaan edullisempaa taimistoa, kuin viljelyllä on mahdollista saada (vrt. Laitakari 1938, s. 215), ellei taimitarhassa ole käytetty rodullisesti valikoitua materiaalia. Todettakoon kuitenkin, että tähän asti on Suomessa yleensä puollettu kuusentaimiston lievää alkukäsittelyä (vrt. Laitakari 1935, ss. 46—48; 1937, ss. 264—265; Heikinheimo 1938, s. 97; Kalela 1948, s. 24).

Tukea suoritetulle vertailulle antavat myös Pettersonin (1951, ss. 15—16) Etelä-Ruotsin viljelykuusikoiden kasvuluvut. Jos rinnastetaan tulokset siten, että boniteetti H_{100} = 28 vastaa OMT:ä ja H_{100} = 24 MT:ä, todetaan Pettersonin kasvulukujen olevan nuorissa metsiköissä selvästi suurempia, mutta vanhoissa metsiköissä pienempiä kuin tässä tutkimuksessa. Petterson on kuitenkin pyrkinyt käytännössä helposti saavutettavaan tasoon.

Kun Kalela (1933, s. 34) on eräänä päätelmänä esittänyt, että kuusen viljelyä voidaan hyvällä syyllä käyttää maassamme muulloinkin kuin vain silloin, kun luonnonsiemennyksestä ei saada riittävää taimistoa syntymään, hän on päätynyt siihen viljelykuusikoiden ja luonnonkuusikoiden vuotuisten kasvujen vertailusta. Yllä esitettyihin päätelmiin nojautuen voidaan kuitenkin perustellummin väittää, ettei kuusen viljelyä, lähinnä istutusta, ole syytä käyttää silloin, kun tyydyttävään luontaiseen uudistumiseen ovat mahdollisuudet olemassa. Se pieni ero, joka edellä

havaittiin luontaisesti ja keinollisesti perustetun kuusikon kasvukyvyn välillä, korvautuu nim. liiketaloudellisesti eräiden edellä mainitsemattomien tekijäin ansiosta.

Niistä on ennen muita mainittava luontaisessa uudistamisessa välttämättömän suojuspuuston tuotto, joka puuston järeyden johdosta on liiketaloudellisesti erittäin merkittävä (vrt. Barth 1929, ss. 31—32; Petrini 1927; 1935, s. 579; Lihtonen 1943, s. 116; 1952, s. 21; Kalela 1951), mutta jota ei kyseisessä vertailussa oteta yleensä riittävästi huomioon (vrt. kuitenkin Laitakari 1938, s. 214). Edelleen viljelykuusikon perustaminen vaatii aina kustannuksia, jotka korkoa korolle laskemalla muodostavat kiertoajan lopussa varsin huomattavan kustannuserän; luontaisen taimiston ensi käsittelyn aiheuttamat kustannukset on tosin tässä yhteydessä otettava huomioon. Ei ole myöskään unohdettava luontaisesti syntyneen metsikön puuston viljelymetsikön puustoa todennäköisesti parempaa teknillistä laatua ja paikallisesta rodusta johtuvaa suurempaa kestävyyttä sieni- ja hyönteistuhoja vastaan.

Lukuun ottamatta taimistovuosia hoidettu kuusikko kasvaa keskimäärin huomattavasti enemmän kuin vastaava luonnonnormaali kuusikko. Eron suuruudesta antaa havainnollisen kuvan se toteamus, että 40-vuotiaan OMT:n luonnonkuusikon vuotuinen kasvu on vain 64 % ja 80-vuotiaan 71 % vastaavan hoidetun metsikön kasvusta. MT:ssä ero on osoittautunut pienemmäksi, sillä vastaavat sadannekset ovat 74 ja 95. Kaikkein selvin ero on kuitenkin 120-vuotiaissa metsiköissä, joissa luonnonkuusikon kasvu on MT:ssä vain 44 % ja OMT:ssä 58 % vastaavan hoidetun metsikön kasvusta. Vm. sadannesluvut tuovat selvästi ilmi hoidetun kuusikon hyvän kasvun vielä vanhanakin, jolloin luonnontilaisen metsikön kehityskyky on jo romahdusmaisesti laskenut.

Syitä näin suureen kyseisten kuusikkolajien väliseen eroon voidaan etsiä eri tahoilta. Tällöin on heti aluksi otettava huomioon, että ainakin osa siitä on vain näennäistä, laskentamenetelmien erilaisuudesta johtuvaa. Ilvessalon käyttämä kasvunlaskentamenetelmä kasvu- ja tuottotaulukoiden kasvulukuja määritettäessä on todennäköisesti johtanut todellista pienempiin lukuarvoihin (vrt. Ilvessalo 1952, s. 6; Nyyssönen 1954, s. 113). Vaikka myös tässä tutkimuksessa kasvulukujen määrittämisessä on jouduttu joskus tekemään varovaisia ratkaisuja, esitettyjä kasvulukuja ei ole kuitenkaan pidettävä liian pieninä. Eri henkilöiden suorittamien tutkimusten vertailussa on niin ikään aina otettava huomioon subjektiivisen tulkinnan mahdollisuus metsätyyppejä erityisesti niiden rajakohdilla määritettäessä. Lisäksi on muistettava, ettei luonnonnormaalin kuusimetsikön kasvulukuihin sisälly pääpuuston kasvu alikasvosvaiheen aikana, joka on kenties jonkin verran suurempi kuin suojuspuuston kasvu hoidetuissa kuusikoissa.

Kuinka suuri todellinen ero hoidetun ja luonnonnormaalin kuusimetsikön kasvussa esiintyy, on siten mahdotonta päätellä nyt suoritettavan vertailun avulla. Näyttää kuitenkin siltä, ettei äsken tehty havainto voi kokonaisuudessaan johtua laskenta- ja havaintovirheistä, vaan että eroa on todella olemassa. Mistä tällainen suhde kyseisten metsikkölajien välillä johtuu, sopii kuitenkin luontevammin käsiteltäväksi kokonaiskasvun yhteydessä.

Toistuvasti esiin tuleva kysymys käytännön metsätaloudessa on: Mitä puulajia on edullisinta kasvattaa tietyllä kasvupaikalla? Tutkimattakin on tosin ilmeistä, että kaikkein kuivimmat kankaat (ClT, CT) ovat absoluuttisia mäntymaita, sillä niillä kuusi ei pysty likimainkaan mäntyä vastaavaan kehitykseen. Sarvaksen (1951) ja Nyyssösen (1954) tulosten vertailu saa vakuuttuneeksi myös siitä, ettei kuivilla kankailla yleensäkään kuusen kasvattaminen voi olla parhaaseen liiketaloudelliseen tulokseen johtavaa, siksi suuret ovat erot myös VT:n kuusikon ja männikön kasvuluvuissa jälkimmäisen eduksi. Epätietoisuutta esiintyykin lähinnä siitä, olisiko myös tuoreet kankaat, ensi sijassa MT, saatettava männyn haltuun. Männyn suosimista mainitussa metsätyypissä näyttävät puoltavan ainakin luonnontilaisia metsiköitä koskevat tutkimukset (Ilvessalo 1920 a, vrt. myös 1942, s. 140).

Esitettyyn ongelmaan voidaan saada jonkin verran valaistusta vertailemalla keskenään, varhemmin esitetyt varaukset huomioon ottaen (vrt. ss. 15—19, myös s. 56), MT:n hoidetun kuusikon ja männikön (Nyyssönen 1954) kasvulukuja. Näin menetellen todetaan, että alusta alkaen vapaana kehittyneenä ja valopuulle luonteenomaisesti hoidettu männikkö saavuttaa kasvun kulminaatiopisteen n. 10 vuotta aikaisemmin kuin vastaava kuusikko. Tämän ajankohdan jälkeen männikön vuotuinen kasvu alkaa kuitenkin laskea suhteellisen nopeasti, josta syystä kuusikko ohittaa sen n. 50 vuoden iästä alkaen ja on myöhemmissä vaiheissa merkittävästi kasvuisampi, kuten seuraavasta asetelmasta käy ilmi.

Ikä	40	60	80	100	120 v
MT:n männikön kasvu	10.0	7.6	5.5	4.4	3.5 k-m³/ha
Kuusikon kasvusta	116	83	72	66	56 %

Kun hoidetun männikön taimistovaiheesta ei ole saatavissa tietoja, ei ole mahdollista päätellä, kumpaa puulajia kasvatettaessa saavutetaan suurempi kiertoajan keskimääräinen kasvu. Männiköissähän on suurimman mahdollisen puumäärän saavuttamiseksi sovellettava lyhyempiä kiertoaikoja kuin kuusikoissa. Jos asetelman perusteella kuitenkin jonkinlaisia suurpiirteisiä päätelmiä suoritetaan, näyttää siltä, että kuusta kasvattamalla kenties saavutetaan jonkin verran suurempi kiertoajan keskimää-

räinen kasvu kuin männystä suurimman puumäärän kiertoaikaa tavoiteltaessa. Siihen viittaa myös se tosiseikka, että 40. ja 120. ikävuoden välisenä aikana kuusimetsikkö kasvaa yhteensä 620 k-m³/ha runkopuuta, mutta männikkö vain 485 k-m³/ha. Edelleen on muistettava se valtapituuden käsittelyn yhteydessä esiin tullut seikka, että tämän tutkimuksen mustikkatyypin keskimääräinen boniteetti on kenties jonkin verran alhaisempi kuin Nyyssösen männikkötutkimuksen mustikkatyypin. Huomioon ottaen suoritetun vertailun puutteellisuudet näyttää joka tapauksessa todennäköiseltä, että kuusikon suurimman puumäärän kiertoajan keskimääräinen kasvu on MT:ssä ainakin yhtä suuri kuin männikön.

Jos männikkö ja kuusikko kasvavat MT:ssä suurin piirtein yhtä paljon, siitä seuraa melkoisella varmuudella, että OMT:ssä ja sitä paremmissa metsätyypeissä kuusi on kasvuisin puulajimme. Siihen viittaa ainakin se pieni ero, jonka Ilvessalo (1920 a) on saanut OMT:n ja MT:n luonnonnormaalien männiköiden kasvuille verrattuna toisaalta siihen selvään eroon, jolla hoidetun OMT:n kuusikon vuotuinen kasvu erottautuu vastaavasti MT:n metsikön kasvusta.

Yllä esitetyn vertailun perusteella on uskallettua mennä väittämään, että MT:n hoidettu männikkö ja kuusikko tuottavat myös liiketaloudellisesti yhtä hyvän tuloksen. Vain vuotuisiin kasvuihin nojautuen on yhtä mielivaltaista päätellä, että sitä paremmissa metsätyypeissä kuusi on liiketaloudellisesti kannattavin puulaji. Kysymyshän on ennustelusta, jonka menestyksellinen ratkaiseminen edellyttää puutavaralajien hintasuhteiden tuntemista metsikön perustamishetkestä ehkäpä vuosisadaksi eteenpäin, mikä on kuitenkin mahdotonta. Puulle voidaan keksiä uusia käyttömuotoja, jotka voivat hetkessä muuttaa puulajien arvosuhteet kiintomittaa kohden päinvastaisiksi; eräille puutavaralajeille voidaan löytää halvempia korvikkeita yhtä aavistamattomin seurauksin.

Vaikka siis puutavaralajien tämänhetkisten hintasuhteiden perusteella saataisiin jompikumpi puulaji tietyllä menekkialueella toista edullisemmaksi, tilanne voisi olla juuri päinvastainen metsikön saavuttaessa hakkuukypsyyden. Varovaisuussyistä metsiköitä perustettaessa olisi sen vuoksi pyrittävä mahdollisuuksien mukaan monipuolisuuteen. Nimenomaan MT:ssä olisi siten kasvatettava tasapuolisesti kuusta ja mäntyä, kuusta tyypin keskimääräistä paremmilla kasvupaikoilla ja mäntyä sitä huonommilla, mutta muissakaan metsätyypeissä ei olisi pelättävä pieniä kasvutappioita, jos puulajisuhteet saadaan siten monipuolisemmiksi ja metsätalouden jatkuvuus turvatuksi menekkimuutosten varalle.

Eri kuusikkolajien vuotuisten kasvujen vertailu on tuonut vastauksen myös siihen kuutiomäärän käsittelyn yhteydessä esitettyyn kysymykseen (vrt. s. 62), onko tämän tutkimuksen hoidettujen kuusikoiden kuutiomäärää pidettävä riittävänä

maksimaalisen kasvun saavuttamiseen. Viljelykuusikon ja hoidetun kuusikon vertailuhan on paljastanut, että edellisen huomattavasti suuremmasta puupääomasta huolimatta jälkimmäisen kasvu on jo varsin nuorelta iältä alkaen sen kanssa samaa suuruusluokkaa. Kun viljelykuusikoiden kasvuluvut ovat todennäköisesti suurimpia mahdollisia kyseisissä metsätyypeissä, vastaus esitettyyn kysymykseen on sikäli myönteinen, että, taimistovaihetta kenties lukuun ottamatta, hoidettu kuusikko kykenee suhteellisen alhaisesta kuutiomäärästään huolimatta kasvamaan suurimman mahdollisen määrän. Tätä päätelmää tukevat myös Møllerin (1954, s. 31) saavuttamat tulokset (vrt. myös Assmann 1954), joiden mukaan Tanskan oloissa kuusimetsikön pohjapinta-ala voidaan pienentää puoleen maksimista kuutiokasvun silti sanottavasti vähenemättä.

Sitä vastoin ei voida väittää, että nyt tutkittujen metsiköiden kuutiomäärä olisi ollut siinä mielessä optimaalinen kuin varhemmin (s. 62) on esitetty. Tuntuu kuitenkin todennäköiseltä, ettei kuutiomäärää voida olennaisesti pienentää tässä tutkimuksessa esitetystä tasosta ilman kasvutappioita. Täten siis kuvassa 7 (s. 60) esitetty hoidetun kuusikon kuutiomäärän kehitys ei voine olla kaukana optimaalisesta tasosta. Metsikön rakenteen optimaalisuus voi sitä vastoin olla enemmän kyseenalainen. Viimeksi mainittuun ongelmaan ei tässä tutkimuksessa pyritä kuitenkaan löytämään vastausta.

Nykymetsien keskimäärin verraten heikko kasvu on tosiseikka, jonka merkityksestä kuusimetsiköiden osalta saadaan havainnollinen kuva vertailemalla keskenään valtakunnan metsien arvioinnin (Ilvessalo 1956, s. 118) ja tämän tutkimuksen vastaavia kasvulukuja. Jos lasketaan ikäluokittain hoidettujen kuusikoiden vuotuisen kasvun suhde vastaavaan Etelä-Suomen nykykuusikoiden keskimääräiseen kasvulukuun, päädytään seuraavassa asetelmassa esitettyihin sadannesarvoihin.

Ikä	30	50	70	90	110 v
OMT	227	227	175	159	164 %
MT	167	213	202	192	196 %

Jos näistä sadannesluvuista lasketaan lisäksi ikäluokkien pinta-aloilla (Ilvessalo 1956, s. 67) punnittu keskiarvo, saadaan luku 202. Nykykuusikoiden kasvu on siis tämän vertailun perusteella vain noin puolet siitä, mitä se voisi olla, jos nykyisen ikäluokkarakenteen pohjalla kaikki metsiköt olisivat hoidettuja.

Hoidettujen kuusikoiden ja nykykuusikoiden keskimääräiset kasvuluvut eivät ole kuitenkaan täysin rinnastettavissa. Niinpä käsite Etelä-Suomi on ollut valtakunnan metsien arvioinnissa merkittävästi laajempi

kuin tässä tutkimuksessa. Metsämaan kivisyys ja soistuneisuus sekä maastokuvioiden reunavaikutus aiheuttavat lisäksi sen, ettei nykymetsissä voida keskimäärin päästä tässä tutkimuksessa esitettyihin kasvulukuihin vastaavissa metsätyypeissä. Jos Suomen metsät olisivat kauttaaltaan hoidettuja, niiden ikäluokkarakenne olisi sitä paitsi merkittävästi nykyisestä poikkeava siten, että taimistoja, joiden absoluuttinen kasvu on vähäinen, esiintyisi nykyistä runsaammin.

On usein esitetty, että Suomen metsien kuutiokasvu voitaisiin nykyisestä kaksinkertaistaa (vrt. Saari ja Ilvessalo 1929, s. 3; Ilvessalo 1948 b, s. 25; 1954 a, s. 808). Näissä laskelmissa on tällöin otettu huomioon paitsi metsänhoidon tehostuminen myös soiden ojitustoiminta. Nyt suoritettu vertailu on omiaan tukemaan näitä päätelmiä. On tosin ilmeistä, ettei yksinomaan Etelä-Suomen tuoreiden kankaiden kuusimetsiköiden osalta kuutiokasvun kaksinkertaistaminen ole teoreettisestikaan mahdollista. Jos otetaan kuitenkin huomioon myös ns. kuivanpuoleisten kankaiden kuusikoiden saattaminen männyn haltuun, nykyisin kuusen hallussa Etelä-Suomessa olevien alojen kuutiokasvun kaksinkertaistuminen on kenties teoriassa, joskaan ei käytännössä mahdollinen.

Todettakoon tässä yhteydessä, että toisen ja kolmannen valtakunnan metsien arvioinnin välisenä aikana on päästy jo varsin merkittäviin tuloksiin metsien kuutiokasvun lisäämisessä. Toisen arvioinnin aineiston perusteella (Ilvessalo 1942, s. 340) saadaan hoidettujen kuusikoiden kasvun ja Etelä-Suomen vastaavien keskimääräisten tulosten väliseksi suhteeksi näet 234 %; arviointien välisenä aikana tämä suhdeluku pieneni siis nykyiseksi 202:ksi.

6611. Vuotuinen kasvusadannes

Kuutiokasvusadannes on suure, joka kuvaa kasvun suhdetta kasvavaan pääomaan, puuston kuutiomäärään. Koska se on suhdeluku, se ei yksinään esitettynä kykene sanottavasti kuvaamaan metsikön kasvua. Kasvusadanneksen päämerkitys metsänarvioimistieteessä onkin helpottaa ja yksinkertaistaa kasvunlaskentaa, mihin tarkoitukseen sitä käytetään Suomessa yleisesti. Myös tässä tutkimuksessa kasvusadanneksella on mainitusta syystä tärkeä merkitys (vrt. s. 40).

Taulukossa 9 (s. 65) esitettyjä sadanneslukuja ei ole kuitenkaan määritetty tasoittamalla yksityisten koealojen kasvusadannekset, vaan ne on saatu laskemalla kuvassa 8 (s. 64) esitetyn vuotuisen kasvun suhde vastaavana vuonna metsikössä keskimäärin mitattuun kuorettomaan kuutiomäärään (vrt. kuva 9, s. 74). Samoin on määritetty ilmeisesti myös taulukossa esitetyt luonnonnormaalin kuusikon ja viljelykuusikon vastaavat sadannekset.

Vaikka taimistojen absoluuttinen kasvu on pieni, se merkitsee suhteellisesti suurta lisäystä vähäiseen pääomaan. Niinpä 20-vuotiaana OMT:n hoidetun kuusikon kasvusadannes on 24.9 ja MT:n metsikön 46.0. Seuraavana 20-vuotiskautena kasvusadanneksen pieneneminen on kuitenkin voimakasta, sillä kauden lopussa vastaavat sadannekset ovat 9.7 ja 10.4. Tämän jälkeen kehityskäyrä alkaa tasoittua, vaikka kasvusadanneksen pieneneminen jatkuu läpi koko metsikön elämän. 120-vuotiaina on molempien metsätyyppien hoidettujen kuusikoiden kasvusadannekseksi saatu 2.3, mutta sitä ennen on OMT:n metsikön suhteellinen kasvu ollut aina pienempi kuin samanikäisen MT:n metsikön. Tässä erossa kuvastuvat lähinnä puustojen suuruussuhteet; jos tarkasteltaisiin rinnan samaa keskiläpimittaa edustavien OMT:n ja MT:n metsiköiden kasvusadanneksia, niiden välillä tuskin havaittaisiin merkittäviä eroavuuksia.

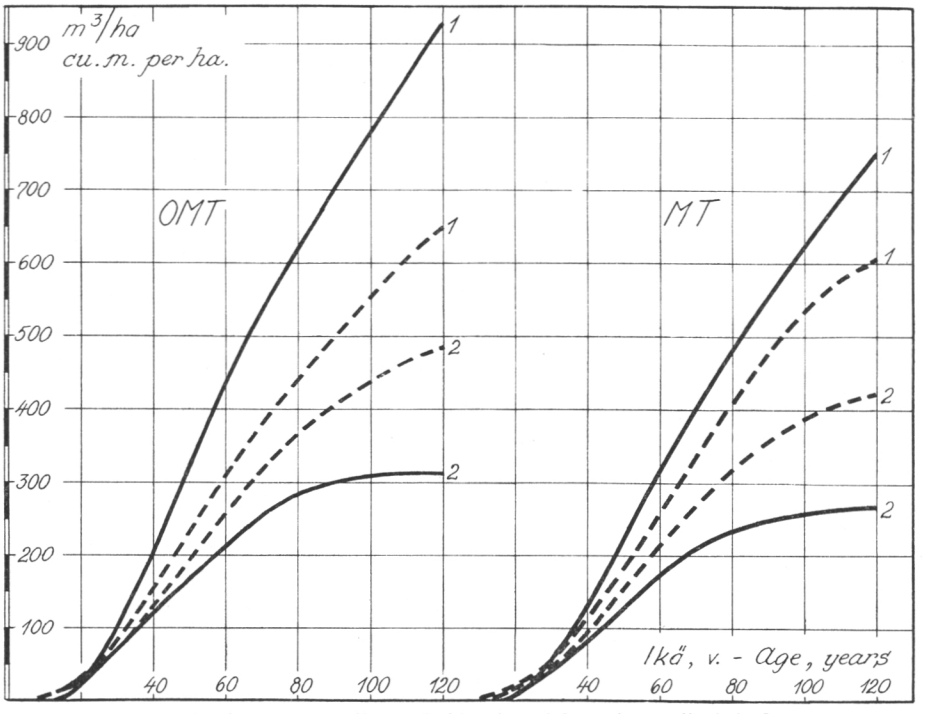
Vuotuisen kuutiokasvun tarkastelussa on jo käynyt selväksi, että nyt käsiteltävinä olevista kuusikkolajeista hoidetun kuusikon suhteellinen kasvu on suurin. Onhan edellä todettu sen absoluuttisen kasvun olevan samansuuruinen tai suurempi kuin muiden kyseisten metsikkölajien, vaikka kuutiomäärä on havaittu siinä pienimmäksi. Myöskin syyt tähän ilmiöön ovat tulleet mainituiksi, joten niitä ei ole syytä tässä toistaa. Ansaitsee kuitenkin kiinnittää huomiota vielä siihen seikkaan, että 120-vuotiaana hoidettu kuusikko kasvaa suhteellisesti OMT:ssä yli kaksi kertaa ja MT:ssä lähes neljä kertaa niin paljon kuin vastaava luonnonnormaali metsikkö.

662. Kokonaiskasvu

Kokonaiskasvulla [1]) tarkoitetaan kiertoajan kuluessa kertyvää puumäärää kiintomittoina kuoretonta runkopuuta. Laskentateknillisesti siihen voidaan päätyä kahta tietä, joko kiertoajan vuotuiset kasvut yhdistämällä tai lisäämällä ennen uudistamisen aloittamista metsikössä mitattuun kuutiomäärään siihen mennessä poistettujen ja poistuneiden puiden kuutiomäärä. Tarkasteltavana olevassa tutkimuksessa on voitu käyttää vain edellistä keinoa.

Kuvassa 9 kaksi ylintä, numerolla 1 merkittyä käyrää kuvaavat hoidetun ja luonnonnormaalin kuusikon kokonaiskasvujen kehitystä iän mukana. Taulukossa 10 on sama vertailu suoritettu lisäksi numeroin. Viljelykuusikoista ei tarpeellisia tietoja ole ollut käytettävissä, joten niiden samoin kuin hoidettujen männiköiden kokonaiskasvua koskevia vertailuja on voitu suorittaa vain vuotuisesta kasvusta käytettävissä olevien tietojen perusteella.

[1]) Vastaavasta käsitteestä on tähänastisessa metsäkirjallisuudessa käytetty useita termejä, kuten kokonaistuotto, kuutiotuotto, biologinen tuotto jne. Kokonaiskasvu-termiä on käyttänyt esim. Ilvessalo (1952, s. 6).



Kuva 9. Puuston kehityksen pääpiirteet hoidetuissa (yhtenäinen viiva) ja luonnonnormaaleissa (katkoviiva) kuusikoissa: 1 = kokonaiskasvu, 2 = kuoreton kuutiomäärä, 1—2 = kokonaispoistuma.

Figure 9. Main features of the development of managed (solid curve) and naturally normal (broken curve) spruce stands: 1 = total growth, 2 = volume excl. bark, 1—2 = total removal.

Vuotuisen kasvun kehityksen tarkastelun nojalla on käynyt jo selväksi, että OMT:n hoidetun kuusikon kokonaiskasvu on kaikilla kiertoajoilla suurempi kuin MT:n metsikön. Eron suuruudesta saadaan havainnollinen kuva kuitenkin vasta seuraavasta asetelmasta, johon on laskettu OMT:n metsikön kokonaiskasvun suhteellinen suuruus sekä tämän tutkimuksen aineiston että kasvu- ja tuottotaulukoiden pohjalla eri ikävaiheissa, jos MT:n vastaavaa kasvulukua merkitään 100:lla (vrt. Ilvessalo 1947 a, s. 133).

Ikä	40	60	80	100	120 v
OMT, hoidettu	156	139	129	125	123
OMT, luonnonnormaali	132	118	107	103	107

Suhdelukusarjat ovat sikäli samanlaiset, että 80. ikävuodesta alkaen OMT:n ja MT:n kokonaiskasvusuhteet on sekä hoidetuissa että luonnonnormaaleissa metsiköissä saatu lähes muuttumattomiksi. Siihen yhtäläi-

Taulukko 10. Puuston kokonaiskasvu hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 10. Total growth of the managed spruce stands up to certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*					
	20	40	60	80	100	120
	Kokonaiskasvu kuoretta, k-m³/ha — *Total growth excl. bark, cu.m., solid measure, per ha.*					
OMT	18	203	433	618	775	923
MT	4	132	313	481	622	750
	% luonnonnormaalista metsiköstä — *Per cent of naturally normal stands*					
OMT	60	134	141	140	140	142
MT	20	115	120	117	116	124

syys kuitenkin loppuukin, sillä OMT:n hoidetun kuusikon todetaan kasvavan 80—120 vuoden kiertoajoilla 29—23 % enemmän runkopuuta kuin vastaava MT:n metsikkö, kun taas luonnonnormaaleissa metsiköissä eroksi on saatu vain 3—7 %. Mistä näin suuri ero johtuu, on vaikeaa päätellä; joka tapauksessa luonnonnormaalien metsiköiden suhdeluvut vaikuttavat pieniltä.

Hoidetun ja luonnonnormaalin kuusimetsikön vuotuisten kasvujen vertailu on tuonut ilmi myös kyseisten kuusikkolajien kokonaiskasvujen suhteet, mutta vasta taulukosta 10 saadaan täsmällinen käsitys eron suuruudesta. Todetaan, että ero on suurin OMT:ssä, missä hoidettu kuusikko on 40. ikävuoteen mennessä kasvanut jo 34 % enemmän ja sitä vanhemmat 40—42 % enemmän kuin vastaavanikäiset luonnonmetsiköt. MT:ssä hoidetun metsikön paremmuus ei ole yhtä selvä, mutta eroa on kuitenkin 16—17 % 80—100 vuoden kiertoajoilla ja 24 % 120-vuotiaana. Tämä viittaa siis siihen, että hoidettu kuusikko kykenee kasvamaan enemmän runkopuuta kuin vastaava luonnonmetsikkö, sillä varsinkin OMT:ssä ero on niin suuri, että sitä ei voida selittää pelkästään erilaisista kasvunlaskentamenetelmistä, havaintovirheistä tai subjektiivisesta vertailutavasta johtuvaksi (vrt. s. 69). Tämä toteamus tuo mieleen metsänarvioimistieteen vanhan kiistakysymyksen: Voidaanko kasvatushakkauksilla lisätä metsikön kokonaiskasvua?

Mainittua ongelmaa on viime vuosikymmeninä runsaasti tutkittu, tosin pyrkimällä lähinnä tarkastelemaan eriasteisten käsittelytapojen vaikutusta kokonaiskasvuun. Tulokset ovat olleet varsin ristiriitaisia. Useissa tapauksissa on siten saatu tietty harvennusaste toista edullisemmaksi. Niinpä Gehrhardt (1930, ss. 44—54) sai kehittämälleen »Schnellwuchsbetrieb»-

käsittelyasteelle selvästi muita harvennusasteita suuremman kokonaiskasvun. Eräät Tanskassa suoritetut kokeet ovat niin ikään herättäneet huomiota, sillä niissä on todettu kuusikon kokonaiskasvun olevan suurimman keskivahvoissa harvennuksissa (Bornebusch 1933, s. 213; 1933 a, s. 431). Myöhemmin ovat lisäksi Eide ja Langsaeter (1941, s. 389), Hummel (1948, s. 34) sekä Carbonnier (1954, s. 25) saaneet tiettyjä eroja harvennusasteiden välillä. Petterson (1951 a, s. 110) on puolestaan väittänyt, että norrlantilaisissa männiköissä saavutetaan paras kasvu, jos hakkaus on niin lievä, että se juuri ja juuri vastaa itseharvenemista. Mainittakoon lisäksi, että kasvussaan tyrehtyneissä ruotsalaisissa kuusimetsiköissä (stavagranskog) puiden pituus- ja paksuuskasvu on saatu harvennushakkauksilla voimakkaasti elpymään (Ronge 1928; Näslund 1935, s. 692, 706).

Useat esitetyt positiiviset tulokset on kuitenkin toisten tutkijain taholta selitetty harhapäätelmiksi. Niinpä Eklund (1952, s. 48) on todennut, ettei stavagranskog-metsiköissä elpynyt pituus- ja paksuuskasvu ole johtanut kokonaiskasvun lisääntymiseen. Samoin Møller (1933, ss. 357—359) on kiistänyt Bornebuschin (mt.) ja Braathe (1949, s. 252) Hummelin (mt.) kokeiden todistusvoiman hyvin perustein. Kyseisten kokeiden voidaan siten katsoa ainoastaan vahvistavan Wiedemannin (esim. 1937, s. 125) sekä Møllerin ja eräiden toisten tanskalaisten tutkijain (Møller ja Holmsgaard 1947, s. 440; Møller ja Nielsen 1953, s. 151; Møller 1954, s. 31) kestokoealojen pohjalla saavuttamat tulokset, joiden mukaan tietyissä rajoissa hakkauksen voimakkuus ei vaikuta metsikön kokonaiskasvuun, mikä päätelmä onkin nykyisin yleisesti omaksuttu (vrt. Vanselow 1942, s. 59; Weck 1948, s. 43; Ilvessalo 1954, s. 804).

Edellä esitetyt tulokset on yleensä tulkittu myös siten, ettei luonnontilaisen metsikön kasvua voida lisätä hakkausten avulla, vaikka kokeet ovat tapahtuneet vain eri harvennusasteiden välillä. Wiedemann (1937, s. 129), jonka saavuttamat tulokset ovat yllä esitetyistä tunnetuimmat ja kenties luotettavimmat, on kuitenkin tullut siihen tulokseen, että ylitiheät, siis luonnontilaiset metsiköt kasvavat jonkin verran vähemmän kuin kasvatushakkauksin käsitellyt. Myöskin Ilvessalo (1952, s. 21) on kestokoealojen perusteella päätynyt samanlaiseen tulokseen. Tarkasteltavana olevan tutkimuksen tulokset ovat siten täysin yhtäpitäviä näiden aikaisempien tutkimusten kanssa.

Luonnonkuusikon kasvun osittaiseen tyrehtymiseen lienee merkittävimpänä syynä alikasvosvaihe. Kuusen heikon itseharvenemiskyvyn vuoksi tällainen alikasvos päällyspuustosta vapauduttuaan muodostaa näet ylitiheän taimiston, jossa kituessaan heikentyneiden vallitsevien yksilöidenkin on vaikeaa riistäytyä eroon muusta tasapäisestä joukosta.

Vaikka äärimmäistapausta, kuusirigeikköä (vrt. Pöntynen 1929), ei pääsekään syntymään, kuutiokasvu joutuu ylitiheydestä kuitenkin ilmeisesti kärsimään lähinnä puiden paksuuskasvun heikkenemisen johdosta. Jos luonnontaimisto syystä tai toisesta uudistuu aukealle alalle ja varsinkin jos se ei synny ylitiheänä, kuutiokasvu on siten todennäköisesti yhtä suuri kuin hoidettujen metsiköiden.

Erityisesti vanhimpien hoidettujen kuusikoiden hyvään kasvuun, johon edellä on kiinnitetty huomiota (vrt. s. 64), vaikuttanevat hakkaukset myös välillisesti siten, että ne luovat puun kasvulle otollisen mikroilmaston, kiihottavat ravinteiden mobilisaatiota ja palauttavat hakkuutähteiden muodossa maahan runsaasti ravinteita. Kokonaiskasvua nämä hakkausten välilliset vaikutukset tuskin kuitenkaan kykenevät olennaisesti lisäämään.

663. Suurimman puumäärän kiertoaika

Tasaikäiseen metsikkömuotoon perustuvan metsätalouden piiriin kuuluu tärkeänä käsitteenä kiertoaika, jolla ymmärretään yhden puusukupolven kasvattamiseen kuluvaa aikaa. Kiertoaikalaskelmissa otetaan kuitenkin usein huomioon vain se aika puusukupolven elämässä, jolloin kasvatusnäkökohdat määräävät metsikön käsittelytavan.

Kiertoaikalaskelmia voidaan suorittaa eri näkökohtia silmällä pitäen (vrt. Lihtonen 1943, s. 152). Yksinkertaisin ja objektiivisimmin määritettävissä oleva on se kiertoaika, joka antaa suurimman mahdollisen puumäärän hehtaaria kohden. Tämä kiertoaika voidaan määrittää kuvan 9 avulla siten, että kokonaiskasvun kehityskäyrää käyttäen lasketaan se ikävuosi, jolloin kiertoajan keskimääräinen kasvu kulminoi. Graafisesti sama kohta löytyy vuotuisen ja kiertoajan keskimääräisen kasvun kehityskäyrien leikkauspisteestä.

Hoidetun kuusimetsikön keskimääräinen kasvu eräitä kiertoaikoja sovellettaessa käy ilmi taulukosta 11. Taulukossa esitettyjä kasvulukuja tarkasteltaessa todetaan, että suurimman puumäärän kiertoaika on hoidetussa kuusikossa varsin pitkä (vrt. myös Eide ja Langsaeter 1941, s. 389; Brantseg 1951, s. 75). OMT:ssä se on tämän tutkimuksen aineiston perusteella 92 ja MT:ssä peräti 115 vuotta, johon mennessä metsikkö on edellisessä kasvanut keskimäärin 7.76 k-m³/ha ja jälkimmäisessä 6.25 k-m³/ha, eli n. 81 % edellisestä. Osaltaan on näin pitkien kiertoaikojen muodostumiseen vaikuttamassa kuusimetsikön hidas alkukehitys. Kun nim. ensimmäiset 20 vuotta kuluvat 3—5 metrin korkeuden saavuttamiseen, on ymmärrettävää, ettei tätä vaihetta voida kovin usein toistaa, jos pyritään suurimman mahdollisen puumäärän kiertoaikaan. Yhtä ratkaisevasti vaikuttaa hoidetulle kuusimetsikölle ominainen, vanhalle

Taulukko 11. Puuston keskimääräinen kuutiokasvu hoidetuissa kuusikoissa eräitä kiertoaikoja sovellettaessa.

Table 11. Mean annual volume growth of the managed spruce stands during certain rotations.

Metsätyyppi *Forest site type*	Kiertoaika, v — *Rotation, years*						
	60	70	80	90	100	110	120
	Kasvu kuoretta, k-m³/ha — *Growth excl. bark, cu.m., solid measure, per ha.*						
OMT	7.22	7.59	7.72	7.76	7.75	7.72	7.69
MT	5.22	5.74	6.01	6.15	6.22	6.25	6.25

iälle asti tasaisen hyvänä jatkuva kasvu, minkä takia kiertoajan keskimääräisen kuutiokasvun kehityskäyrä on kulminaatiopisteessään erittäin loivasti kaartuva. Ehkä juuri viimeksi mainitusta seikasta johtuu, että luonnonnormaalien kuusikoiden vastaavilla perusteilla lasketut kiertoajat ovat jonkin verran lyhyempiä kuin äsken mainitut, nim. OMT:ssä 90 ja MT:ssä 98 vuotta.

Pitkien kiertoaikojen soveltaminen tuottaa erityisesti yksityismetsätaloudessa suuria vaikeuksia. Tuollainen 100 vuoden kiertoaikahan merkitsee käytännössä sitä, että usein vasta kolmas sukupolvi voi suorittaa varsinaisen sadonkorjuun, päätehakkaukset. Varsinkaan pienmetsälöissä ei voida odottaa näin kauan, vaan metsiköitä on niissä uudistettava huomattavasti nuorempina kasvutappioidenkin uhalla muista kuin metsätaloudellisista syistä. On kuitenkin todettava, että äsken esitettyjä hoidetun kuusimetsikön kiertoaikoja voidaan tuntuvasti lyhentää verraten pienin uhrauksin. Niinpä esim. OMT:ssä 77 vuoden kiertoajasta aiheutuu vain 1 %:n, 71 vuoden kiertoajasta 2 %:n ja 63 vuoden kiertoajasta 5 %:n menetys suurimmasta mahdollisesta puumäärästä. Vastaavat kasvutappiot MT:ssä merkitsevät 95 vuoden, 88 vuoden ja 77 vuoden kiertoaikoja. Siten on 70 vuoden kiertoaikaa OMT:ssä ja 90 vuoden kiertoaikaa MT:ssä pidettävä vielä hyväksyttävinä suurimpaan mahdolliseen puumäärään pyrittäessä, sillä siten aiheutuu ainoastaan n. 2 %:n tappio, jonka monet muut näkökohdat voivat korvata. III:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa (Ilvessalo 1951 a, s. 31) onkin Etelä-Suomen kuusivaltaisten metsiköiden kiertoaikana lehtomaalla ja lehtomaisella maalla pidetty 60—80 ja MT:ssä ja VT:ssä 70—90 vuotta. Mainittakoon lisäksi, että Lihtonen (1943, s. 159) on maan eteläpuoliskon metsälön keskimääräisenä kiertoaikana pitänyt 80 vuotta, mihin on kuitenkin sisällytetty myös uudistamiskausi.

Vaikka suurimman puumäärän kiertoaikaa on käytännön metsätaloudessa vaikea toteuttaa, se lienee loppujen lopuksi minimikiertoaika, sillä metsänkasvatuksen päätarkoitus on yleensä korkeimman mahdollisen liike-

taloudellisen hyödyn saavuttaminen. Jos kaikenkokoisista puista maksettaisiin kuutioyksikköä kohden sama hinta, silloin tosin suurimman puumäärän kiertoaika olisi samalla myös likimain korkeimpaan mahdolliseen puhtaaseen tuottoon johtava. Kun ainakin nykyisten suhdanteiden vallitessa järeästä puusta maksetaan tuntuvasti korkeampi hinta kuutioyksikköä kohden kuin pinotavaraksi kelpaavasta, ei liene taloudellisesti kannattavaa keskeyttää kehitystä silloin, kun kokonaan tai miltei täysin järeistä puista koostuva kuusimetsikkö kasvaa vuosittain vielä mainitut 7.76 k-m³ OMT:ssä ja 6.25 k-m³ MT:ssä hehtaaria kohden. Tässä vaiheessa metsikön vuotuinen arvonlisäys on varmasti vielä siihen mennessä keskimäärin tapahtunutta tuntuvasti suurempi. Kuinka pitkään kuusimetsikköä kannattaa kasvattaa, on kuitenkin pelkästään kuutiokasvulukujen perusteella vaikea ratkaista.

Suoritettujen kiertoaikalaskelmien perusteella on mahdollista laskea eräänlaiset jyväluvut nyt tutkituille metsätyypeille kuusta kasvavina. Jos nim. merkitään 100:lla MT:n metsikössä suurimman puumäärän kiertoajan kuluessa kasvanutta runkopuun määrää, saadaan OMT:n jyväluvuksi 124. Kun puustojen järeyssuhteita, hakkausten ajankohtia yms. seikkoja ei ole kyseisessä suhdeluvussa otettu huomioon, sitä on pidettävä minimijyvälukuna.

67. Kuutiopoistuma

Hakkauksilla käsitellyissä metsiköissä kuutiopoistumalla on kuutiokasvun ohella erittäin tärkeä merkitys metsikön kehitystä säätelevänä osatekijänä. Ei sen vuoksi riitä, että tarkastellaan ainoastaan metsikössä mittaushetkellä tavattavaa puustoa ja sen kehitystä, kuten edellä on pääasiassa tapahtunut, vaan ongelman kaikinpuolinen selvittely vaatii myös kuutiopoistuman lähempää tarkastelua.

Tutkimusmetsiköissä suoritettiin, kuten varhemmin on esitetty (s. 28), kasvunmittausjakson aikana tapahtuneen kuutiopoistuman selvittely kantomittausten avulla. Näin saatuja poistuman lukuarvoja on edellä sovellettu tutkimusmetsiköiden kasvunmittausjakson keskimääräisen kasvun määrittämisessä. Sitä vastoin osoittautui, ettei tutkimusmetsiköiden kuutiopoistuma ilmeisesti kykenisi luotettavasti kuvaamaan hoidetun kuusimetsikön poistuman keskimääräistä kulkua lähinnä tutkimusperiodin lyhyyden takia. Sen vuoksi on pidetty perustellumpana määrittää kuutiopoistuma välillisesti kokonaiskasvun ja kuorettoman kuutiomäärän kehityskäyrien perusteella, jolloin tulokset saadaan kuorettomina kiintokuutiometreinä. Periaatteessa samoin ovat menetelleet aikaisemmin useat tutkijat (Hagberg 1938, s. 482; Vanselow 1951, s. 414; Nyyssönen 1954, s. 127).

Taulukko 12. Puuston kokonaispoistuma hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 12. Total removal of the managed spruce stands up to certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*					
	20	40	60	80	100	120
	Kokonaispoistuma kuoretta, k-m³/ha — *Total removal excl. bark, cu.m., solid measure, per ha.*					
OMT	—	83	219	333	467	612
MT	—	48	136	245	362	483
	% kokonaiskasvusta — *Per cent of total growth*					
OMT	—	41	51	54	60	66
MT	—	36	43	51	58	64

671. Kokonaispoistuma

Kokonaispoistumalla tarkoitetaan kokonaiskasvun kanssa analogisesti sitä puumäärää, joka tiettyyn ajankohtaan mennessä on metsiköstä poistunut joko elävien puiden hakkausten välityksellä tai luontaisista syistä aiheutuvan kuolemisen kautta. Hoidetuissa metsiköissä luonnonpoistuma on kuitenkin niin häviävän pieni, satunnaisia tuhoja lukuun ottamatta, että se voidaan seuraavassa sivuuttaa ja laskea poistuma kokonaisuudessaan hakkausten tilille. Sitä paitsi on huomattava, että kuolevat puut voidaan intensiivisesti hoidetuista metsiköistä poistaa usein niin aikaisessa vaiheessa, ettei puun käyttöarvo ole mainittavasti kärsinyt.

Kuvasta 9 (s. 74), jossa metsikön kehityksen päälinjat ovat graafisesti esitettyinä, käy myös havainnollisesti ilmi kokonaispoistuman kehitys metsikön iän funktiona hoidetuissa ja luonnonnormaaleissa metsiköissä. Kokonaiskasvun (käyrä 1) ja kuorettoman kuutiomäärän (käyrä 2) kehityskäyrien väliin jäävä alue havainnollistaa nim. juuri kokonaispoistuman voimakkaasti iän mukana lisääntyvää osuutta metsikön kokonaiskasvusta. Samasta kuvasta nähdään myös havainnollisesti luonnonmetsiköiden poistuman pienuus hoidettuihin metsikköihin verrattuna.

Hoidetun kuusimetsikön kokonaispoistuma eräissä ikävaiheissa käy ilmi myös taulukosta 12. Alle 20-vuotiaissa taimistoissa ei sen mukaan ole kummassakaan metsätyypissä vielä suoritettu sellaisia toimenpiteitä, joiden johdosta kuusijakson kuutiomäärä olisi vähentynyt; perkauksen yhteydessä poistettuja vieraita puulajeja sekä rinnankorkeutta lyhyempiä poistettuja kuusiyksilöitä ei ole näet otettu laskelmissa huomioon. 40-vuotiaasta kuusikosta on sen sijaan poistettu jo 83 k-m³/ha OMT:ssä ja 48 k-m³/ha MT:ssä. Tämän jälkeen kokonaispoistuma lisääntyy erittäin

voimakkaasti, kunnes 120-vuotiaasta metsiköstä todetaan sen elinaikana poistetun kokonaista 612 k-m³/ha OMT:ssä ja 483 k-m³/ha MT:ssä. Mainittakoon lisäksi, että suurimman puumäärän kiertoajan kuluessa, siis OMT:ssä 92 vuoden ja MT:ssä 115 vuoden aikana, on edellisessä poistettu 411 k-m³/ha ja jälkimmäisessä 452 k-m³/ha.

Kuvaavampia kuin kokonaispoistuman absoluuttiset luvut ovat kuitenkin sen osuutta kokonaiskasvusta esittävät sadannekset, jotka ovat niin ikään nähtävissä taulukossa 12. Niiden mukaan poistetaan hoidetusta kuusikosta 80 vuoden kiertoajan kuluessa kasvatushakkauksissa 54—51 % kokonaiskasvusta. 100 vuoden kiertoaikaa sovellettaessa vastaavat sadannekset ovat 60—58 ja 120 vuoden kiertoajalla peräti 66—64. Jos taas sovelletaan suurimman puumäärän kiertoaikoja, kasvatushakkausten suhteellinen osuus kokonaiskasvusta on OMT:ssä 58 % ja MT:ssä 63 %. Päätehakkauksissa poistettavaksi jää siten vastaavasti 42 % ja 37 % ennen uudistamisen aloittamista kertyneestä puumäärästä.

Esitetyt sadannesluvut sopivat hyvin yhteen esim. Eiden ja Langsaeterin kuusikkotutkimuksen (1941) tulosten kanssa. Mainitussa tutkimuksessa vastannee boniteetti C, lähinnä keskipituuden perusteella arvosteltuna, nyt tutkittuja metsätyyppejä, tarkemmin kuitenkin MT:ä. Annettujen lukujen perusteella (mt., ss. 424—425, 430—431, 436—437) on mahdollista laskea, että kyseisessä boniteetissa poistetaan 102 vuoden kiertoajan kuluessa lievintä harvennusastetta (I) sovellettaessa 50 %, harvennusastetta II käytettäessä 58 % ja voimakkaimmassa harvennusasteessa (III) 59 % siihen mennessä tuotetusta puumäärästä. Keskimmäiselle harvennusasteelle, joka lähinnä vastannee tämän tutkimuksen kohteiden käsittelyn keskimääräistä voimakkuutta, on siten saatu täsmälleen sama sadannesluku kuin MT:lle vastaavan kiertoajan kuluessa. Saavutetut tulokset vastannevat myös Suomessa (vrt. Sarvas 1955) ja Ruotsissa (vrt. Eklund 1954, s. 768) vallitsevaa käsitystä, vaikka esim. Pettersonin taulukot Etelä-Ruotsin istutuskuusikoille (1951) antavatkin merkittävästi erilaisen kuvan poistuman kyseisestä osuudesta. Niinpä Pettersonin (mt., ss. 15—16) mukaan voidaan 101—102 vuoden kiertoajan kuluessa poistaa sekä OMT:ä vastaavalta boniteetilta (H_{100} = 28) että MT:ä edustavalta (H_{100} = 24) 74 % kokonaiskasvusta kasvatushakkausten välityksellä. Tässä tapauksessa lienee kuitenkin kysymys poikkeuksellisen voimakkaista kasvatustoimenpiteistä. Toisaalta Brantsegin (1951, ss. 74—75) tutkimuksen mukaan poistetaan Länsi-Norjan istutuskuusikoista 100 vuoden kiertoajalla likimain MT:ä vastaavalla kasvupaikalla vain 31 % kokonaiskasvusta. Tutkija itsekin pitää kuitenkin toimenpiteitä liian lievinä.

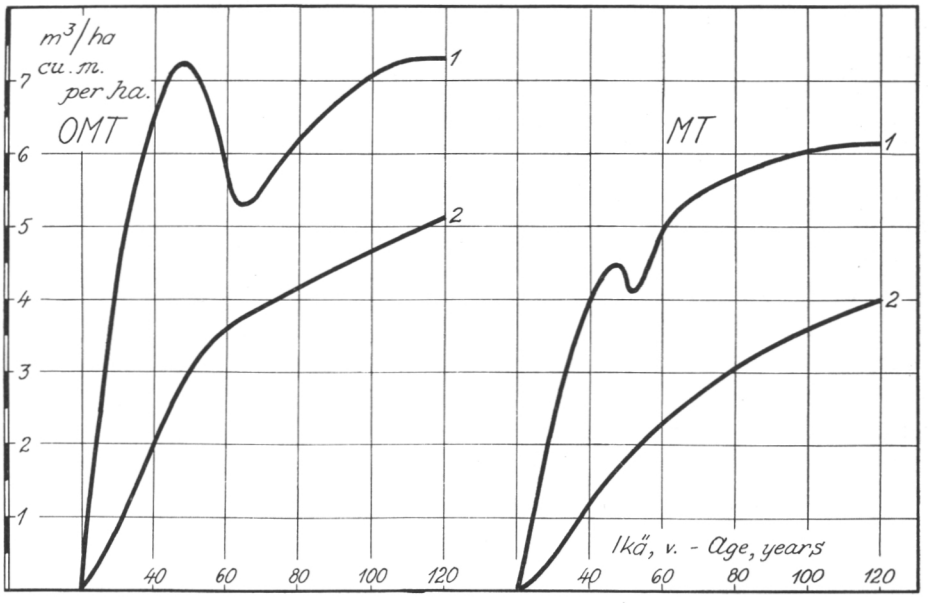
Kun kasvatushakkauksissa poistetaan siis yleensä yli puolet metsikön kokonaiskasvusta, niillä on kasvatusnäkökohtien ohella varsin tärkeä mer-

kitys myös metsänkasvatuksen liiketuloksen muodostumisessa. Kasvatushakkauksia suunniteltaessa olisi sen vuoksi kiinnitettävä riittävästi huomiota myös liiketaloudellisiin näkökohtiin. Kasvatushakkaukset olisi ennen kaikkea pyrittävä suunnittelemaan niin, että mahdollisimman suuri osa poistettavasta puumäärästä saataisiin käyttökelpoisena ja mahdollisimman arvokkaana korjatuksi. Keinot tämän päämäärän saavuttamiseksi vaihtelevat mm. menekkialueittain. Tuntuisi kuitenkin siltä, että jo edellä suositeltu (s. 67) taimiston aikainen harvennus istutusmetsikköä vastaavaan asentoon olisi yleensä omiaan lisäämään käyttökelpoisen puun osuutta metsikön kokonaiskasvusta (vrt. myös Tertti 1930, s. 46; Berger 1954). Ilmeisesti voitaisiin myös seuraava harvennus suorittaa voimakkaampana kuin nykyisin. Kuten tunnettua, kuusitukin laatu on käytännössä vain harvoin vaikuttanut kantohintaan, joten mainituista toimenpiteistä mahdollisesti aiheutuva teknillisen laadun huononeminen (vrt. Laitakari 1935, ss. 46—48; 1937, ss. 264—265) ei todennäköisesti vaikuttaisi yksikköhintaan. Toisaalta ei ole luultavaa, että näillä aikaisilla voimakkailla käsittelyillä vaarannettaisiin suurimman mahdollisen puumäärän saavuttamista; siihen viittaavat ainakin Møllerin (1954, s. 31) ja tämän tutkimuksen tulokset. Kun kasvu keskittyisi kuitenkin nykyistä suuremmassa määrin käyttökelpoiseen puustoon, seurauksena saattaisi olla kokonaistuoton kohoaminen.

Luonnonnormaalin kuusikon kokonaispoistuma on ymmärrettävästi huomattavasti hoidetun metsikön vastaavaa tunnusta pienempi kaikissa ikävaiheissa. Niinpä OMT:n luonnonkuusikosta on 60. ikävuoteen mennessä poistunut kaikkiaan 16 %, 80-vuotiaasta 17 %, 100-vuotiaasta 20 % ja vihdoin 120-vuotiaasta 25 % metsikön elinaikanaan kasvamasta puumäärästä. Vastaavat MT:ä koskevat sadannekset ovat 17, 22, 28 ja 31.

672. Vuotuinen ja keskimääräinen poistuma

Jotta saataisiin selvyys kasvatushakkausten voimakkuudesta eri ikävaiheissa, on tarpeellista esittää myös sellaisen täysin teoreettisen tunnuksen kuin vuotuisen poistuman kehitys tarkasteltavana olevasta aineistosta. Käytännössähän poistuma ei ole hakkauksilla käsitellyissä metsiköissä vuotuinen, vaan jaksoittainen ilmiö. Aivan yhtä teoreettinen ei ole sitä vastoin keskimääräisen poistuman käsite, joka seuraavassa on niin ikään otettu käsittelyn alaiseksi. Nämä molemmat kuvaajat, jotka on esitetty graafisesti kuvassa 10, on määritetty metsikön kokonaispoistuman kehityskäyrän avulla. Vuotuisen poistuman lukuarvot sekä niiden suhde vuotuiseen kasvuun on lisäksi esitetty taulukossa 13.



Kuva 10. Puuston vuotuisen (1) ja keskimääräisen (2) kuutiopoistuman kehitys hoidetuissa kuusikoissa.

Figure 10. Development of the current annual (1) and mean annual (2) volume removal in managed spruce stands.

Vuotuisen poistuman kehityskäyrä seuraa aluksi verraten tarkoin vuotuisen kasvun kehityskäyrää (vrt. kuva 8, s. 64), nousee siis aluksi jyrkästi, saavuttaa kulminaation ja alkaa laskea. Tähän mennessä poistuma on vain noin puolet vastaavana aikana tapahtuneesta kasvusta, josta

Taulukko 13. Puuston vuotuinen kuutiopoistuma hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 13. Current annual volume removal of the managed spruce stands at certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*					
	20	40	60	80	100	120
	Poistuma kuoretta, k-m³/ha — *Removal excl. bark, cu.m., solid measure, per ha.*					
OMT	—	6.5	5.7	6.2	7.1	7.3
MT	—	4.0	4.9	5.7	6.0	6.2
	% vuotuisesta kasvusta — *Per cent of current annual growth*					
OMT	—	57	55	75	93	100
MT	—	47	53	75	90	100

toinen puoli jää siten kartuttamaan kasvavaa pääomaa. Kun puuston kuutiomäärä on täten »säästäen» saatu kohoamaan halutulle tasolle, alkavat harvennushakkaukset suhteessaan kasvuun kuitenkin voimistua. Niinpä 80-vuotiaasta metsiköstä poistetaan keskimäärin 75 % vastaavan ajan kasvusta, 100 vuoden iässä jo 93—90 % ja 120-vuotiaana vihdoin kasvua vastaava määrä kokonaisuudessaan. Vanhana kuusimetsikön kuutiomäärä ei siten enää pääse lisääntymään, vaan pikemminkin alkaa vähentyä, vaikkakaan viimeksi mainittu vaihe ei tule näkyviin tämän tutkimuksen aineistossa.

Keskimääräisen poistuman kehityskäyrä on sitä vastoin peräti sovinnainen, sillä siinä ei esiinny ääriarvopisteitä, vaan käyrä kohoaa tasaisesti iän lisääntyessä. Käyrän nousukulmasta voidaan päätellä, että se on 120-vuotiaassa metsikössä vielä verraten kaukana kulminaatiopisteestään; tällä kohdalla ei olekaan samaa mielenkiintoa metsikön kehitystä tarkasteltaessa kuin vastaavan kasvukäyrän ääriarvolla. Seuraavasta asetelmasta käyvät ilmi keskimääräisen poistuman arvot eräiden kiertoaikojen kuluessa.

Kiertoaika	60	80	100	120 v
OMT	3.65	4.16	4.67	5.10 k-m³/ha/v
MT	2.27	3.06	3.62	4.03 »

Lisäksi mainittakoon, että suurimman puumäärän kiertoajan kuluessa poistetaan OMT:ssä vuotta kohden keskimäärin 4.47 k-m³/ha ja MT:ssä 3.93 k-m³/ha eli 88 % edellisestä.

673. Poistuma 10-vuotiskausittain

Jotta poistumasta saataisiin vihdoin lähempänä käytäntöä oleva kuva, on seuraavassa esitetty vielä, minkälaisiksi hakkaukset muodostuisivat, jos ne toistuisivat 10 vuoden väliajoin (vrt. Lihtonen 1952, s. 17). Yhtä pitkän hakkausvälin soveltaminen toisaalta nopeasti kehittyvissä nuorissa ja toisaalta kasvussaan jo taantuvissa vanhoissa metsiköissä merkitsee tosin vielä sekin kaavamaista olettamusta, sillä nuorissa metsiköissä olisi puolta lyhyemmän hakkausvälin käyttö paremmin puolustettavissa. Kun sellainen toimenpide olisi kuitenkin omiaan monimutkaistamaan nyt esitettävää rakennelmaa sen myöhemmässä sovellutuksessa, on yksinkertaisuuden vuoksi oletettu, että ensimmäinen harvennus suoritetaan 25 vuoden iässä ja seuraavat 10 vuoden väliajoin.

Kussakin näin oletetussa harvennuksessa poistettava kuutiomäärä saatiin yksinkertaisesti siten, että laskettiin hakkausvuosia edeltäneiden 10-vuotiskausien kuvassa 10 esitetyt vuotuiset poistumat yhteen. Poisto-

Taulukko 14. Hoidettujen kuusikoiden poistuma 10-vuotiskausittain.

Table 14. Decennial removals in managed spruce stands.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*									
	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115
	Poistuma kuoretta, k-m³/ha — *Removal excl. bark, cu.m., solid measure, per ha.*									
OMT	8.5	43.5	65.5	71.3	56.9	56.0	63.4	66.7	70.7	72.8
MT	3.3	24.7	40.7	43.1	50.7	54.2	57.0	58.9	59.5	59.9
	% puuston kuutiomäärästä — *Per cent of the stand volume*									
OMT	17	37	37	31	21	19	19	20	20	21
MT	14	34	32	24	23	22	21	21	20	20

sadannes, ts. poistuman suhteellinen osuus ennen harvennusta esiintyneestä kuutiomäärästä, saatiin taas olettamalla, että kuvassa 9 esitetty kuorettoman kuutiomäärän lukuarvo edustaa hakkausta edeltäneen ja seuranneen kuutiomäärän keskiarvoa. Näin suoritettujen laskelmien tulokset on esitetty taulukossa 14.

Ensimmäisessä harvennuksessa, 25 vuoden iässä, on poistosadannekseksi saatu OMT:ssä 17 ja MT:ssä 14. On tosin huomattava, että mainitussa harvennuksessa poistetaan runsaasti rinnankorkeutta lyhyempää puustoa, jonka kuutiomäärä ei tule näkyviin esitetyissä sadannesluvuissa, mutta senkin huomioon ottaen poistosadanneksia on pidettävä pieninä. Toisaalta taas toista ja kolmatta harvennusta, 35- ja 45-vuotiaina, joissa tulisi poistaa OMT:ssä molemmilla kerroilla 37 % ja MT:ssä 34 ja 32 %, tuskin voidaan käytännössä suorittaa aivan näin voimakkaina lumenmurtojen yms. luonnonvaurioiden vaaran vuoksi. Vielä 55-vuotiaana OMT:n metsiköstä tulisi laskelmien mukaan poistaa 31 % kuutiomäärästä, mutta MT:ssä enää 24 %. Seuraavissa harvennuksissa on sitten molemmissa metsätyypeissä päästy tavanomaisiin harvennussadanneksiin, 19—23 %. Kolmessa viimeisessä harvennuksessa on poistosadannes ollut vaihdellen 20—21 molemmissa metsätyypeissä. Tarkastelu siis osoittaa, että hakkaukset muodostuvat suhteellisesti voimakkaimmiksi nuorissa metsiköissä, vaikka niissä poistetaan suhteellisesti pienin osa vuotuisen kasvun määrästä.

68. Puuston rakenne

Tähän mennessä on hoidettua kuusikkoa kuvattu yleensä kokonaisuutena kiinnittämättä huomiota puuston eri osien arvosuhteisiin. Täten menetellen metsikön kehitystä on voitu tarkastella lähinnä biologisena

tapahtumana, jonka tuntemus muodostaa pohjan myös metsänkasvatuksen liiketaloudellisesti järkevälle toteuttamiselle. Esitettyjen biologisten tosiasioiden lisäksi metsätalouden tuloksenlaskennassa ja metsänarvonlaskennassa on kuitenkin tunnettava vielä puuston rakenne.

Mainittuun rakenteelliseen kuvaukseen on vastaavanlaisissa tutkimuksissa pyritty yleensä runkoluku- ja kuutiomääräsarjojen avulla, jotka kieltämättä muodostavat oivallisen lähtökohdan puuston arvosuhteiden määrittämiselle. Kun kuitenkin tiettyä rinnankorkeusläpimittaa olevaan puuhun kytkeytyy myyntiarvoltaan huomattavasti toisistaan poikkeavia puutavaralajeja, pelkästään mainittuihin jakaantumissarjoihin perustuva rakenteen selvittely jää liiketaloudelliselta kannalta puolitiehen. Kun lisäksi varsinkin runkolukusarjojen tasoittaminen on runsaan vaihtelun johdosta verraten epävarmalla pohjalla (vrt. myös Nyyssönen 1954, s. 134), tässä tutkimuksessa on pidetty tarkoituksenmukaisempana luopua kyseisten jakaantumissarjojen esittämisestä ja kuvata puuston rakennetta rungon eri käyttömuotojen, puutavaralajien, avulla, joita voidaan suoranaisesti soveltaa myös liiketaloudellisissa laskelmissa.

Laskelmat perustuvat tutkimuksen kuluessa laadittuihin puutavaralajitaulukkoihin, joita on edellä selostettu (ss. 34—35).

681. Tukkipuulaskelmat

Tukkipuu on metsänomistajan näkökulmasta katsottuna yleensä metsänkasvatuksen päätavoite. Järeälle kuusipuulle voi tosin jo nykyisinkin vähäisessä määrin ja tietyillä alueilla löytyä tukkipuuta arvokkaampia käyttömuotoja, mutta koko maan eteläpuoliskon huomioon ottaen niillä ei liene sanottavaa liiketaloudellista merkitystä. Näin ollen voidaan ns. järeän puuston mahdolliset muut käyttömuodot tässä sivuuttaa.

Tukkipuu, nimenomaan kuusesta kysymyksen ollen ja silmällä pitäen rungon taloudellisesti edullisinta hyväksikäyttöä, on sekä ajallisesti että alueellisesti konjunktuurien mukaan vaihteleva käsite. On sen vuoksi vaikea tehtävä pyrkiä kiistattomasti todistamaan, mikä on se pienin dimensio, joka antaa tukkipuuna vielä paperipuuta korkeamman kantohinnan kuutioyksikköä kohden esim. keskimäärin Etelä-Suomessa, niin tärkeätä kuin sellainen selvitys tulevan tarkastelun kannalta olisikin. Vielä muutamia vuosia sitten pidettiin 7″:n latvaläpimittaa kuusitukin minimivaatimuksena (vrt. Ilvessalo 1947 a, s. 115). Nyttemmin on kuitenkin myös kuusitukin vaatimuksista tingitty, sillä esim. viime valtakunnan metsien arvioinnissa (Ilvessalo 1951 a, s. 37) on tukkipuurunkoina pidetty sellaisia puita, joista on todettu saatavan vähintään 18′ × 6″-tukki. Kun viimeksi mainittu tutkimus kuvastanee nykyisin vallitsevaa mielipidettä kyseisessä ongelmassa, on myös tässä tutkimuk-

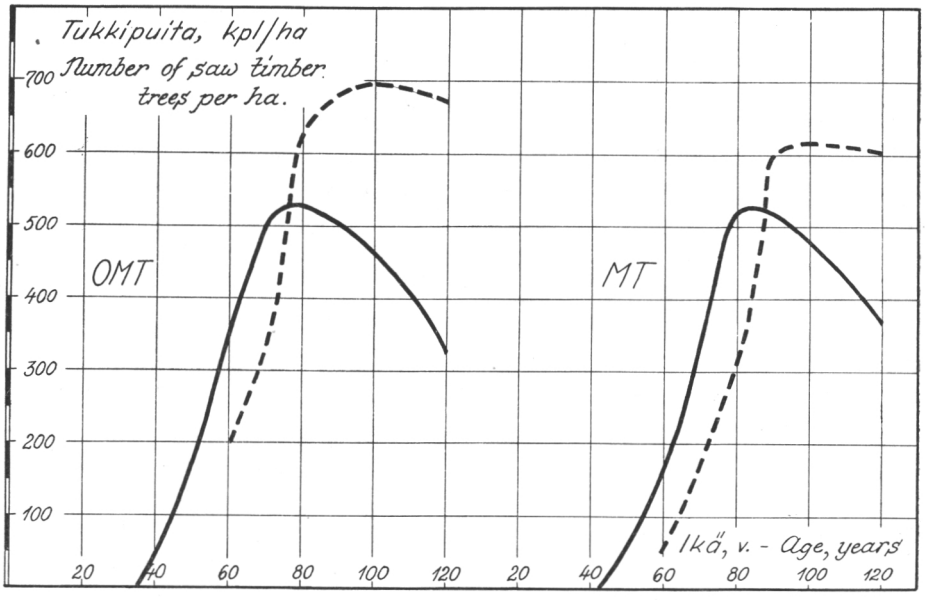
sessa noudatettu sen viitoittamia periaatteita. Jos näin menetellen on jouduttu puutavaralajien arvosuhteita arvostelemaan suuntaan tai toiseen väärin, syntynyt virhe lienee merkityksetön niiden muiden virhemahdollisuuksien rinnalla, joita puutavaralajien tarkasteluun kytkeytyy.

Ensisijainen virhelähde tukkipuurunkojen lukumäärää ja kuutiosisältöä määritettäessä kokemusperäisten taulukoiden avulla on se, ettei puustossa mahdollisesti esiintyviä vikaisuuksia voida ottaa huomioon. Näin ollen tukkipuumäärä tulee eräissä tapauksissa kenties merkittävästikin yliarvioiduksi, kun taas vastaavasti paperi- ja halkopuumäärät saadaan todellista pienemmiksi. Ennen kaikkea tämä epäkohta vaikeuttaa tässä tutkimuksessa suoritettavaa vertailua hoidetun ja luonnonnormaalin kuusikon välillä. Ensiksi mainitussa metsikkölajissa puusto on yleensä niin tervettä, ettei vikaisuuksista aiheudu merkittävää virhettä puutavaralajien runsaussuhteisiin; sitä vastoin jälkimmäisessä merkittävä osa tukkipuun mitat täyttävästä puustosta voi olla siinä määrin vioittunutta, että siitä saadaan vain paperipuuta, joskus pelkästään halkoa. Seuraavassa esitettävä vertailu hoidetun ja luonnontilaisen kuusikon välillä ei siten ole liikeopillisesti moitteeton, vaan ilmentää ainoastaan kyseisten metsikkölajien puustojen rakennetta ja järeyssuhteita. Loppujen lopuksi tämä voineekin olla kyseisen vertailun ainoa tavoite, sillä luonnontilaisen metsikön arvosteleminen liiketaloudellisilla perusteilla ei voi tehdä kohteelleen täyttä oikeutta. Seuraavassa onkin pääpaino hoidetun kuusimetsikön puutavarasuhteitten kuvaamisella, jossa vikaisuuksista aiheutuva virhemahdollisuus on pienin, vaikka sitä ei ole tällöinkään jätettävä huomiotta.

6811. Tukkipuurunkojen lukumäärä

Metsikön runkoluvun käsittelyn yhteydessä todettiin hajaantumisen olevan niin suuri (vrt. s. 46), ettei keskimääräisiä lukuja voitu esittää. Samalla selitettiin kyseisen vaihtelun johtuvan ohuimmista läpimittaluokista. Tämä olettamus saa tukea myös siitä seikasta, että järeimpien puuyksilöiden, tukkipuurunkojen, määrässä havaittava vaihtelu on osoittautunut olevan tähän mennessä tapahtuneessa käsittelyssä hoidetuille metsiköille tavanomaiseksi todettua suuruusluokkaa. Näin ollen on katsottu olevan perusteita myös tukkipuiden lukumäärän keskimääräisen kehityksen esittämiseen, joka on suoritettu kuvassa 11 ja taulukossa 15.

Ensimmäiset puut saavuttavat tukkipuun minimikoon OMT:n hoidetussa kuusikossa 35 vuoden ikäisinä ja MT:ssä 7 vuotta myöhemmin, siis verraten myöhään. Siirtyminen tukkipuuluokkaan tapahtuu tämän jälkeen erittäin ripeästi, minkä vuoksi tukkipuurunkojen lukumäärä hakkauksista huolimatta lisääntyy seuraavan 40 vuoden aikana nopeasti. OMT:ssä huippu saavutetaan n. 80 vuoden iässä, jolloin metsikössä on tukki-



Kuva 11. Tukkipuurunkojen lukumäärän kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva) ja luonnonnormaaleissa (katkoviiva) kuusikoissa.

Figure 11. Development of the number of saw timber trees in managed (solid curve) and naturally normal (broken curve) spruce stands.

puurunkoja keskimäärin 531 kpl/ha. MT:n huippu on jokseenkin yhtä korkealla, 525 kpl/ha, mikä kohta saavutetaan 85 vuoden iässä. Osittain tämän käännekohdan aiheuttavat hakkaukset, joissa tässä vaiheessa siirrytään ilmeisesti yhä enenevässä määrässä poistamaan myös järeätä puustoa, osittain taas se, että siirtymä paperipuuluokasta vähitellen iän mukana pienenee. Käyrän myöhemmästä suunnasta voidaan todeta varttuneiden hoidettujen metsiköiden hakkausten voimakkuus, sillä tukkipuurunkojen lukumäärä laskee suhteellisen jyrkästi. Niinpä 120-vuotiaassa OMT:n kuusikossa on enää 331 ja MT:n metsikössä 369 tukkipuurunkoa hehtaarilla.

Viimeksi mainitusta seikasta käy ilmi, että vanhimmissa MT:n kuusikoissa on enemmän tukkipuurunkoja kuin vastaavissa OMT:n metsiköissä suhteen oltua päinvastainen 80-vuotiaaksi asti. Tämä havainto ei kuitenkaan kuvasta eri metsätyyppien metsiköiden tukkipuumäärien suuruussuhteita, sillä puiden kokoerot eivät tule tarkastelussa näkyviin.

Edellä on toistuvasti jouduttu toteamaan luonnonnormaalin kuusikon hidas kehitys hoidettuun metsikköön verrattuna. Puuttumatta tässä yhteydessä enää tämän ilmiön syihin todetaan tukkipuurunkojen lukumäärää koskevan tarkastelun edelleen korostavan näiden metsikkölajien kehityksen erilaisuutta. Kun hoidetusta kuusikosta jo verraten nuoresta iästä alkaen poistetaan harvennuksissa myös tukkipuun mitat täyttäviä puu-

Taulukko 15. Tukkipuurunkojen lukumäärä hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

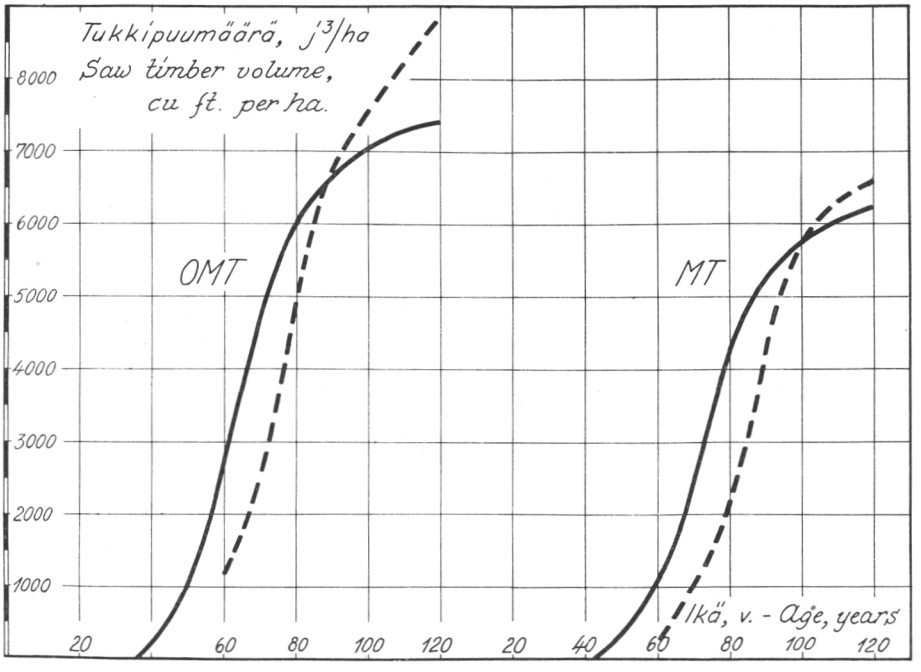
Table 15. Number of saw timber trees in managed spruce stands at certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*				
	40	60	80	100	120
	Tukkipuurunkoja kpl/ha — *Number of saw timber trees per ha.*				
OMT	46	342	531	465	331
MT	—	158	516	476	369
	% luonnonnormaalista metsiköstä — *Per cent of naturally normal stands*				
OMT		176	85	67	49
MT		298	161	78	61

yksilöitä, odottaisi luonnonmetsikössä tavattavan ainakin yhtä monta tukkipuurunkoa alusta alkaen. Kuitenkin osoittautuu, että vielä esim. 60-vuotiaissa metsiköissä hoidetun kuusikon tukkipuurunkojen lukumäärä on 76 % suurempi OMT:ssä ja kolminkertainen MT:ssä verrattuna luonnonmetsikön vastaavaan määrään. Vasta noin 75 vuoden iästä lähtien OMT:ssä ja runsaat kymmenen vuotta myöhemmin MT:ssä jälkimmäinen on suurempi kuin edellinen. Myöhemmin tukkipuurunkojen lukumäärä on sitten luonnonnormaaleissa metsiköissä selvästi suurempi kuin hoidetuissa kuusikoissa; niinpä 120-vuotiaana jälkimmäisessä on OMT:ssä 49 % ja MT:ssä 61 % edellisen tukkipuurungoista.

III:n valtakunnan metsien arvioinnin mukaan (Ilvessalo 1956, s. 101) Suomen eteläpuoliskon keski-ikäisissä metsiköissä (41—80 v) on keskimäärin 110 tukkipuurunkoa kasvullisen metsämaan hehtaaria kohden ja yli 80-vuotiaissa 121. Vaikka nämä luvut ovat ilmeisesti liian alhaisia kuusivaltaisille metsiköille niiden keskimääräistä parempien kasvupaikkojen johdosta, talouskuusikoittemme vajaatuottoisuus on nimenomaan näiden lukujen perusteella kouraantuntuva tosiasia. 60-vuotiaassa hoidetussa kuusikossa tulisi näet tämän tutkimuksen aineiston perusteella olla 342 tukkipuurunkoa hehtaaria kohden OMT:ssä ja MT:ssäkin 158; 100-vuotiaissa hoidetuissa kuusikoissa on taas molemmissa metsätyypeissä yli 450 tukkipuurunkoa hehtaarilla.

Suoritetun rinnastuksen puutteellisuuksista huolimatta (vrt. s. 72) vaikuttaa siltä, että voidaan suhtautua varsin suurin toivein Etelä-Suomen kuusimetsiköiden tuoton kaksinkertaistamiseen. Aiemmin näet todettiin (vrt. s. 72), että nykyisin kuusen hallussa Etelä-Suomessa olevien alueiden kasvun kaksinkertaistaminen on kenties teoriassa mahdollinen, mutta tuskin käytännössä saavutettava tavoite. Tuoton kaksinkertaistuminen ei sitä vas-



Kuva 12. Puuston tukkipuumäärän kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva) ja luonnonnormaaleissa (katkoviiva) kuusikoissa.

Figure 12. Development of the saw timber volume in managed (solid curve) and naturally normal (broken curve) spruce stands.

toin vaatisi ilmeisesti läheskään kaikkien kuusikoiden moitteetonta hoitoa, joten sen saavuttaminen on paremmin mahdollisuuksien rajoissa. Ehkä jo harsintahakkaukset lopettamalla päästäisiin verraten lyhyessä ajassa merkittäviin tuloksiin tukkipuuvarojen kartuttamisessa ja sitä tietä vähitellen myös vuotuisen tuoton lisäämisessä.

6812. Tukkipuumäärä

Tukkipuurunkojen kuutiomäärä ilmaistaan Suomessa tavallisesti teknillisinä kuutiojalkoina kuoretonta puuta käyttäen alenevaa luokitusta ja ottamalla huomioon ns. tasausvaran. Samalla perusteella on laadittu myös kuvassa 12 esitetyt käyrät ja taulukko 16, jotka havainnollistavat hoidetun ja luonnonnormaalin kuusimetsikön tukkipuumäärien kehitystä iän mukana. Luonnonnormaalien kuusikoiden tukkipuumäärää koskevat laskelmat on suoritettu kasvu- ja tuottotaulukoiden avulla olettaen, että puiden kapenemissuhteet ovat niissä keskimäärin samanlaiset kuin hoidettujen kuusikoiden vastaavankokoisissa puissa.

Tukkipuurunkojen lukumäärän todettiin kohoavan hoidetussa kuusikossa erittäin ripeästi. Rungot ovat kuitenkin aluksi niin pienikokoisia, että

Taulukko 16. Puuston tukkipuumäärä hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 16. Saw timber volume of the managed spruce stands at certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*				
	40	60	80	100	120
	Tukkipuuta, j³/ha — *Saw timber, cu. ft. per ha.*				
OMT	200	2 800	6 000	7 050	7 400
MT	—	1 000	4 200	5 750	6 250
	% luonnonnormaalista metsiköstä — *Per cent of naturally normal stands*				
OMT		233	120	93	84
MT		400	191	100	95

kuutiojalkamäärä hehtaaria kohden pysyttelee ensimmäiset 10 vuotta tukkipuuston muodostumisen alettua verraten vähäisenä. Kun kuitenkin siirtymä jatkuvasti kiihtyy ja kun siten myös kasvu yhä enemmän kohdistuu tukkipuustoon, tukkipuumäärä alkaa tämän jälkeen nopeasti lisääntyä siitä huolimatta, että harvennushakkauksissa jo pian tukkipuuston muodostumisen jälkeen myös sen määrää aika ajoin supistetaan. Päinvastoin kuin tukkipuurunkojen lukumäärä tukkipuumäärä lisääntyy hoidetussa metsikössä koko sen ajan, minkä tämä tutkimus käsittää, vaikkakin lisääntyminen hidastuu siitä ajankohdasta alkaen, jolloin tukkipuurunkojen lukumäärä alkaa laskea. Vanhimmissa tutkituissa metsiköissä on kuitenkin päästy jo lähelle kulminaatiopistettä, jos hakkauksien oletetaan jatkuvan yhtä voimakkaina.

OMT:n hoidetun kuusikon tukkipuuston kuutiomäärä on kaikissa ikävaiheissa suurempi kuin MT:n metsikön, siis myös varttuneella iällä, jolloin jälkimmäisessä todettiin olevan lukumäärältään enemmän tukkipuurunkoja kuin edellisessä. Mainittakoon esim., että 80 vuoden iässä MT:n tukkipuumäärä on 70 %, 100 vuoden iässä 82 % ja 120-vuotiaana 84 % vastaavasta OMT:n lukuarvosta. Nämä sadannekset ovat jonkin verran pienempiä kuin vastaavat kiintokuutiomäärän kehitystä koskevat luvut (vrt. s. 60), mikä osoittaa järeää puustoa esiintyvän OMT:ssä suhteellisesti runsaammin kuin MT:ssä.

Aiemmin on todettu (s. 87), että esitetyllä tavalla määritetty tukkipuumäärä antaa liioitellun kuvan luonnonnormaalista metsiköstä. Tästä huolimatta havaitaan, että luonnontilaisessa kuusikossa järeän puuston kuutiomäärä on suurimman osan metsikön ikää pienempi kuin hoidetussa metsikössä. Esim. 60-vuotiaan MT:n hoidetun metsikön tukkipuumäärä on saatu nelinkertaiseksi ja OMT:nkin runsaasti kaksinkertaiseksi vastaa-

vaan luonnonmetsikön kuutiomäärään verrattuna. Ero tosin tasoittuu iän mukana, sillä OMT:ssä n. 90-vuotiaina ja MT:ssä 100-vuotiaina molemmissa metsikkölajeissa tavataan keskimäärin yhtä runsaasti tukkipuuta. Myöhemmin luonnonkuusikon tukkipuumäärä on sitten suurempi kuin hoidetun metsikön, mutta erot eivät ole suhteellisesti suuria. 120 vuoden iässä on jälkimmäisessä nim. metsätyypin mukaan vaihdellen 84—95 % edellisen tukkipuumäärästä. Kun hoidetun metsikön kiintokuutiometrimäärä 120-vuotiaana on vain 63—64 % luonnontilaisen metsikön vastaavasta määrästä, nyt havaittu pieni ero merkitsee sitä, että kyseiset metsikkölajit poikkeavat rakenteellisesti huomattavasti toisistaan. Oikeastaan tällainen tulos on odotettavissakin, sillä lähinnä hakkausten johdosta järeän puuston osuuden täytyy olla hakkauksilla käsitellyissä metsissä suhteellisesti suurempi kuin luonnontilaisissa.

Jos tarkastellaan luonnontilaista metsikköä puhtaasti liiketieteelliseltä kannalta, päädytään siihen toteamukseen, että kuvassa 12 esitetty tukkipuumäärän kehityskäyrä esittää samalla kyseisen metsikkölajin tukkipuun kokonaistuotosta. On tosin ilman muuta selvää, että myös luonnonmetsiköstä poistuu itseharvenemisen tietä tukkipuun mitat täyttäviä puuyksilöitä, varttuneessa iässä jopa runsaastikin, mutta täten tuotettu runkopuu ei ole käyttökelpoista tukkipuuna, vaan enintään halkona. Viimeksi mainittu käyttömuotokin tulee kysymykseen ainoastaan siltä osalta luonnonpoistumaa, joka on tähän tarkoitukseen soveltuvassa tilassa sillä hetkellä, jolloin metsikkö otetaan taloustoiminnan piiriin ja hakataan paljaaksi, mikä on ainoa ajateltavissa oleva toimenpide nyt tapahtuvassa vertailussa.

Vaikka siis luonnonmetsikön biologisessa tarkastelussa voidaan ottaa huomioon kaikki runkopuuaines, samoin ei voida menetellä nyt käsillä olevassa vertailussa, joka on tavoitteiltaan lähinnä liiketaloudellinen. Kun otetaan huomioon ne virhemahdollisuudet, joita luonnonmetsikön tukkipuumäärän laskentaan liittyy, voidaan siis päätellä hoidetun metsikön tuottavan tavanomaisia kiertoaikoja käytettäessä käyttökelpoista tukkipuuta suunnilleen kasvatushakkauksissa poistettavan määrän verran enemmän kuin alikasvoksena syntynyt luonnonkuusikko. Kuinka suurista puutavaramääristä tällöin on kysymys, käy ilmi kuitenkin vasta poistuman rakenteen tarkastelussa. Voidaan kuitenkin jo aavistaa se taloudellisten arvojen menetys, joka aiheutuu kuusen taimistojen varhaisen hoidon ja yleensäkin kuusikon hoitotoimenpiteiden laiminlyönnistä.

6813. Tukkipuurunkojen keskikuutio

Aiemmasta käsittelystä ovat tavallaan käyneet ilmi myös eri metsätyyppien metsiköiden ja eri kuusikkolajien tukkipuurunkojen keskikuuti-

Taulukko 17. Tukkipuurunkojen keskikuutio hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 17. Mean volume of the saw timber trees in managed spruce stands at certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*				
	40	60	80	100	120
	Keskikuutio, j^3 — *Mean volume, cu. ft.*				
OMT	4.3	8.2	11.3	15.2	22.4
MT	—	6.3	8.1	12.1	16.9
	% luonnonnormaalista metsiköstä — *Per cent of naturally normal stands*				
OMT		139	141	139	170
MT		137	117	129	155

oiden väliset suhteet. Täsmällisempi kuva saadaan kuitenkin vasta taulukosta 17, jossa kyseiset keskikuutiot ovat esitettyinä.

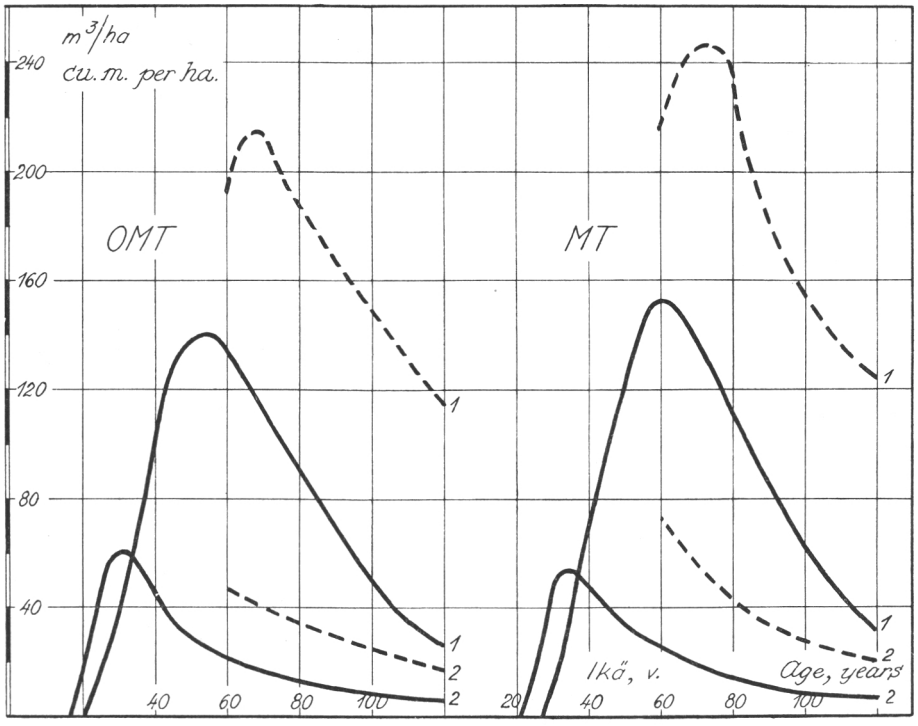
Luonnonnormaaleissa metsiköissä havaittiin esim. yli 100-vuotiaina tukkipuurunkojen lukumäärän olevan selvästi suurempi kuin vastaavissa hoidetuissa kuusikoissa; toisaalta taas tukkipuumäärä oli näissä metsikkölajeissa samassa ikävaiheessa jokseenkin yhtä suuri. Näin ollen siis luonnonmetsikön tukkipuurungot ovat keskimäärin pienempiä kuin hoidetun metsikön. Ero kyseisten metsikkölajien välillä onkin suurin juuri vanhoissa metsiköissä; 120-vuotiaana hoidetun kuusikon tukkipuurunkojen keskikuutio on OMT:ssä 170 % ja MT:ssä 155 % vastaavasta luonnonmetsikön lukuarvosta.

Luonnollinen suhde vallitsee myös eri metsätyyppien metsiköiden tukkirunkojen välillä, sillä OMT:ssä puut ovat keskimäärin kookkaampia kuin MT:ssä. Yli 80-vuotiaissa metsiköissä suhde MT/OMT on vaihdellen 72—80 %.

682. Paperipuumäärä

Metsikön puuston sisältämä paperipuumäärä koostuu paitsi tukkipuuksi kokonsa tai laatunsa puolesta kelpaamattomista puuyksilöistä tukkipuurunkojen latvaosista. Nuorten metsiköiden paperipuumäärä on kokonaisuudessaan edellistä lajia, kaikkein vanhimmissa taas pelkästään jälkimmäistä, suurimman osan metsikön ikää kuitenkin molempia.

Kuusimetsiköiden paperipuumäärän kehitys, edellyttäen että paperipuuksi katsotaan tukkipuuksi kelpaamaton rungonosa 8 cm:n kuorettomaan läpimittaan saakka, käy ilmi kuvasta 13 (käyrä 1) ja taulukosta 18,



Kuva 13. Puuston paperipuumäärän (1) ja halkopuumäärän (2) kehitys hoidetuissa (yhtenäinen viiva) ja luonnonnormaaleissa (katkoviiva) kuusikoissa.

Figure 13. Development of the pulpwood volume (1) and firewood volume (2) in managed (solid curve) and naturally normal (broken curve) spruce stands.

joissa esitetyt tiedot tarkoittavat 1 m:n kuoretonta paperipuuta pinokuutiometreinä hehtaaria kohden.

Kuvan 13 mukaan saavuttavat hoidetun metsikön ensimmäiset puut paperipuun minimivaatimuksen OMT:ssä keskimäärin 21-vuotiaina ja MT:ssä 27-vuotiaina. Sen jälkeen paperipuumäärä lisääntyy ripeästi parikymmentä vuotta, tasoittuu puuston alkaessa saavuttaa yhä enenevässä määrin tukkipuun mitat ja paperipuustoon kohdistuvien hakkausten voimistuessa, saavuttaa kulminaation, 140 p-m³/ha OMT:ssä 54-vuotiaana ja 152 p-m³/ha MT:ssä 60-vuotiaana, ja alkaa laskea jyrkästi. 120-vuotiaissa metsiköissä paperipuumäärä on supistunut jo varsin pieneksi, OMT:ssä 27 p-m³:iin ja MT:ssä 32 p-m³:iin hehtaarilla. Tällöin puusto koostuu kokonaisuudessaan tukkipuurungoista, joiden latvoista kyseiset määrät ovat saatavissa.

Noin 55-vuotiaaksi asti on OMT:n hoidetussa metsikössä myös enemmän paperipuuta kuin vastaavassa MT:n kuusikossa. Mainitusta iänkohdasta lähtien suhde kuitenkin kääntyy päinvastaiseksi. Tässä kuvastuvat jälleen OMT:n metsikön puuston edullisemmat järeyssuhteet.

Taulukko 18. Puuston paperipuumäärä hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 18. Pulpwood volume of the managed spruce stands at certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*				
	40	60	80	100	120
	Paperipuuta, p-m³/ha — *Pulpwood, cu. m., piled measure, per ha.*				
OMT	100	135	90	50	27
MT	70	152	112	64	32
	% luonnonnormaalista metsiköstä — *Per cent of naturally normal stands*				
OMT		70	48	33	23
MT		70	47	42	26

Luonnonnormaalin metsikön korkeasta kiintokuutiomäärästä ja alhaisesta tukkipuumäärästä on voitu jo päätellä kyseisen kuusikkolajin puuston olevan pienpuuvaltaisempaa kuin hoidetun metsikön puuston. Tämä käy havainnollisesti ilmi myös kuvasta 13, missä luonnonkuusikon paperipuumäärän kehitystä esittävä käyrä on sijoittunut huomattavasti hoidetun metsikön käyrän yläpuolelle. Vielä 60-vuotiaana jälkimmäisen paperipuumäärä on tosin 70 % edellisen vastaavasta määrästä, mutta iän mukana suhteellinen ero kasvaa, kunnes 120-vuotiaassa hoidetussa metsikössä tavataan enää 23—26 % luonnonmetsikön paperipuumäärästä. Tämä lieneekin kyseisten metsikkölajien suurin rakenteellinen ero. Toisaalta esitetty tulos on täysin ymmärrettävissä, sillä kasvatushakkaukset kohdistuvat alaharvennuksen periaatteiden mukaan pääpainollaan juuri paperipuumäärään, joka metsänhoidollisten näkökohtien lisäksi tarjoaa myös ensi sijassa mahdollisuudet kasvatushakkausten taloudelliseen toteuttamiseen verraten myöhäiseen ikään asti.

683. Halkopuumäärä

Tukeiksi ja paperipuuksi kelpaamattomalla rungon osalla on tässä tutkimuksessa katsottu olevan arvoa ainoastaan halkopuuna, jonka minimimittana on pidetty 4 cm:ä kuoren alta mitattuna; loppu on jäänyt hakkuutähteisiin. Esitettyihin pinokuutiometrilukuihin sisältyy kuitenkin myös kuori, sillä sen poisjättäminen tarkastelusta olisi merkinnyt käytännölle vierasta ratkaisua.

Halkopuumäärän kehitys, joka on esitetty kuvassa 13 (käyrä 2) ja taulukossa 19, seurailee jokseenkin tarkasti paperipuumäärän kehityksen graafista muotoa. Hoidetun metsikön halkopuumäärän kehitys alkaa

Taulukko 19. Puuston halkopuumäärä hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 19. Firewood volume of the managed spruce stands at certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*					
	20	40	60	80	100	120
	Halkopuuta, p-m³/ha — *Firewood, cu. m., piled measure, per ha.*					
OMT	16	46	21	13	8	5
MT	—	48	26	15	9	6
	% luonnonnormaalista metsiköstä — *Per cent of naturally normal stands*					
OMT			45	38	32	29
MT			36	36	33	30

OMT:ssä 17-vuotiaana ja MT:ssä 21-vuotiaana; sitten seuraa jyrkkä nousu, kulminaatio, jyrkähkö lasku ja lopulta miltei vaakasuora tasoitusviiva. Huippu saavutetaan OMT:ssä 30 vuoden ja MT:ssä 35 vuoden iässä, jolloin edellisessä on halkopuuta 60 p-m³/ha ja jälkimmäisessä 54 p-m³/ha. Yli 100-vuotiaissa metsiköissä vihdoin halkopuumäärä on alle 10 p-m³, joka kaiken lisäksi on latvoista saatavaa pienikokoista halkotavaraa, jolla on ilmeisesti arvoa vain kotitarvepuuna. Todennäköisesti tällainen halkotavara jää usein hakkuutähteisiin.

Halkopuumäärän kehityksessä kuvastuvat samat tekijät kuin paperipuumääränkin vastaavassa ilmiössä, nim. toisaalta kasvun ja siirtymän lisäävä ja toisaalta siirtymän ja hakkuupoistuman pienentävä vaikutus, joista iän eri kohdissa milloin mikin on käyrän suuntaa määräävä.

Eri metsätyyppien metsiköiden halkopuumäärät suhtautuvat toisiinsa jokseenkin samoin kuin vastaavat paperipuumäärät. Eroa on vain sikäli, että MT:n hoidetun metsikön halkopuumäärä ohittaa OMT:n vastaavan määrän jo 34-vuotiaana.

Hoidetun kuusikon halkopuumäärä on odotetusti vain noin kolmannes luonnonnormaalin metsikön vastaavasta määrästä sinä aikana, jolta vertailuja voidaan suorittaa. Tässä paljastuu myös kaikkein pienimpien käyttökelpoisten puiden runsaus luonnonmetsiköissä, missä ne hakkausten puutteessa ja hitaan itseharvenemisen vuoksi voivat pysyä hengissä varsin vanhaksi.

684. Poistopuuston jakaantuminen eri käyttömuotoihin

Jotta saataisiin käsitys hoidetun kuusimetsikön elinaikanaan tuottamien puutavaramäärien suuruudesta, on yllä esitetyn, metsikön puutavara-

määrien keskimääräistä kehitystä havainnollistavan tarkastelun lisäksi tutkittava kasvatushakkauksissa poistettujen puiden käyttömahdollisuuksia. Tällöin voidaan lähteä niistä aiemmin esitetyistä laskelmista, joiden tuloksena saatiin teoreettiset kuutiopoistuman arvot kiintokuutiometreinä 5:een päättyville ikävuosille (vrt. taul. 14, s. 85). Kysymys on vain siitä, millä perusteilla nämä kiintomitoin ilmaistut poistuman arvot voidaan luotettavasti muuntaa puutavaralajeiksi.

Tutkimusmetsiköissä kasvunmittausjakson aikana tapahtuneesta poistumasta on kenttätöiden perusteella ollut käytettävissä tietoja. Tosin näiden havaintojen perusteella ei ole pidetty mahdollisena suorittaa poistuman kiintokuutiomäärän tarkastelua, vaan se on perustettu yksinomaan laskennallisten suureiden varaan. Sitä vastoin poistopuuston rakenteen tarkasteluun kyseiset todelliset hakkaukset tarjonnevat luotettavimman käytettävissä olevan lähtökohdan. On sitä paitsi ollut havaittavissa, että vaikka hakkauksen voimakkuus vaihtelee tässä aineistossa verraten väljin rajoin, poistopuuston suhteellinen jakaantuminen läpimittaluokkiin on osoittautunut merkittävän kiinteäksi. Ehkä tähän ilmiöön on perimmäisenä syynä se, että myös kaikkein lievimmistä alaharvennuksista on saatava monipuolista puutavaraa ainakin kotikäyttöä, ellei myyntitarkoituksia varten, josta syystä poistuman läpimittajakaantuminen on niissäkin miltei yhtä avara kuin vahvoissa harvennuksissa.

Mainittuihin kantotutkimuksiin pohjautuvassa poistuman rakenteen selvittelyssä on sovellettu periaatteessa samanlaista, kumulatiivisiin sadanneksiin nojautuvaa graafista menetelmää, jonka avulla Ilvessalo (1937, ss. 49—51) on laskenut runkoluku- ja kuutiomääräsarjat Perä-Pohjolan luonnonnormaaleille metsiköille (vrt. myös Bruce 1926, s. 552). Kuitenkin ainoastaan poistuman kuutiomääräsarjat määritettiin tällä menetelmällä, kun sitä vastoin runkolukusarjat, joista puutavaralaskelmat voitiin suorittaa, saatiin kuutiomääräsarjoista keskimääräisten yksikkökuutiomäärien avulla.

Kun seuraavassa käydään esittämään poistuman puutavaralajeittaista jakaantumista koskevien laskelmien tuloksia, tehdään se tietoisena niistä suurista virhemahdollisuuksista, joita nimenomaan tähän tarkasteluun kytkeytyy. Voidaan ensiksikin todeta, että poistuma on epäsuorasti määritettynä suureena tullut metsikön kehityksen osatekijöistä epätarkimmin selvitetyksi; sen kehityksen kuvaus on ollut näet altis sekä mittaus- että laskentatöissä mahdollisesti sattuneiden virheiden yhteisvaikutukselle. Kun näihin virhemahdollisuuksiin lisätään esitettävän hakkuupoistuman kaavamaisuus, osittainen luonnonvastaisuuskin, sekä kannoista laskettavan poistuman rakenteen ominaisuus liioitella terveiden tukkipuiden määrää, on ymmärrettävää, että esitettävät tiedot ovat alustavia lukuja, jotka voivat myöhemmässä tutkimustyössä muuttua. Sellaisinakin ne saattavat olla

Taulukko 20. Hoidetun kuusikon 10-vuotiskausien poistumat puutavaralajeina.

Table 20. Decennial removals in timber units in managed spruce stands.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*									
	25	35	45	55	65	75	85	95	105	115
	Tukkipuuta, j³/ha — *Saw timber, cu. ft. per ha.*									
OMT	—	—	100	350	700	950	1 250	1 450	1 650	1 800
MT	—	—	—	125	350	700	900	1 100	1 250	1 350
	Paperipuuta, p-m³/ha — *Pulpwood, cu.m., piled measure, per ha.*									
OMT	—	9	58	63	38	23	17	12	10	7
MT	—	5	37	41	39	31	25	20	14	11
	Halkopuuta, p-m³/ha — *Firewood, cu.m., piled measure, per ha.*									
OMT	9	46	22	16	6	4	3	2	2	1
MT	3	30	17	7	5	4	3	3	2	1

kuitenkin käytännön metsätalouden kipeästi tarvitsemia, josta syystä ne on rohjettu asettaa seuraavassa tarkasteltaviksi.

Kuten taulukosta 20 käy ilmi, muodostuu ensimmäisestä harvennushakkauksesta, jos se suoritetaan 25-vuotiaana, liiketaloudellisesti kannattamaton toimenpide, jos sen merkitystä arvostellaan ainoastaan senkertaisen hakkuukertymän perusteella. Hakkauksessa saadaan nim. silloin vain mitätön määrä halkopuuta, mikäli sitäkään kannattaa korjata talteen. Tässä vaiheessa tapahtuva harvennus on siten puhtaasti hoitotoimenpide, jonka merkitys tulee näkyviin vasta puuston myöhemmässä muodostuksessa, jäljelle jääneen puuston tehostuneena ja liiketaloudellisesti parantuneena kehityksenä. Toimenpiteen välitön kannattavuus onkin käsite, joka olisi tässä vaiheessa täysin sivuutettava, sillä sen huomioon ottaminen voi vaarantaa metsälön liiketaloudellisesti parhaan tuloksen toteutumisen. Todettakoon kuitenkin, että eräissä tapauksissa voitaneen jo taimistossa suoritetussa harvennuksessa saavuttaa toimenpiteen välitön kannattavuus esim. maatilametsätaloudessa, jos näin kertyneelle pienpuulle voidaan löytää tässä mainitsemattomia käyttömuotoja maa- tai metsätalouden piirissä.

Vielä seuraava, 35-vuotiaana suoritettu harvennus aiheuttaa todennäköisesti enemmän kustannuksia kuin siitä saadaan rahatuloja, sillä hakkuupoistuma koostuu tällöinkin pääosaltaan halkopuusta, jota kertyy

laskelmien mukaan OMT:ssä 46 p-m³/ha ja MT:ssä 30 p-m³/ha. Niissäkin tapauksissa, joissa näin pienikokoiselle halkopuulle menekkiä esiintyy, myyntihinta voi nim. olla hakkuukustannuksia alhaisempi, josta aiheutuvan tappion ohessa myyntikelvottoman puuston osan kaataminen aiheuttaa kustannuksia. Teoreettisesti pitäisi kyseisessä harvennuksessa kertyä myös pieniä määriä paperipuuta, 9 p-m³/ha OMT:ssä ja 5 p-m³/ha MT:ssä, mutta käytännössä näin vähäistä määrää tuskin erotetaan halkopuusta, varsinkin kun se on vain paperipuun minimimitat täyttävää.

Mainittujen kahden halkopuuta tuottavan harvennuksen jälkeen seuraa kaksi harvennusta, joissa hakkuupoistuma koostuu pääosaltaan paperipuutavarasta, joskin muita puutavaralajeja saadaan pieniä määriä. Kun kuusipaperipuusta maksetaan suhteellisen korkea kantohinta, kyseiset harvennukset muodostuvat yleensä välittömiä hakkuutuloja tuottaviksi.

Hakkuukertymä on vielä 65-vuotiaassa metsikössäkin paperipuuvaltainen, mutta tukkipuuta saadaan myös verraten runsaasti. OMT:ssä paperipuuta kertyy suoritettujen laskelmien mukaan 38 p-m³/ha ja tukkipuuta 700 j³/ha; vastaavat MT:n lukuarvot ovat 39 p-m³ ja 350 j³. Halkopuuta kertyy tässä vaiheessa jo niin vähän, että se jäänee yleensä hakkuutähteisiin, ellei puuston poikkeuksellinen vikaisuus aiheuta muutoksia puutavaralajien jakaantumisessa, mitä ei tässä voida kuitenkaan ottaa huomioon. 85-vuotiaissa hoidetuissa kuusimetsiköissä paperipuunkin merkitys hakkuupoistuman osana on jo vähäinen, ja viimeisissä harvennuksissa hakkaus kohdistuu miltei yksinomaan tukkipuihin, joiden latvoista kertyy vielä pieniä määriä myös muita puutavaralajeja. Mainitut viimeiset harvennukset vaikuttavat taulukon 20 perusteella erittäin voimakkailta. Itse asiassa ne edellyttävät kuitenkin vain n. 20 %:n vähennystä tukkipuustoon, mikä hakkausvälin pituuden huomioon ottaen on varsin kohtuullinen ja käytännön mukainen määrä.

Luonnonnormaalin metsikön poistuma on kokonaisuudessaan kuollutta puuta, jonka käsitteleminen tässä yhteydessä olisi vain teoreettista numeroleikkiä. Sitä vastoin ansaitsee kiinnittää vielä huomiota siihen edellä esitettyyn päätelmään (s. 92), että hoidettu kuusimetsikkö tuottaa tavanomaisia kiertoaikoja sovellettaessa käyttökelpoista tukkipuuta suunnilleen harvennushakkauksissa poistettavan määrän verran enemmän kuin alikasvoksena syntynyt luonnonkuusikko. Minkälaisista taloudellisista arvoista tällöin on kysymys, käy ilmi seuraavasta asetelmasta, johon on laskettu harvennushakkauksissa saatavat tukkipuumäärät eräitä kiertoaikoja sovellettaessa.

Kiertoaika	70	80	90	100	110	120 v
OMT	1 150	2 100	3 350	4 800	6 450	8 250 j³/ha
MT	475	1 175	2 075	3 175	4 425	5 775 »

Vaikka luonnonmetsikön runsas paperipuumäärä osittain kompensoi tukkipuumäärän pienuuden, taimiston hoidon ja harvennushakkausten merkitys näkyy esitettyjen numeroiden valossa oikeissa mittasuhteissaan.

685. Kokonaistuotos

Hoidetun kuusikon puuston keskimääräistä kehitystä ja poistopuuston rakennetta puutavarayksiköissä koskevan tarkastelun pohjalla voidaan laskea myös metsikön eri ikävaiheisiin mennessä tuottamien puutavaralajien kokonaismäärät. Nämä tuotosluvut voidaan esittää ainoastaan iän täysille vuosikymmenille, koska niillä kohdilla laaditun rakennelman mukainen metsikön »todellinen» ja keskimääräinen kehitys leikkaavat toisensa. Hakkausten on näet oletettu tapahtuvan 5:een päättyvinä ikävuosina, joten niiden välisinä 0:aan päättyvinä ikävuosina täten pienentyneen puuston oletetaan saavuttavan varhemmin esitetyn keskimääräistason.

Taulukosta 21 havaitaan, että halkopuun kokonaistuotos pysyy suurimman osan metsikön ikää vakiona, sillä jo 40-vuotias metsikkö on saavuttanut lähes maksimaalisen arvon. Kiertoajasta riippumatta hoidettu kuusikko tuottaa siten suunnilleen yhtä paljon halkopuuta. Kun halkopuuta saadaan lähinnä kahdessa ensimmäisessä harvennuksessa, kuten edellä on esitetty, tämänlaatuinen tulos on ymmärrettävissä. Kun näet halkopuumäärä hakkausten ja siirtymän johdosta koostuu myöhemmissä metsikön kehitysvaiheissa yksinomaan latvoista ja kun erikokoisten puiden latvoista saadaan suurin piirtein yhtä paljon halkotavaraa, hakkauksissa poistettu halkopuumäärä merkitsee vain vastaavaa vähennystä säilyvään halkopuumäärään, ts. muuttumatonta kokonaistuotosta. OMT:ssä mainittu vakio on 116 p-m³/ha ja MT:ssä 81 p-m³/ha. Halkopuun tuotoksen osalta OMT:n suhdeluku on siten 143, jos MT:ä merkitään 100:lla.

Myöskin paperipuun kokonaistuotoksen havaitaan pysyttelevän jotakuinkin vakiona varttuneessa iässä. Niinpä 70—120 vuoden kiertoajoilla se on vaihdellen vain 264—281 p-m³/ha OMT:ssä ja 255—265 p-m³/ha MT:ssä. Merkille pantavaa on lisäksi, että molempien metsätyyppien metsiköille on saatu jotakuinkin yhtä suuri paperipuun kokonaistuotos; suhde OMT/MT on näet 80 vuoden kiertoajalla 106 % ja sen jälkeen 103—104 %. Kun myöskin halkopuun kokonaistuotoksessa havaitut erot ovat rahallisesti vähämerkityksisiä, olennaiset erot eri metsätyyppien metsiköiden ja eri kiertoaikojen tuottosuhteiden välillä esiintyvät siis tukkipuun tuotoksen kohdalla.

Tarkastelemalla nyt tutkittujen metsätyyppien metsiköiden tukkipuun kokonaistuotosten välisiä suhteita eri kiertoaikojen kuluessa voidaan siten olettaa saatavan jo varsin havainnollinen kuva

Taulukko 21. Puuston kokonaistuotos hoidetuissa kuusikoissa eräissä ikävaiheissa.

Table 21. Yield in timber of the managed spruce stands up to certain ages.

Metsätyyppi *Forest site type*	Puuston ikä, v — *Age of the stand, years*									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
	Tukkipuuta, j³/ha — *Saw timber, cu. ft. per ha.*									
OMT	—	200	1 200	3 250	5 900	8 100	10 000	11 850	13 750	15 650
MT	—	—	300	1 125	2 975	5 375	7 325	8 925	10 475	12 025
	Paperipuuta, p-m³/ha — *Pulpwood, cu.m., piled measure, per ha.*									
OMT	40	109	205	265	280	281	278	270	266	264
MT	6	75	162	235	260	265	264	262	258	255
	Halkopuuta, p-m³/ha — *Firewood, cu.m., piled measure, per ha.*									
OMT	70	101	106	114	116	116	116	116	116	116
MT	50	81	85	83	81	81	81	81	81	81

myös kyseisten metsätyyppien metsiköiden puuston kokonaistuotoissa havaittavista eroista. Jos merkitään MT:n hoidetun kuusikon tukkipuun kokonaistuotosta 100:lla, saadaan OMT:n metsikön suhdeluvuksi eräitä kiertoaikoja sovellettaessa seuraavan asetelman osoittamat luvut.

Kiertoaika	60	70	80	90	100	110	120 v
OMT/MT	289	198	151	137	133	131	130

OMT:n metsikkö tuottaa 60—70 vuoden kiertoaikoja sovellettaessa 2—3 kertaa niin paljon tukkipuuta kuin MT:n metsikkö. Mitä pitemmiksi kiertoajat muodostuvat, sitä pienemmäksi käy kuitenkin suhteellinen ero kyseisten metsätyyppien metsiköiden välillä. Niinpä yli 100 vuoden kiertoajoilla OMT:n metsiköiden suhdeluku on vain 133—130. Kun eri metsätyyppien metsiköissä on sovellettava eri pitkiä kiertoaikoja, nyt esitetyt luvut eivät anna kuitenkaan aivan täsmällistä kuvaa. Kun kiertoajat muodostuvat suurinta liiketaloudellista hyötyä tavoiteltaessa varsin pitkiksi (vrt. s. 78), lienee viimeisiä esitettyjä suhdelukuja, 133—130, pidettävä kuitenkin kuvaavimpina asetelmassa esitetyistä suhdeluvuista. Jos myös tukkipuun kokonaistuotoksen ajallinen jakaantuminen kiertoajan kuluessa ja järeyssuhteet sekä havaittu pieni ero paperipuun ja halkopuun kokonaistuotosten välillä eri metsätyypeissä voitaisiin ottaa huomioon jonkinlaisen korkotekijän avulla, tuloksena olisi kenties suhde

Taulukko 22. Kasvatushakkausten osuus eri puutavaralajien kokonaistuotoksista eräitä kiertoaikoja sovellettaessa.

Table 22. Proportion of intermediate cuttings to the yield in different timber products during certain rotations.

Metsätyyppi *Forest site type*	Kiertoaika, v — *Rotation, years*						
	60	70	80	90	100	110	120
	Kasvatushakkauksissa poistetaan % — *Removes in intermediate cuttings per cent of*						
	tukkipuun tuotoksesta — *yield in saw timber*						
OMT	14	19	26	34	41	47	53
MT	11	16	22	28	36	42	48
	paperipuun tuotoksesta — *yield in pulpwood*						
OMT	49	60	68	75	81	86	90
MT	35	47	58	67	76	82	87
	halkopuun tuotoksesta — *yield in firewood*						
OMT	82	85	89	91	93	95	96
MT	69	77	81	85	89	91	93

140 : 100, jonka Ilvessalo (1947 a, s. 133) on esittänyt kyseisten metsätyyppien arvosuhteeksi, tosin verraten lyhyitä kiertoaikoja soveltaen.

Kokonaispoistuman osuuden metsikön kokonaiskasvusta todettiin edellä (s. 80) kohoavan merkittäviin sadanneslukuihin pitkiä kiertoaikoja sovellettaessa. Nyt suoritettujen puutavaralaskelmien perusteella on mahdollista täydentää tällöin muodostunutta kuvaa tarkastelemalla, mikä osa puutavaralajien kokonaistuotoksista poistetaan kasvatushakkauksissa eri kiertoaikojen kuluessa. Laskelmien tulokset on esitetty taulukossa 22.

Taulukko osoittaa varsin luonnollista suuntaa alaharvennuksin käsitellyn metsikön poistuman jakaantumisessa. Saavuttaahan halkopuun kokonaispoistuma jo 60 vuoden kiertoajalla sellaiset sadannekset kuin 82 OMT:ssä ja 69 MT:ssä ja yli 100 vuoden kiertoajalla yli 90. Myöskin paperipuun kokonaistuotoksesta poistetaan kasvatushakkauksissa varsin huomattava osa, esim. vähintään 100 vuoden kiertoajalla yli 80 %. Mainittakoon tässä yhteydessä, että yli 100-vuotiaissa metsiköissä paperi- ja halkopuuta esiintyy vielä tukkipuiden latvaosissa, joten täyteen 100 %:een ei ole mahdollista päästä.

Lyhyitä kiertoaikoja sovellettaessa ehditään kasvatushakkauksissa sitä vastoin poistaa vain pieni osa tukkipuun kokonaistuotoksesta. Niinpä 60 vuoden kiertoajalla poistetaan harvennushakkauksissa metsätyypin

mukaan vaihdellen 11—14 % ja 80 vuoden kiertoajallakin vain 22—26 % kiertoajan kuluessa tuotetusta tukkipuumäärästä. Jos kiertoaika kestää kuitenkin yli 100 vuotta, mainittu sadannes kohoaa yleensä yli 40:n; 120 vuoden kiertoajalla se on jopa 48—53. Kun kiertoaikojen on todettu muodostuvan kuusimetsiköissä varsin pitkiksi, kiertoajan kuluessa kasvatushakkauksissa poistettavan tukkipuumäärän osuuden vastaavasta kokonaistuotoksesta tulisi siten olla yleensä 40—50 %. Tässä tulee jälleen selvästi ilmi kasvatushakkausten merkitys metsänkasvatuksen liiketaloudellisen tuloksen eräänä huomattavana tekijänä.

Jotta saataisiin toistaiseksi esiin tullutta havainnollisempi kuva kiertoajan kuluessa tuotettujen puutavaralajien runsaussuhteista, on vielä suoritettu laskelmia muuntamalla puutavaralajit kiintomitoiksi ja määrittämällä tällä pohjalla tukkipuun osuus metsikön kokonaiskasvusta. Tällöin on oletettu, että ohuen kuorettoman paperipuun pinotiheysluku on 0.7 ja että pinokuutiometri kuorellista halkopuuta vastaa 0.5 kiintokuutiometriä kuorettomana (vrt. Aro 1947, s. 160, 163). Hakkuutähteisiin jäävän latvan osuus otettiin huomioon Aron (1935, ss. 58—59) esittämien tulosten perusteella. Seuraava asetelma esittää täten suoritettujen laskelmien tuloksena tukkipuun osuuden metsikön kokonaiskasvusta eräitä kiertoaikoja sovellettaessa.

Kiertoaika	60	80	100	120 v
OMT	43	58	67	73 %
MT	33	52	63	70 %

Jos siis kuusimetsikköä hoidetaan alhaalta käsin suoritetuin harvennuksin, saadaan aina 40 %, yleensä yli puolet runkopuusta tukkipuun mitat täyttävänä. 100 vuoden kiertoaikaa sovellettaessa tukkipuun osuus tuotetun runkopuun kokonaismäärästä on n. 2/3 ja 120 vuoden kiertoajalla 70—73 % (vrt. myös Nyyssönen 1954, ss. 147—148). Pääosa metsikön tuottamasta runkopuusta tukkipuun ohella on paperipuuta, jonka suhde tuotetun halkopuun kiintokuutiomäärään on n. 3—4 : 1.

Tukkipuun kokonaistuotoksen perusteella on vihdoin mahdollisuus laskea myös keskimääräinen tukkipuun tuotos eri kiertoaikojen kuluessa. Tulokset on esitetty seuraavassa asetelmassa.

Kiertoaika	60	80	100	120 v
OMT	54	101	118	130 j³/ha/v
MT	19	67	89	100 »

Jos metsänkasvatuksen ainoa tarkoitus olisi mahdollisimman suuren tukkipuumäärän tuottaminen, kuten eräissä menekkioloissa on epäilemättä

järkevää, kiertoajat muodostuisivat erittäin pitkiksi, sillä 120 vuoden kiertoajallakaan ei suoritettujen laskelmien mukaan saavuteta vielä korkeinta mahdollista kiertoajan keskimääräistä tukkipuun tuotosta. Jos sitä vastoin muillekin puutavaralajeille esiintyy menekkiä, kiertoajan ei tarvitse olla aivan näin pitkä. On näet muistettava, että paperi- ja halkopuun kokonaistuotokset saavuttavat maksimin jo varsin varhaisessa iänkohdassa (vrt. s. 101).

Tässä tutkimuksessa ei ole kuitenkaan tarkoituksena selvittää kuusimetsikön kasvattamisen liiketaloudellista puolta, vaikka toistuvasti on tilaisuuden tullen siihenkin viitattu, vaan laskelmat on rajoitettu pelkästään kuutioyksikköihin. Näin menetellen voidaan metsikköä käsitellä irrallisena muusta metsälöyhteydestä, mikä rahamääräisissä laskelmissa ei ole enää täysin oikeutettua sen sidonnaisuuden vuoksi, joka kytkee metsiköt metsälön taloustoiminnan osatekijöiksi vailla itsenäistä tuoton tavoitetta. Sitä paitsi on muistettava, että puuaineen ja puutavaralajien tuotto eivät ole metsikön ja metsälön ainoita käyttömuotoja. Onhan esim. metsälaiduntaminen ollut Suomessa varsin yleistä, vaikka nykyisin siitä pyritään vapautumaan. Sitä paitsi tulevaisuudessa metsien merkitys esim. sosiaalisessa, usein vaikeasti rahana arvioitavassa mielessä voi muodostua huomattavaksi (vrt. Productive functions... 1954).

7. Tutkimustulosten yhdistelmä

Kokonaiskäsityksen muodostamiseksi edellä esitetyistä päätelmistä suoritetaan seuraavassa vielä saavutettujen tulosten yhdistely. Tällöin keskitytään vain päätulosten esittämiseen tavoittelematta kuitenkaan tiettyä tärkeysjärjestystä.

Jos kuusimetsikköä hoidetaan säännöllisesti alhaalta käsin suoritetuin harvennushakkauksin, voidaan kyseisissä kasvatustoimenpiteissä poistaa yli 50 % metsikön kiertoajan kuluessa tuottamasta runkopuumäärästä. Jos kiertoaika kestää yli 100 vuotta, kasvatushakkausten osuus kokonaiskasvusta kohoaa kuitenkin yli 60 %:n. Tosin poistuvan puuston arvo ei ole läheskään näin merkittävä, sillä kasvatushakkauksissa poistetaan miltei kokonaan kiertoajan kuluessa tuotettu halkopuumäärä ja suurin osa paperipuun kokonaistuotoksesta, kun sitä vastoin esim. 60 vuoden kiertoajalla tukkipuun kokonaistuotoksesta lankeaa kasvatushakkausten osalle vain 11—14 %, yli 100 vuoden kiertoajoilla kuitenkin yleensä yli 40 %. Kaiken kaikkiaan kasvatushakkauksilla on varsin huomattava osuus myös metsänkasvatuksen liiketaloudellisen tuloksen muodostumisessa.

Lyhyitäkin kiertoaikoja sovellettaessa tukkipuun osuus metsikön puuston kokonaiskasvusta on alaharvennetussa kuusimetsikössä yli 40 %, yli 100 vuoden kiertoajalla kuitenkin vähintään n. 2/3. Tukkipuun tuottaminen on siten myös kuutiomäärän perusteella arvosteltuna metsänkasvatuksen päätavoite.

Kiertoajat muodostuvat hoidetuissa kuusimetsiköissä pitkiksi. Niinpä suurimman puumäärän kiertoaika, jota on pidettävä minimikiertoaikana, on käenkaali-mustikkatyypissä 92 ja mustikkatyypissä 115 vuotta. Mainittakoon kuitenkin, että sallimalla n. 2 %:n tappio suurimmasta mahdollisesta puumäärästä kiertoaika voidaan lyhentää edellisessä 70 vuodeksi ja jälkimmäisessä 90 vuodeksi. Vielä 120 vuoden kiertoajallakaan ei saavuteta parasta mahdollista kiertoajan keskimääräistä tukkipuun tuotosta.

Viljelykuusikoiden ja luontaisesti syntyneiden hoidettujen kuusikoiden vertailusta on päädytty ennen muuta siihen päätelmään, ettei kuusen viljelyä ole aiheellista käyttää Suomen oloissa silloin, kun luontaiseen

uudistamiseen ovat mahdollisuudet olemassa. Hoidetun metsikön on näet todettu kasvavan runkopuuta lähes yhtä paljon kuin viljelykuusikko. Kun otetaan lisäksi huomioon viljelymetsikön perustamiskustannukset ja luontaisessa uudistamisessa tarpeellisen suojuspuuston tuotto, lienee myöskin liiketaloudelliselta kannalta kannattavaa keskittää metsänviljelytoiminta alueille, joilla luontainen uudistaminen vie suhteettoman kauan tai joilla se riittämättömän siemenpuuston tai tämän heikon teknillisen laadun vuoksi on muuten mahdoton toteutettavaksi.

Mustikkatyypin kuusikon on todettu kasvavan ainakin yhtä paljon runkopuuta kuin vastaava männikkö. Tästä voidaan edelleen päätellä aikaisempiin kotimaisiin tutkimuksiin nojautuen, että mustikkatyyppiä paremmissa metsätyypeissä kuusi on todennäköisesti kasvuisin puulajimme, kun taas sitä huonommissa mänty on kasvukyvyltään ylivoimainen muihin puulajeihin verrattuna.

Luonnonnormaalin ja hoidetun kuusikon kehitykset poikkeavat monin tavoin toisistaan. Niinpä on havaittu hoidetun metsikön kiintokuutiomäärän olevan esim. 120-vuotiaana vain 2/3 vastaavasta luonnonmetsikön määrästä, mutta sitä vastoin järeän puuston määrien olevan jokseenkin samaa suuruusluokkaa. Vastaavasti on pienpuustoa todettu esiintyvän samassa ikävaiheessa luonnonmetsikössä merkittävässä määrin, kun hoidetun metsikön kuutiomäärästä sen hallussa on vain mitätön suhteellinen osuus. Nämä erot ovat tietenkin osaksi suoranaisia seurauksia hakkauksista, joilla puuston rakennetta pyritään säätelemään hoidetuissa metsiköissä liiketaloudellisesti mahdollisimman edulliseen suuntaan. Havaitussa erossa on kuitenkin merkittävä osuutensa luonnonmetsikön suoranaisella »vajaatuottoisuudella», joka aiheutuu taimistoiässä kärsitystä alikasvosvaiheesta sekä osittain tästä ja luontaisesta sitkeähenkisyydestä johtuvasta heikosta itseharvenemiskyvystä. Viimeksi mainittuun päätelmään on antanut aihetta kyseisten kuusikkolajien kokonaiskasvujen vertailu, jossa hoidettu metsikkö on osoittanut merkittävää paremmuutta. Hoidetun metsikön on todettu lisäksi tuottavan tukkipuuta suunnilleen kasvatushakkauksissa poistettavan määrän verran enemmän kuin luonnonnormaali kuusikko.

Hoidetun kuusikon kasvun ja tukkipuurunkojen lukumäärän tarkastelu on tuonut jälleen kouraantuntuvalla tavalla ilmi nykymetsiemme vajaatuottoisuuden. Tämän tutkimuksen ja valtakunnan metsien arviointien tulosten vertailusta voidaan näet päätellä, että nykyisin kuusen hallussa Etelä-Suomessa olevien alueiden puuston kasvun kaksinkertaistaminen on kenties teoreettisesti mahdollinen huomioon ottaen kuivanpuoleisten kankaiden kuusikoiden saattaminen männyn haltuun, joskaan mainittua kasvutavoitetta ei ole pidettävä käytännössä mahdollisena.

Kirjallisuusluettelo

Aaltonen, V. T. 1925. Über den Aziditätsgrad (pH) des Waldbodens. Referaatti: Metsämaan happamuusasteesta (pH). — MTJ 9.

—»— 1926. Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. Summary: The decomposition of nitrogenous compounds in woodland soils. — MTJ 10.

—»— 1932. Über den Einfluss der Holzart auf den Boden. Summary: The effect of different species of tree on the soil. — MTJ 17.

—»— 1936. Kuusi männyn kilpailijana kasvupaikasta. Referat: Die Fichte als Konkurrentin der Kiefer um den Standort. — AFF 42.

—»— 1937. Über die bodenkundliche Bonitierung der Waldstandorte. I. Selostus: Metsäkasvupaikkojen bonitoinnista maan ominaisuuksien perusteella. I. — MTJ 25.

—»— 1951. De finska skogstyperna i markforskningens ljus. — SST.

Aro, Paavo. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. Referat: Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste. — MTJ 20.

—»— 1947. Pinopuutavarat. — Tapion taskukirja. Yhdestoista painos. Helsinki.

Assmann, E. 1954. Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung bayerischer Fichten-Durchforstungsreihen. — Forstwiss. Centralbl.

Barth, Agnar. 1929. Skjermforyngelsen i produksjonsøkonomisk belysning. — AFF 34.

Belyea, Harold C. 1947. Forest measurement. Third printing. New York.

Berger, Thorgeir. 1954. Skjøtsel av naturlig foryngelse i barskog. — Tidsskr. f. Skogbr.

Bitterlich, W. 1948. Die Winkelzählprobe. — Allg. Forst- u. Holzwirtsch. Ztg.

*Bornebusch, C. H. 1933. Et Udhugningsforsøg i Rødgran. Referat: Ein Durchforstungsversuch in Fichte. — Det Forstl. Forsøgsv. i Danmark 13.

—»— 1933 a. Om Udhugningsforsøgene i Hastrup. — DST 18.

Braathe, Peder. 1949. Kan tynning i granskog øke masseproduksjonen? — Tidsskr. f. Skogbr.

Brantseg, Alf. 1951. Kubikk- og produksjonsundersøkelser i vest-norske granplantninger. Summary: Investigations on volume and yield in spruce plantations in West Norway. — Medd. f. Vestl. Forstl. Forsøksst. 28.

Brenner, Widar. 1922. Några ord om bonitering av skogsmark på grund av vegetationen. — MA.

Bruce, Donald. 1926. A method of preparing timber-yield tables. — Jour. Agr. Res. 32.

Bruce, Donald and Schumacher, Francis X. 1950. Forest mensuration. Third edition. New York—Toronto—London.

v. Buch, M. W. 1956. Katso M. Haardt ja M. W. v. Buch 1956.

Cajander, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. — AFF 1.

—»— 1925. Metsätyyppiteoria. — AFF 29.

—»— 1926. The theory of forest types. — AFF 29.

—»— 1930. Wesen und Bedeutung der Waldtypen. — SF 15.

—»— 1949. Metsätyypit ja niiden merkitys. Forest types and their significance. — AFF 56.

Cajander, Erkki K. 1932. Tietoja metsänviljelystoiminnasta Suomessa 1923—1930. Referat: Über die Forstkulturtätigkeit in Suomi (Finnland) 1923—1930. — SF 22.

—»— 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. — MTJ 19.

—»— 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzenbestände nach der Befreiung. — MTJ 19.

Carbonnier, Charles. 1954. Några exempel på produktionen i planterad granskog i södra Sverige. Summary: Yield studies in planted spruce stands in Southern Sweden. — MSS 44.

Christie, J. 1953. Katso F. C. Hummel ja J. Christie 1953.

Cochran, William G. and Cox, Gertrude M. 1950. Experimental designs. New York—London.

Cox, Gertrude M. 1950. Katso William G. Cochran ja Gertrude M. Cox 1950.

Davis, Kenneth P. 1954. American forest management. New York—Toronto—London.

Duncan, Acheson J. 1945. Katso James G. Smith ja Acheson J. Duncan 1945.

Eide, Erling og Langsaeter, A. 1941. Produksjonsundersøkelser i granskog. Produktionsuntersuchungen von Fichtenwald. — MNS 7.

Eklund, Bo. 1952. Fortsatta studier över ett gallringsförsök i stavagranskog. Summary: Further studies relating to thinning experiments in a spruce pole thicket. — MSS 41.

—»— 1954. An der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens angewandte Methoden der Zuwachsermittlung. — 11ième Congrés Rome 1953. Comptes Rendus. Firenze.

Finney, D. J. 1948. Volume estimation of standing timber by sampling. — Forestry 21.

Flury, Ph. 1903. Einfluss verschiedener Durchforstungsgrade auf Zuwachs und Form der Fichte und Buche. — Mitt. d. Schw. Centralanst. f. d. Forstl. Versuchsw. 7.

Gehrhardt, E. 1930. Ertragstafeln für reine und gleichartige Hochwaldbestände von Eiche, Buche, Tanne, Fichte, Kiefer, grüner Douglasie und Lärche. Zweite Auflage. Berlin.

Haardt, M. und v. Buch, M. W. 1956. Die Standortskartierung im forstlichen Betrieb. Bedeutung und Zweck sowie Durchführung einer Standortskartierung. With Summary in English. — SST.

Hagberg, Nils. 1938. Taxatoriska analyser av de mellansvenska blandskogarna. — SST.

Heikinheimo, Olli. 1920. Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. Referat: Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln. — MTJ 2.

—»— 1938. Harvennushakkauksista. Referat: Die Durchforstungen. — SF 46.

Helander, A. Benj. 1929. Pekkalan kartanon metsätalous. Referat: Die Waldwirtschaft des Herrengutes Pekkala. — AFF 34.

Hertz, Martti. 1930. Kuusi ja sen merkitys maamme metsätaloudessa. Helsinki.

Hesselman, Henrik. 1914. Våra skogars markvegetation och dess samband med markboniteten. — SST.

Hildén, N. A. 1926. Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla Pohjois-Karjalasta kootun aineiston nojalla. Referat: Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln basiert auf Material aus Nord-Karjala. — AFF 32.

Hiley, W. E. and Lehtpere, R. 1955. Thinning grades based on the thickness of annual rings. — Forestry 28.

Holmsgaard, Erik. 1947. Katso Carl Mar: Møller ja Erik Holmsgaard 1947.

Hummel, F. C. 1948. The Bowmont Norway spruce sample plots. — Forestry 21.

Hummel, F. C. and Christie, J. 1953. Revised yield tables for conifers in Great Britain. — For. Comm. For. rec. 24.

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

Ilvessalo, Yrjö. 1920. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend. — AFF 15.

—»— 1920 a. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland. — AFF 15.

—»— 1922. Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. — AFF 20.

—»— 1923. Ein Beitrag zur Frage der Korrelation zwischen den Eigenschaften des Bodens und dem Zuwachs des Waldbestandes. — AFF 25.

—»— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. Summary: The forests of Suomi (Finland). Results of the General Survey of the Forests of the Country carried out during the years 1921—1924. — MTJ 11.

—»— 1929. Katso Eino Saari ja Yrjö Ilvessalo 1929.

—»— 1931. Mihin suuntaan metsävaramme ovat kehittymässä. — Suomen Metsänhoitoyhd. vuosik. I.

—»— 1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). Selostus: Pysyvien koealojen perustaminen ja mittaus Suomessa. — MTJ 17.

—»— 1933. Metsätyyppien esiintyminen eri maalajeilla. Summary: Occurrence of forest types on the different soils. — MTJ 18.

—»— 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). — MTJ 22.

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

—»— 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Referat: Die Waldvorräte und der Zustand der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. Summary: The forest resources and the condition of the forests of Finland. The Second National Forest Survey. — MTJ 30.

—»— 1945. Puiden kasvun vaihtelu ja sen merkitys kasvututkimuksissa. — MA.

—»— 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. — MTJ 34.

—»— 1947 a. Metsän arvioiminen. — Tapion taskukirja. Yhdestoista painos. Helsinki.

—»— 1948. Nyky-Suomen metsät. Valtakunnan metsien arviointeihin perustuva kuvaus. — MTJ 35.

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

—»— 1948 b. Yksityismetsiemme heikkoudet ja niiden korjaaminen. Helsinki.

—»— 1949. The forests of present-day Finland. A description based on the National Forest Surveys. — MTJ 35.

—»— 1951. Metsikkölajien esiintyminen Suomen metsissä. Summary: Occurrence of the different kinds of wood stands in the Finnish forests. — MTJ 39.

—»— 1951 a. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Summary: Third National Forest Survey of Finland. Plan and instructions for field work. — MTJ 39.

—»— 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — MTJ 40.

—»— 1954. Growth and yield and forest management. — 11ième Congrés Rome 1953. Comptes Rendus. Firenze.

—»— 1954 a. Some figures on the relationship between the present and the possible growth in Finnish forests. — 11ième Congrés Rome 1953. Comptes Rendus. Firenze.

—»— 1954 b. Some efforts at the rapid determination of growth in Finnish forests. — 11ième Congrés Rome 1953. Comptes Rendus. Firenze.

—»— 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland and their development from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three National Forest Inventories. — MTJ 47.

Jagd, Thöger. 1954. The »active» method of thinning. — State Univ. New York. World For. Series Bul. 1.

Jonson, Tor. 1928. Några nya metoder för beräkning av stamvolym och tillväxt hos stående träd. Summary: Some new methods for calculating volume and increment of standing timber. — SST.

—»— 1929. Massatabeller för träduppskattning. Femte upplagan. Stockholm.

Julkilausuma. 1948. — MA.

Kalela, Erkki K. 1932. Katso Cajander, Erkki K. 1932.

—»— 1933. Katso Cajander, Erkki K. 1933.

—»— 1934. Katso Cajander, Erkki K. 1934.

—»— 1936. Tutkimuksia Itä-Suomen kuusi-harmaaleppä-sekametsiköiden kehityksestä. Referat: Untersuchungen über die Entwicklung der Fichten-Weisserlen-Mischbestände in Ostfinnland. — AFF 44.

Kalela, Erkki K. 1936 a. Die Zuwachsverhältnisse der Kulturfichtenbestände verglichen mit den der Naturbestände der Fichte. — II-e Congrés International de Sylviculture. Actes III. Budapest.

—»— 1939. Mänty- ja kuusivaltapuiden kasvusta talvikkityypillä. Referat: Über den Zuwachs der herrschenden Kiefern und Fichten auf Pyrolatyp. — MTJ 27.

—»— 1945. Suomen metsien puulajidynamiikkaa. Referat: Holzartendynamik in den finnischen Wäldern. — Terra.

—»— 1945 a. Metsät ja metsien hoito. Porvoo—Helsinki.

—»— 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. — SF 64.

—»— 1949. Ecological character of tree species and its relation to silviculture. Selostus: Ekologiset puulajiryhmät ja metsänhoito. — AFF 57.

—»— 1951. Metsänhoidon taustaa ja tekniikkaa. Helsinki.

—»— 1952. Metsiemme kuusettumisesta erään esimerkin valossa. Referat: Die Verfichtung der Wälder Finnlands im Lichte eines Beispiels. — MTJ 40.

—»— 1954. Rätt skogsskötsel baserar sig på naturens egna lagar. — Skogsbruket.

Keltikangas, Valter. 1952. Näkökohtia kasvunlaskennasta sekä runkomuodon muuttumisen huomioon ottamisesta kasvunlaskennassa. Summary: Some aspects of tree growth calculation, with special attention on changes in tree from. — MA.

Kendall, M. G. 1950. Katso G. Udny Yule ja M. G. Kendall 1950.

Kolmodin, G. 1923. Tillväxtundersökningar in norra Dalarne. — SST.

Kuusela, Kullervo. 1952. Mahdollisuus erotusmenetelmän käyttämiseksi kasvunlaskennassa. Summary: The possible use of the differential method in growth calculation. — MA.

—»— 1953. Zur Theorie der forstlichen Zuwachsberechnung auf Grund der periodischen Messung. — AFF 60.

Laitakari, Erkki. 1935. Tutkimuksia metsikön ja kasvupaikan vaikutuksesta kuusen rungon kelpoisuuteen. Edeltävä tiedonanto. Referat: Untersuchungen über die Einwirkung des Bestandes und Standortes auf die Qualität des Fichtenstammes. Vorläufige Mitteilung. — AFF 41.

—»— 1937. Laatupuun kasvattamisesta. Referat: Über die Erziehung von Qualitätsholz. — SF 39.

—»— 1938. Eräitä metsän uudistamisessa huomioon otettavia näkökohtia. Referat: Einige Gesichtspunkte betreffend die Verjüngung der Wälder. — SF 46.

Langsaeter, A. 1941. Katso Erling Eide ja A. Langsaeter 1941.

Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke, basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). Selostus: Tutkimuksia tasaikäisen mäntykoivu-sekametsikön kehityksestä Suomen eteläpuoliskosta kootun aineiston perusteella. — MTJ 15.

Lehtpere, R. 1955. Katso W. E. Hiley ja R. Lehtpere 1955.

Lihtonen, V. 1943. Tutkimuksia metsän puuston muodostumisesta. Tuottohakkauslaskelma. Referat: Untersuchungen über die Bildung des Holzvorrates des Waldes. Ertragshiebsberechnung. — AFF 51.

—»— 1952. Metsiemme tulevan kehityksen ääriviivoja. Tutkimusmenetelmän esittely. Summary: On the future development of Finnish forests. On research methods. — MTJ 40.

Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. — AFF 30.

Lönnroth, Erik. 1929. Theoretisches über den Volumzuwachs und -abgang des Waldbestandes. — AFF 34.

Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. — Maataloust. aikakausk. 21.

Meyer, H. Arthur. 1937. Katso Francis X Schumacher ja H. Arthur Meyer 1937.

—»— 1942. Methods of forest growth determination. — Penn. State Coll. School Agr. Bul. 435.

—»— 1953. Forest mensuration. Pennsylvania.

Miettinen, Leevi. 1930. Harvennusasteikoista ja niiden soveltamisesta. Referat: Über Durchforstungsskalen und ihre Anwendung. — MTJ 16.

—»— 1932. Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der Weisserlenbestände. — MTJ 18.

Mikola, Peitsa. 1950. Puiden kasvun vaihteluista ja niiden merkityksestä kasvututkimuksissa. Summary: On variations in tree growth and their significance to growth studies. — MTJ 38.

—»— 1951. Puun kasvun luonnollinen kehitys. Summary: The natural course of tree growth. — MA.

—»— 1952. The effect of recent climatic variations on forest growth in Finland. — Fennia 75.

Møller, Carl Mar: 1933. Resultatet af Udhugningsforsøgene i Hastrup. — DST 18.

—»— 1933 a. Boniteringstabeller og bonitetsvise Tilvaekstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark. — DST 18.

—»— 1954. The influence of thinning on volume increment. — State Univ. New York. World For. Series Bul. 1.

Møller, Carl Mar: og Holmsgaard, Erik. 1947. Staerk Hugst, svag Hugst og Hugst fra Toppen. Et Forsøg i Rødgran. Summary: Crown thinning, low thinning and selection thinning. An experiment in Norway spruce. — DST 32.

Møller, Carl Mar: og Nielsen, Jørgen. 1953. Afprøvning af de bonitetsvise Tilvaekstoversigter af 1933 for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark. Summary: Testing of the Danish yield tables of 1933 for beech, oak and Norway spruce. — DST 38.

Nielsen, Jørgen. 1953. Katso Carl Mar: Møller ja Jørgen Nielsen 1953.

Nyyssönen, Aarne. 1951. Havaintoja metsikön kasvun arvioimistavoista. Summary: Observations on the methods of estimating the growth of a stand. — MA.

—»— 1952. Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamänniköissä. Summary: On tree growth and its ascertainment in selectively cut Scots pine stands. — MTJ 40.

—»— 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — AFF 60.

—»— 1954 a. Metsikön kuutiomäärän arvioiminen relaskoopin avulla. Summary: Estimation of stand volume by means of the relascope. — MTJ 44.

—»— 1955. Hakkuumäärän arvioiminen kannoista. Summary: Estimation of the cut from stumps. — MTJ 45.

Näslund, Manfred. 1929. Antalet provträd och höjdkurvans noggranhet. Resümee: Die Anzahl der Probestämme und die Genauigkeit der Höhenkurve. — MSS 25.

—»— 1935. Ett gallringsförsök i stavagranskog. Zusammenfassung: Ein Durchforstungsversuch in Stabfichtenwald. — MSS 28.

—»— 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. Zusammenfassung: Funktionen und Tabellen zur Kubierung stehender Bäume. Kiefer, Fichte und Birke in Nordschweden. — MSS 32.

—»— 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Zusammenfassung: Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung. — MSS 33.

—»— 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. Summary: Functions and tables for computing the cubic volume of standing trees. Pine, spruce and birch in Southern Sweden and in the whole of Sweden. — MSS 36.

Ording, Asbjørn. 1940. Årringanalyser på gran och furu. Summary: Annual ring analyses of spruce and pine. — MNS 7.

Osara, N. A. 1926. Katso Hildén, N. A. 1926.

Osborne, James G. and Schumacher, Francis X. 1935. The construction of normal-yield and stand tables for even-aged timber stands. Jour. Agr. Res. 51.

Paperipuukysymys. 1933. Synopsis: The pulpwood question. — SF 28.

Pekkala, Mauno. 1931. Paperipuiden maasta vienti. — Suomen Metsänhoitoyhd. vuosik. I.

Petrini, Sven. 1927. Om kantträdens tillväxt vid »Wagnerhuggning». — Skogen.

—»— 1935. Om kantträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Hauptinhalt: Zuwachsreaktion der freigestellten Randbäume und Produktion des Schirmbestandes bei natürlicher Verjüngung. — MSS 29.

—»— 1948. Skogsuppskattning och skogsindelning. Stockholm.

Petterson, Henrik. 1951. Produktionstabeller för vissa typer av svensk barrskog. Summary: Production tables for certain types of Swedish conifer. — MSS 40.

—»— 1951 a. Beståndsvårdens ekonomi. — MSS. Serien upps. 20.

Pienpuukysymys. 1933. Summary: The small timber problem. — SF 31.

Prodan, M. 1951. Messung der Waldbestände. Frankfurt am Main.

Productive functions of the forest. Management for wood production and for other economic or social purposes. — Unasylva 1954.

Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksena Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte *(Picea excelsa)* als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. — AFF 35.

—»— 1931. Suomen puunjalostusteollisuuden raaka-aineen käyttö vuosina 1911—29. Referat: Der Rohholzverbrauch der finnischen Holzveredelungsindustrie in den Jahren 1911—29. — AFF 37.

—»— 1932. Jalostamattoman puutavaran vienti Suomesta vuosina 1911—1931. Referat: Die Ausfuhr unveredelten Holzes aus Finnland in den Jahren 1911—1931. — AFF 38.

Ronge, E. W. 1928. Kort redogörelse för vissa skogliga försök, verkställda under åren 1914—1928 å Kramfors Aktiebolags skogar, och resultatens praktiska tillämpning i skogsbruket. — Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr.

Saari, Eino. 1934. Puun käyttö Suomessa. Summary: Wood utilization in Suomi (Finland). — MTJ 14.

—»— 1934 a. Suomen kuusipuukysymys. Die Fichtenholzfrage in Finnland. — Kansant. aikakausk.

Saari, Eino ja Ilvessalo, Yrjö. 1929. Näkökohtia Suomen metsätalouden tehostamiseksi. Summary: Prospects for promoting forestry in Suomi. — SF 12.

Sahapuiden kuutioimistaulukot. 1955.

Sarvas, Risto. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. — MTJ 33.

—»— 1948. Harsinnan ajatus kitkettävä ammattikunnastamme. — MA.

—»— 1951. Tutkimuksia puolukkatyypin kuusikoista. Summary: Investigations into the spruce stands of *Vaccinium* type. — MTJ 39.

—»— 1955. Nykyhetken ajatuksia harvennushakkuista. Summary: Today's thoughts about thinnings. — MA.

Schotte, Gunnar. 1912. Om gallringsförsök. Referat: Über Durchforstungsversuche. — MSS 9.

Schumacher, Francis X. 1935. Katso James G. Osborne ja Francis X. Schumacher 1935.

—»— 1950. Katso Donald Bruce ja Francis X. Schumacher 1950.

Schumacher, Francis X. and Meyer, H. Arthur. 1937. Effect of climate on timber-growth fluctuations. — Jour. Agr. Res. 54.

Sirén, Gustaf. 1950. Alikasvoskuusten biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. — AFF 58.

—»— 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in Northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. — AFF 62.

Smith, James G. and Duncan, Acheson J. 1945. Sampling statistics and applications. Fundamentals of the theory of the statistics. First edition. New York—London.

Spurr, Stephen H. 1952. Forest inventory. New York.

Sylvén, Nils. 1914. Våra skogars markvegetation och dess samband med markboniteten. — SST.

Taksering av Norges skoger utført av Landsskogstaxeringen. Herredsvis taksering i Hedmark fylke 1938. 1939. Oslo.

Tertti, Martti. 1930. Katso Hertz, Martti 1930.

Topcuoglu, Ali. 1940. Die Verteilung des Zuwachses auf die Schaftlänge der Bäume. — Thar. Forstl. Jahrb. 91.

Tähtinen, O. 1930. Katsaus Jokioisten kartanon eli n.s. Jokiläänin metsätalouden vaiheisiin. Summary: A short account of the history of the forestry of the Jokioinen Estate. — SF 14.

Ullén, G. 1940. »Gallring med uttagande företrädesvis av de grövre eller de klenare stammarna i beståndet.» — Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr.

Vaartaja, Olli. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. — AFF 58.

Wahlenberg, W. G. 1941. Methods of forecasting timber growth in irregular stands. — U. S Dept. Agr. Tech. Bul. 796.
Wallmo, U. 1914. Våra skogars markvegetation och dess samband med markboniteten. — SST.
Valmari, J. 1921. Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. — AFF 20.
Vanselow, Karl. 1942. Einführung in die Forstliche Zuwachs- und Ertragslehre. 2. Auflage. Frankfurt am Main.
—»— 1951. Fichtenertragstafel für Südbayern. Untersuchungen über Zuwachs, Ertrag, Stammformen und Struktur reiner Fichtenbestände in Südbayern. — Forstwiss. Centralbl.
Weck. 1948. Forstliche Zuwachs- und Ertragskunde. Radebeul und Berlin.
Vid andra riksskogstaxeringen av Norrland åren 1938—42 använd metodik och härom vunna erfarenheter. Redogörelse avgiven av 1937 års riksskogstaxeringsnämnd. — Statens offentliga utredningar 1947 : 36.
Wiedemann, Eilhard. 1937. Die Fichte 1936. Zweiter Teil. — Mitt. aus Forstwirt. u. Forstwiss.
Viro, P. J. 1947. Metsämaan raekokoomus ja viljavuus varsinkin maan kivisyyttä silmällä pitäen. Summary: The mechanical composition and fertility of forest soil taking into consideration especially the stoniness of the soil. — MTJ 35.
—»— 1951. Nutrient status and fertility of forest soil. I. Pine stands. Selostus: Metsämaan ravinnesuhteet ja viljavuus. I. Männiköt. — MTJ 39.
Vuokila, Yrjö. 1950. Kuusikoiden rakenteesta ja kehityksestä metsänhoidollisen tilansa puolesta erilaisissa metsissä. Metsänarvioimistieteen pro gradu-tutkielma kandidaattitutkintoa varten. Konekirjoite.
Yule, G. Udny and Kendall, M. G. 1950. An introduction to the theory of statistics. Fourteenth edition. London.

Lyhennyksiä — Abbreviations

AFF = Acta Forestalia Fennica
DST = Dansk Skovforenings Tidsskrift
MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti
MNS = Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen
MTJ = Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja, Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja, Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja, Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae.
MSS = Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut (Skogsförsöksanstalt)
SF = Silva Fennica
SST = Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift

ON THE DEVELOPMENT OF MANAGED SPRUCE STANDS IN SOUTHERN FINLAND

Summary

1. Introduction

In the early 1930's it was widely believed that the spruce *(Picea Abies)* resources of Finland were diminishing. However, on the publication of the results of the Second National Forest Survey (Ilvessalo 1942) it was found that spruce resources had substantially increased. Since then the spruce has continued to spread rapidly, chiefly at the expense of the pine *(Pinus silvestris)*, which is equally valuable as a timber species. Now, in the 1950's, Finnish foresters are faced with the problem: should this natural development be allowed to continue or should it be turned into some other direction possibly more remunerative from the point of view of business and national economy?

The growing importance of spruce has brought about many other problems necessitating intensified study of spruce and spruce stands in the field of forest mensuration. We particularly need information on the remunerativeness of artificial spruce regeneration, as well as on the possibilities of increasing the yield of existing spruce forests.

11. Purpose of the present investigation

The purpose of the present investigation is to contribute to the solution of these problems by studying the development of pure, even-aged managed spruce stands originated naturally on spruce sites of the two commonest types in Southern Finland, *Oxalis-Myrtillus* (OMT) and *Myrtillus* (MT) site types (cf. Cajander 1909).

The term »managed stand» refers here to one repeatedly treated with thinnings from below.

The results will be presented in a comparative method, i. e. they will be compared with those of naturally normal spruce stands (Ilvessalo 1920 a), of artificially regenerated spruce stands (Kalela 1933), of National Forest Surveys (Ilvessalo 1942, 1956) and of repeatedly thinned pine stands (Nyyssönen 1954).

12. On terminology

The terminology used in former Finnish growth studies has not followed a consistent pattern. Consequently, the most important terms used in the present investigation have been defined.

2. Research method

In studying the development of stands the most reliable results are obtained by means of permanent sample plots, but, owing to the high costs and long duration of such experiments, individual research workers have to resort to temporary sample plots taken from present-day stands of differing age.

In selecting the units to be studied there are several approaches open to the investigator. Of these, random sampling and systematic sampling could not be employed here owing to the high costs involved. Consequently, the material on which the present investigation is based has been selected by moving haphazardly in the southern part of Finland and measuring sample plots in every stand found to fulfill the requirements of the population in question.

A valid estimation of experimental error can be secured only through random sampling. Consequently, considering the deficiences of the sampling technique and the variability of the material no attempt has been made to ascertain the reliability of the results of the present investigation by means of the analysis of variance.

3. On the basic factors of stratification

31. Forest site types as a basis of a comparative growth study

Site classification in Finland is based exclusively on the forest site types of Cajander (1909). However, some reservations must be borne in mind when applying them in a comparative growth study (op. c., pp. 173—175).

So far it has not been fully ascertained to what degree the tree species affects the ground vegetation, i. e. to what degree the productive capacities of corresponding forest site types growing different tree species and classified according to the present knowledge are comparable. Since Cajander (1930, p. 45, 49) considered that, within a uniform climatic area, the properties of the soil are of decisive importance for the productive capacity of sites, some evidence on this problem can be obtained from the investigations into the soil properties of forest site types. The results of Valmari (1921, p. 19) are particularly interesting when compared with those obtained by grouping his original material (op. c., pp. 20—25) according to tree species (cf. Table 1, p. 17). This comparison seems to indicate that, as differentiated at present, the corresponding forest site types growing different tree species may have somewhat differing productive capacities.

Most forest site types are to be found on practically all forest soils, the chemical and physical properties of which often differ widely. Up to now it has been proved that the productive capacities of forest site types on fine glacio-fluvial soils do not correspond to those on other, particularly on morainic soils (Kalela 1939; Viro 1951).

Foresters may differ considerably in deciding to which forest site type a particular stand belongs. Consequently, in growth studies carried out by different investigators the average development of stand in a certain forest site type may be given somewhat different interpretations. The same is true of the recognition of forest site types in varying stand age.

It is commonly accepted that for practical purposes the forest site types even in their present status of research are accurate enough and cannot be dispensed with. However, all the aspects discussed above must be taken into account in growth

studies where the stand development of different tree species and, within the same tree species, studies by different investigators are being compared on the basis of forest site types.

32. Age as a characteristic of a spruce stand

As previously stated, the present investigation is based on sample plots measured in existing forests. Consequently, it has sometimes proved difficult to ascertain with certainty the conditions under which a stand had developed in its seedling phase. Furthermore, to facilitate and cheapen the acquisition of adequate material it has been necessary to accept stands which had undergone a short advance growth period before reaching breast height.

In order to eliminate errors caused by these defects in the treatment of seedling stands, economic age has been used instead of physiological age. This has been determined with the aid of annual rings at breast height added to the number of years required by a stand to reach this height under the specified conditions of natural spruce regeneration. The use of such an age characteristic is motivated by the investigations of Kalela (1934) and Vaartaja (1951) according to which the advance growth spruce and pine seedlings develop after liberation in the same way as those of the same size tended from the very beginning.

4. Field work

41. The qualities required in the sample stands

The stands had to be treated with thinnings from below. No thinning grades were differentiated. All possible means have been employed to ascertain that the stand had developed under required silvicultural conditions. These included borings at breast height, personal recollections of local foresters and population, outside appearance of the growing stock, stumps and bookkeeping records where available. Furthermore, as many as possible of the old sample stands were located in state and company-owned forests which have been subjected to the required treament for the longest time.

The stands had to be even-aged. However, it was necessary to make certain allowances for variations in the age of the growing stock. No definite limits were set beforehand to the highest age variation permissible in the varying phases of stand development. The main principle used was that the dominant crown canopies should be practically even-aged, while more variation was allowed in the dominated crown layers. The age was determined at breast height and calculated as an arithmetic mean. The economic age was determined afterwards in the office.

The proportion of mixed species was not to exceed 20 per cent of the cubic volume at any phase of the stand development. The same means were employed in deciding this as those described above in connection with the treatment of the stands. At the time of measurement mixed species comprised more than 10 per cent of the volume only in exceptional cases.

Opinions differ as to the minimum sample plot size in stands of varying age. It is generally accepted, however, that the sample plots measured in mature stands should cover at least 1/5—1/4 of an hectare. Taking this as a basis, attempts were made to measure the younger stands with the same degree of accuracy. This was done by including in sample plots of varying age at least the same number

of trees as that found in mature sample plots of the required size (cf. Bruce 1926; Osborne and Schumacher 1935). It was then found that in seedling stands sample plots of even 1/50 of an hectare could be measured, when necessary, and these plots obviously did not constitute the most unreliable part of the material.

Sample plots were measured over the total variation range of the forest site types in question. However, by means of a steel rod an attempt was made to avoid stands the soil of which was stony enough obviously to impair the productive capacity of the site. Excess peat formation was not allowed for the same reasons. Sample plots were located primarily on morainic soils (cf. p. 117).

42. Investigations carried out in sample stands

The measurements and observations made on the sample plots were primarily aimed at determining the volume of the growing stock, the volume growth of the stand during a certain past period and the volume removal during the same period. This work was carried out according to the principles specified in the domestic volume and growth calculation tables for standing trees by Ilvessalo (1947, 1948 a).

Trees found on the sample plot were first counted at breast height. In order to ascertain the volume removal, stump diameters of trees cut during the 5- or 10-year period employed in the growth determination were measured by cuttings and according to tree species, in two directions perpendicular to each other; the mean of these measurements was tabulated.

The number of standing sample trees varied from 15 to 30 in different stands depending on the homogeneity of the growing stock. The sample trees were measured to determine such volume and growth factors as the dbh., total height, diameter and height growth, bark thickness and stem taper ($d_{1.3\ m.} - d_{6.0\ m.}$ or $d_{1.3\ m.} - d_{3.5\ m.}$ and $d_0 - d_{1.3\ m.}$). Height and taper measurements were taken of an additional 10 trees. On 5—10 sample trees, furthermore, the age at breast and stump height as well as the distance from the ground level of the uppermost root buttress presenting an obstacle to felling (= minimum stump height and the starting point for breast height determination according to the Ilvessalo's tables) were determined.

The growth measurement period was 5 years in stands younger than approximately 45 years, largely for the sake of the method of computation to be discussed later. In older stands a measuring period of 10 years was used.

The rest of the observations made on the sample plots concerned such factors as the kind of forest soil and its stoniness, a description of the occurence of characteristic plant species in the ground vegetation, the homogeneity and technical quality of the growing stock etc.

The main results of the measurements made in sample stands are given in Appendix I.

5. The material of the investigation and its treatment

51. On the material of the investigation

The total number of sample plots measured for the present investigation amounts to 119. Of these 65 represent the OMT type and 54 the MT type. When comparing these figures with those of former Finnish growth studies, the present material must be regarded as quite adequate for the purposes of the investigation.

The division of sample plots into age classes (cf. Table 2, p. 31) reveals certain weak points in the material. The youngest and oldest stands should have been more widely represented; attempts to overcome these deficiencies in the material have not been successful, however.

With two exceptions the sample plots are situated south of the 62nd parallel (cf. Figure 1, p. 33). When speaking of Southern Finland reference is accordingly made to that part of the country which lies south of this parallel, but the results may be given a somewhat wider application without the risk of great error (cf. Ilvessalo 1920). It is further obvious that the results of the present investigation are fully comparable with those of other studies of the southern part of Finland despite minor differencies in the geographic distribution of sample plot materials.

52. Treatment of the material

521. Basic computations

In order to enable the description of stand structure and its development to be made in timber units, timber volume tables for standing trees were constructed. These computations were based on 2 434 felled sample trees measured for the volume and growth calculation tables of standing trees by Ilvessalo (1947, 1948 a). With the aid of average stem curves the amounts of saw timber, pulpwood and firewood obtainable from stems of different dbh., total height and taper ($d_{1.3\,m.} - d_{6.0\,m.}$) were calculated on the assumption that the stem was fully sound; the tables give therefore the maximum amounts of saw timber involved.

The minimum requirements for saw logs were the same as those given in the instructions for the Third National Forest Survey (Ilvessalo 1951 a). Of these, it may be mentioned the minimum top diameter of saw logs which was 6 in. inside bark. The minimum diameter requirements for pulpwood and firewood were 8 cm. and 4 cm., respectively, inside bark. The saw timber volumes were given in cubic feet excl. bark based on top diameter of logs; pulpwood amounts were measured in cubic meters, piled measure, of 1-meter barkless pulpwood and firewood amounts in the same units incl. bark. The tables thus constructed are not reproduced here, however.

The annual ring indices of spruce indicating the variations in growth due to climatic fluctuations (cf. Table 3, p. 36) were obtained by means of 503 cores, bored during the Third National Forest Survey (Ilvessalo 1951 a) in mature untreated stands, employing the method described previously e. g. by Mikola (1950).

As shown by the indices, the increment of spruce stands has, in general, been below normal during recent years. Consequently, if the climatic variations in growth had been neglected the growing capacity of managed spruce stands would have been greatly underestimated. On an average, the growth figures of sample stands were raised 7—8 per cent on the basis of the 5- or 10-year averages given in the table.

As previously stated, the economic age of the growing stock was determined by adding to the breast height age the number of years required by the stand to reach breast height under appropriate conditions of natural spruce regeneration. This addition was determined on the basis of borings carried out in those sample stands which had obviously developed under requisite conditions from the beginning. Owing to the fact that the breast height of a tree taken in the present investigation (cf. p. 119) is moving upwards with increasing age (cf. Figure 2, p. 39) the addition cannot be alike for all sample stands. Consequently, the additions made in the OMT type varied from 13 to 15 years and from 16 to 18 years in the MT type according

to the theoretical stump height. The broken horizontal lines in Figure 2, in fact, indicate stump classes in which the amount added was the same. The numbers beside the adjusted line drawn on the basis of 494 observations indicate stand ages at which certain average theoretical stump heights are reached in managed stands in the forest site types in question.

522. Calculation of the results

The calculation of the cubic volume, solid measure, of the growing stock at the time of measurement was based on the volume tables for standing trees issued by Ilvessalo (1947). The volume removal during the past 5- or 10-year period of observation was also estimated by means of the same tables, applying principles laid down by Nyyssönen (1955). The calculations concerning timber products were effected by means of the timber volume tables for standing trees constructed in the course of the present investigation (cf. p. 120). While the principles applied in the calculation of other stand characteristics are described in connection with the appropriate results, only the methods employed in determining the volume growth are here given special consideration.

The growth figure aimed at was that of the periodic annual increment of the stand during a past 5- or 10-year period (cf. Spurr 1952). In the majority of sample stands this growth figure was determined with the aid of Ilvessalo's tables (1948 a) based on growth percentages of Jonson (1928) according to the principles pointed out by Lönnroth (1929). Consequently, the increment of the growing stock found at the time of measurement was added to that of the trees cut during the period of observation (cf. Nyyssönen 1954). In stands younger than approximately 45 years the 5-year observation period was found to lead to more accurate results than the 10-year period used in older stands.

For the youngest sample stands, containing to a considerable degree trees less than 7—8 meters in height, it was found necessary to employ another method of calculation. The method adopted was one in which the growth figure of the growing stock measured in sample stands was obtained as a difference of the initial and final volumes of the 5-year period in question by means of Ilvessalo's tree volume tables (1947). The growth of the removed trees during the period was added to this figure to obtain the growth figure required.

The movement formula used in the determination of the initial stem distribution series was as follows (cf. Davis 1954):

$$m = \frac{g}{i} \cdot 100,$$

where

m = movement ratio,
g = diameter growth during the period,
i = class interval.

This formula is based on the assumption generally applied, but which does not quite hold true, that the stems are evenly distributed inside a diameter class and grow with an equal rate. However, the error is obviously negligible when employing diameter classes of 1 cm.

The height curves for 5 years back were drawn in the normal manner on the basis of the height and diameter growth observations carried out in the sample stands.

No information applicable to growth calculations is available in Finland on the improvement of stem form with increasing age which is generally known to occur. Consequently, it was necessary to resort to the »status quo» alternative that the stem form of trees of a certain dbh. is the same at the beginning and the end of the period of growth measurement. When using a 5-year period the error caused thereby cannot be so large as seriously to impair the value of the results.

523. Construction and adjustment of the development series

As stated earlier, the development of managed spruce stands is described here as a function of stand age by forest site types. Consequently, the different stand characteristics were plotted over age and adjusted graphically.

No statistical means were employed in investigating the homogeneity of the development series. This is largely motivated by the fact that the method of investigation employed does not fulfill the requirements of such a treatment (cf. p. 117). It was considered as more suitable to accept as many as possible of the sample plots measured in the field and approved as representatives of managed stands. Accordingly, only 4 sample plots were removed from the original material owing to their excessive deviation from the rest of the material, previously anticipated in notes made in the field.

6. Results of the investigation

The development of a stand is a complicated biological process the description of which can only partially succeed, even when the stand develops in natural conditions. Still more overwhelming difficulties are met when studying the development of stands treated with cuttings. In consequence, the description invariably results in a schematization unconnected with the actual development of any individual stand. However, the very schematic nature of such a characterization may create a basis for its use.

A stand is not a separable economic unit independent of the purposes and targets of the forest area or woodlot with which it is connected. Accordingly, the results to be given are not as such applicable to forest areas. However, information on the development of a stand under definite silvicultural treatment in use is indispensable for management planning of forest areas.

As mentioned earlier, the results of the present investigation (solid curve in Figures) will be compared with those of the naturally normal spruce stands (broken curve) (Ilvessalo 1920 a), artificially regenerated spruce stands (dotted curve) (Kalela 1933), average present-day spruce stands (Ilvessalo 1942, 1956) and, occasionally, repeatedly thinned pine stands (Nyyssönen 1954). When speaking of these stand kinds, reference is made to these particular studies, if no other source of information is given.

61. Number of trees

The present characteristic indicates the number per hectare of trees over 1.3 m. of height.

The number of trees has varied greatly in the material collected. This is partly due to the fact that no thinning grades were separated, but the most important factor may be the varying presence of suppressed trees in stands otherwise treated in

exact accordance with the principles of thinnings from below; the retention of such harmless trees is motivated by the costs of their removal. In some cases even advance growth trees may have been included in the number of trees.

As a result, it is not justifiable to draw the fitted curve for the stem number on the basis of the present material. The same decision has been reached in some earlier Finnish growth studies.

62. Mean diameter

The mean diameter of a stand is generally calculated as an arithmetic mean of the breast height diameters outside bark. Following the example of e. g. Nyyssönen (1954), as the mean diameter was adopted here the diameter of the tree found by dividing the basal area of the stand in two equal parts assuming that the trees are arranged in size according to their diameter. In this way the undue effect of small-sized trees can be eliminated.

The average development of the mean diameter in spruce stands is illustrated by Figure 3 (p. 48). More precise values for certain ages are given in Table 4 (p. 49).

The mean diameter of managed spruce stands is consistently higher on an average than that of corresponding naturally normal stands. However, this difference must not be attributed to the possible improvement of diameter relations during a rotation due to thinnings in the managed spruce stands. The development of the mean diameter in managed stands is accelerated by the thinnings which remove poorly-growing, small-sized individuals and thus occasion an indirect increase in the mean diameter.

63. Basal area

The basal area of a stand is mainly used as an indicator of stand density. Here it has been calculated as the sum of the cross-sections of the trees measured outside bark at breast height and expressed in square meters per ha. The results are given in Figure 4 (p. 50) and Table 5 (p. 51).

From the figures for basal area it seems evident that the artificially regenerated spruce stands described by Kalela (1933) have been subjected to a considerably lighter treatment than the sample stands of the present investigation. However, the basal area of naturally normal spruce stands does not differ significantly from that of the managed stands during the first four decades of stand existence. This must be attributed to the advance growth period characteristic of spruce stands regenerating in natural conditions.

In general, it has been found that the basal area of managed stands remains fairly constant during a considerable part of the rotation. However, this is not true of the basal area of managed spruce stands in Southern Finland which stabilizes only after reaching a stand age of 80 years.

64. Height

To describe tree height development in a stand, two characteristics are generally used. Of these, the dominant height, indicating the height of the dominating trees, is most naturally determined in connection with the biological classification of trees.

In Finland the dominant height is usually determined as the mean height of the 100 largest trees per ha., and this is the method employed here, too, despite the fact that the 100 largest trees of seedling stands and mature stands constitute tree groups biologically somewhat different from each other. The mean height of sample stands was read from the corresponding height curve at the mean diameter.

When studying the d o m i n a n t h e i g h t of different kinds of spruce stands (cf. Figure 5, p. 54, and Table 6, p. 55) an interesting feature is noticed. Owing to the conditions prevailing in the seedling phase the dominant heights of naturally normal, artificially regenerated and managed spruce stands initially assume considerably different courses, though no significant differences are found in the dominant heights during old age.

The reasons for this phenomenon are manifold. One important factor is the ability of spruce to recover promptly after liberation from the suppression caused by the advance growth period in naturally normal stands and by shelterwood in managed stands regenerated naturally. The varying degree of stimulus on height growth in different kinds of spruce stands due to the competition of trees for dominance may contribute to the disappearance of differences in the dominant heights of these stands in old age. Finally, there is obviously a certain limit to which the dominant height can increase in certain growth conditions within a definite geographic area; this is due to the physiological difficulties caused by the increasing height.

Then m e a n h e i g h t of the spruce stands shows a similar development to that of the mean diameter (cf. Figure 6, p. 57, and Table 7, p. 57), and the differences between the naturally normal and managed stands can be largely explained in the same way: thinnings from below occasion an indirect increase in the mean height of managed stands by removing shorter and weaker individuals.

65. V o l u m e

The volume of stand refers here to the amount of stem wood in cubic meters, solid measure, incl. bark. The utilizable volume will be discussed later.

The volumes found in the sample stands at the time of measurement were not used directly in constructing the volume curves. With the aid of the figures for the measured volume, the periodic annual increment and the volume removal, the annual development of volume in each sample stand during the growth computation period was first determined. Of these annual volumes for the period, the initial and final volumes as well as those before and after each thinning during the same period were plotted in the coordinates. This gave a more reliable basis for determining the average development of stand volume. The results are given in Figure 7 (p. 60) and Table 8 (p. 61).

The volume of managed spruce stands in the OMT type is consistently higher on an average than that in the MT type. For instance, at the age of 60 years the ratio MT/OMT is 84 per cent and at 120 years 86 per cent. The same difference can be illustrated by comparing the respective ages at which certain volumes are attained in these forest site types:

Volume	100	200	300	cu.m. per ha.
OMT	33	51	72	years
MT	40	60	115	»

Great differences are found when comparing the volumes of naturally normal, artificially regenerated and managed spruce stands. The highest volumes are found in artificially regenerated stands while the managed stands have the lowest volume resources. This immediately raises a question: which one of these volume levels is the most beneficial and what is the amount and composition of so-called desirable growing stock in spruce stands?

In the present investigation no attempt has been made to discover whether the curve of the managed spruce stands given in Figure 7 illustrates a desirable volume development, e.g. as being the lowest possible volume permitting full utilization of the productive capacity of the site in question. Some inferences may be made on this point later on, however, when studying the current annual increment of the different kinds of spruce stands.

651. Bark percentage

The development of bark percentage, i.e. the portion of bark in the volume incl. bark, is given in Table 8 (p. 61). The results have been obtained by means of Ilvessalo's tables (1948 a).

66. Volume growth

The volume growth to be discussed here refers to the amount of stem wood grown by the trees higher than the breast height in cubic meters, solid measure, excl. bark.

661. Current annual growth

The construction of the current annual growth curve of managed spruce stands was based on the assumption that the periodic annual growth of sample stands (cf. pp. 121—122) represents the current annual growth of the central year of the period in question. However, corrections were first made according to the calculations concerning variations in tree growth due to climatic fluctuations (cf. p. 120). The results are seen in Figure 8 (p. 64) and Table 9 (p. 65).

The Figure shows the growth characteristics of a tolerant tree species: slow start, late culmination and high values in old age. Culmination is reached in managed spruce stands at the age of 48 years in the OMT type and 54 years in the MT type. The growth of managed stands in the former type is higher on average than that of the corresponding stands in the latter.

Artificially regenerated spruce stands show a faster rate of growth in youth than the managed stands. In the OMT type the differences in current annual growth disappear, however, at the age of 35 years. As the curve for artificially regenerated stands in the MT type is based on inadequate material after the age of 55 years, most reliable conclusions will be obtained if the comparison is made with growth curves of the OMT type. Consequently, we can conclude that the managed stands originated naturally are 4—5 years behind the artificially regenerated stands in current annual volume growth in the beginning but that this difference disappears at a fairly early phase. As regards the total growth, the initial difference of 4—5 years becomes considerably smaller at a later age.

Taking into account on the one hand this small difference in the total growth and the considerable yield in money from the shelterwood during the natural regeneration and on the other hand the high establishment costs of artificial regeneration,

it is evident that natural regeneration is preferable, wherever adequate reproduction can be obtained through natural means. However, the necessity of early treatment in natural reproduction of spruce must be emphasized in this connection. It seems advisable, after the natural seedling stand has reached a height of about 1 meter, to clean and thin it sufficiently to create approximately the same growing conditions as those prevailing in the planted seedling stands.

The current annual growth of naturally normal stands is considerably smaller than that of the managed stands of the same age and site, though part of this difference must be attributed to errors arising from different calculation methods. Some other reservations discussed earlier (cf. pp. 117—118) must also be taken into account. However, it seems evident that there really is some difference in the growth capacities of these particular stands on the same site, and that this difference favours the managed spruce stands. The possible reasons for this phenomenon will be discussed in connection with the total growth.

A problem that frequently crops up in practical forestry is: what is the most profitable tree species for a given site? The drier forest site types (ClT, CT, VT) in Finland are definitely pine sites owing to their visibly poor productivity when growing spruce. Accordingly, the main difficulty arises in selecting the right tree species for MT and better forest site types. Some information on this point can be obtained by comparing the current annual growth of the managed pine stands in the MT type (Nyyssönen 1954) with the corresponding managed spruce stands:

Age	40	60	80	100	120 years
Growth of pine stands in MT type	10.0	7.6	5.5	4.4	3.5 cu.m. per ha.
Per cent of spruce stands	116	83	72	66	56 per cent

Between the ages of 40 years and 120 years a pine stand on this particular site grows 485 cu.m. per ha. in all while a corresponding spruce stand produces 620 cu.m. per ha. However, the higher growth at an early age in pine stands partly compensates for this difference. Taking into account the deficiencies of the present comparison (cf. pp. 117—118), we can conclude that the spruce is at least as productive as the pine in the MT type. Thus, on better site types the spruce is obviously the more productive tree species.

The comparison between the different kinds of spruce stands shows that the volume development of managed spruce stands given in Figure 7 (p. 60) is enough to produce the highest possible volume growth on the given sites. However, it is not possible to ascertain if this volume development is desirable in the sense defined earlier (p. 125). It seems obvious, however, that the volume of managed spruce stands cannot be reduced appreciably from that given in the present investigation without loss in total growth.

The growth of the average present-day stands is comparatively poor. This is borne out by the following figures which show the relationship between the growth values of the managed spruce stands and the average present-day spruce-dominated stands of similar age and site in Southern Finland (Ilvessalo 1956).

Age	30	50	70	90	110 years
OMT	227	227	175	159	164 per cent
MT	167	213	202	192	196 »

The arithmetic mean of these figures weighted by the areas of the age classes in southern forests is 202.

A few reservations must be made in interpreting these percentages, however. The stoniness and peat formations of the soil and the effect of stand edges impair the productive capacity of a considerable part of the forest sites. The present abnormal distribution of age classes must also be taken into account. Consequently, it is not possible to achieve a doubling of the volume growth in the present spruce forests of the OMT and MT types in Southern Finland by silvicultural measures. However, if tree species is changed on the poorer sites it may be feasible, though not probable, to increase the volume growth of the areas now growing spruce in Southern Finland to twice the present amount.

During the period between the Second and Third National Forest Surveys a considerable step was taken towards this goal. Since the Second Survey (Ilvessalo 1942) the average relationship in question has decreased from 234 to 202.

As indicated by Table 9 (p. 65), the current annual growth percentage decreases with increasing age very rapidly in the beginning. In mature stands the decrease is very slow, however. In general, the better the forest site type the lower the growth percentage.

The highest relative growth is obtained in managed stands. For instance, at the age of 120 years the managed stands in the OMT type grow more than twice as much as the naturally normal stands.

662. Total growth

The total growth indicates the amount of stem wood produced by a stand up to a certain age. It has been determined here by adding up the current annual growth figures. Results are given in Figure 9 (p. 74, curve 1) and Table 10 (p. 75).

If the total growth of spruce stands in the MT type is given the value of 100, the corresponding relative values of stands in the OMT type are shown in the following figures, based both on the present investigation and the growth and yield tables (Ilvessalo 1920 a).

Age	40	60	80	100	120 years
OMT, managed	156	139	129	125	123
OMT, naturally normal	132	118	107	103	107

The total growth of managed stands is considerably higher than that of the naturally normal ones. During rotations of over 60 years the managed stands produce in the OMT type 40—42 per cent and in the MT type 16—24 per cent more stem wood than the naturally normal ones. This conclusion leads to a much disputed question in the field of forest mensuration: can the total growth of a stand be increased by thinnings?

Mainly on the basis of investigations by Wiedemann (e.g. 1937) and Møller and other Danish research workers (cf. Møller 1954) it is generally accepted at present (cf. Vanselow 1942; Weck 1948; Ilvessalo 1954) that the total growth of a stand is not significantly affected, within certain limits, by the degree of cutting, even though results contrary to this view have also been obtained (cf. e.g. Bornebusch 1933, 1933 a). However, it seems probable that the overdense uncut stands do grow slightly less than the managed stands (Wiedemann 1937; Ilvessalo 1952). Accordingly, the results of the present investigation agree with these findings.

The partial stagnation in the growth of naturally normal spruce stands in Southern Finland must be attributed to the advance growth period of such stands in the seedling phase and to the poor self-thinning further impaired by this period. On the other hand the high volume growth of old managed stands may be due in part to the favorable microclimate and the fertilizing effect occassioned by cuttings.

663. Rotation of the maximum volume growth

This rotation is found by determining the culmination point of the mean annual volume increment (cf. Table 11, p. 78).

The rotation of the maximum volume growth indicated by the present material is very long. In the OMT site type the highest possible volume growth is reached during the rotation of 92 years and in the MT type during that of 115 years. It must be noted, however, that the rotation may be considerably shorter without appreciable loss in total growth. For instance, with a loss of about 2 per cent of the maximum volume growth the rotation may be reduced to 70 years in the OMT type and 90 years in the MT type. Even though the rotation of maximum volume growth is long, it may constitute a minimum rotation from the business point of view.

67. Volume removal

The information on the volume removal of managed spruce stands used here has been obtained indirectly from the curves for total growth and cubic volume excl. bark (cf. Figure 9, p. 74). The same basic method has been employed previously by several investigators (Hagberg 1938; Vanselow 1951; Nyyssönen 1954).

671. Total removal

The total removal signifies here the amount of stem wood removed by cuttings or which has died from natural causes up to a certain age; it is measured in cubic meters, solid measure, excl. bark. In managed stands the removal can be wholly attributed to cuttings. In Figure 9 the total removal is illustrated by the space between curves 1 (total growth) and curves 2 (volume excl. bark). In addition, the total removal and the total growth have been compared in Table 12, p. 80.

In general, in managed spruce stands, more than half of the total growth is removed by thinnings. For example, during a rotation of 100 years thinnings constitute 60—58 per cent of the total growth. The corresponding percentages for a 120-year rotation are 66—64. A rotation of the maximum volume growth necessitates the removal in the OMT type of 58 per cent and in the MT type of 63 per cent of the total growth of the stand. Consequently, the thinnings are an important factor of the financial yield from the forest business. Therefore, in planning the thinnings these business aspects must be taken into consideration.

The present results accord well with those reached by Eide and Langsaeter (1941). During a rotation of 102 years exactly the same percentage of total growth is removed in the Norwegian managed spruce stands on a site corresponding to the MT type, when employing a medium degree of thinning. However, some other Scandinavian investigations differ considerably on this point (Petterson 1951; Brantseg 1951).

The volume removal of naturally normal spruce stands is small when compared with that of the managed stands. For example, during a »rotation» of 100 years it constitutes in the OMT type 20 per cent and in the MT type 28 per cent of the total growth.

672. Current annual and mean annual removal

The current annual and mean annual removal of managed stands are illustrated by Figure 10 (p. 83). In Table 13 (p. 83) the values of current annual removal at certain ages are compared with the current annual growth for the corresponding year.

In order to build up the growing stock, approximately only half the current annual growth is removed from the young stands, but after a certain volume level has been reached the cuttings become heavier in relation to the growth. For example, at the age of 80 years about 75 per cent of growth is removed in thinnings. Finally, at the age of 120 years growth and removal balance each other.

The mean annual removal during certain rotations in managed stands is indicated by the following figures.

Rotation	60	80	100	120 years
Removal, OMT	3.65	4.16	4.67	5.10 cu.m. per ha.
» MT	2.27	3.06	3.62	4.03 »

During the rotation of maximum volume growth the mean annual removal in managed stands is 4.47 cu.m. per ha. in the OMT type and 3.93 cu.m. per ha. in the MT type.

673. Decennial removals

The figures for current annual removal given above have only a theoretical value for managed stands in which cuttings are not made annually but at longer intervals. Consequently, calculations were made on the basis of the present material to determine how much should be removed in thinnings if the cuttings took place at 10-year intervals. The results have been given in Table 14 (p. 85).

68. Stand structure

In general, the structural description of the stands has been based on stem and volume distribution series. In the present investigation the structural development is indicated in timber units. The calculations were based on the timber volume tables constructed (cf. p. 120).

681. Saw timber calculations

In general, the most valuable product of a stand in Finnish conditions is saw timber. The minimum size of tree most profitably utilized as saw timber varies according to the marketing area and is subjected to periodic changes even within a given area. Following the instructions for the Third National Forest Survey (Ilvessalo 1951 a) the minimum saw timber trees accepted in the present investigation attained a diameter of 6 in. at a height of 18 feet.

The major error in determining the saw timber resources of a naturally normal stand by means of empirical volume tables arises from the fact that the numerous deficiences in the stems cannot be taken into account. Consequently, the comparison

on this basis of managed stands with the naturally normal ones is indicative only of structural aspects of the growing stock.

The development of the number of saw timber trees per ha. is illustrated in Figure 11 (p. 88) and Table 15 (p. 89).

The first trees reach saw timber size at the age of 35 years in managed spruce stands of the OMT type and 7 years later in the MT type. Due to ingrowth the number of saw timber trees rises rapidly after that until the culmination point is reached at the age of 80—85 years. At that point 531 saw timber trees are found in stands of the OMT type and 525 in the MT type. Due to the termination of ingrowth and heavy treatment the number of saw timber trees diminishes fairly rapidly after the culmination until at the age of 120 years the saw timber resources amount to 331 trees in the OMT type and 369 in the MT type.

Up to the age of 75 years in the OMT type and 85 years in the MT type there are more saw timber trees in managed spruce stands as compared with the naturally normal ones, even though numerous saw timber trees are removed from the former by thinnings. However, at the age of 120 years the managed stands of the OMT type contain only 49 per cent and those of the MT type 61 per cent of the number of saw timber trees found in corresponding naturally normal stands.

According to the Third National Forest Survey (Ilvessalo 1956) there are on an average 110 saw timber trees per ha. of productive forest land in stands of 41—80 years of age and 121 in those over 80 years in Southern Finland. Even though these figures may be too low for spruce stands the poor productivity of present-day spruce forests is very clearly brought out. In managed spruce stands of 60 years there are, namely, 342 saw timber trees in the OMT type and 158 in the MT type, in those of 100 years over 450 in both types. Taking into account the obvious deficiences of the present comparison (cf. p. 127) it seems probable that the saw timber resources and, gradually, the money yield of the present-day spruce stands of OMT and MT types in Southern Finland can be doubled. This goal does not presuppose the silvicultural treatment of all the present stands. Obviously by only abandoning the selective methods of cutting unsuitable for Finnish forest conditions considerable progress could be made towards this goal.

The saw timber volume of a tree and a stand can be expressed in various ways. The curves in Figure 12 (p. 90) and the figures in Table 16 (p. 91) refer to cubic feet excl. bark based on the top diameter of logs.

The saw timber volume of managed spruce stands increases during the whole life span covered by the present study, though fairly slowly in youth and old age. The stands of the OMT type naturally contain more saw timber in all age phases than those of the MT type. At the ages of 80, 100 and 120 years the saw timber volume of the latter is 70, 82 and 84 per cent, respectively, of the former.

In spite of the cuttings the saw timber volume of the managed stands exceeds that of the naturally normal ones up to the age of 90 years in the OMT type and 100 years in the MT type. In addition, at the age of 120 years the former still constitute, depending on the forest site type, 84—95 per cent of the latter.

The saw timber volume found in a naturally normal stand at a given age represents the total saw timber yield of the stand up to that age, since the dead wood cannot be utilized for this purpose. Consequently, we can conclude that the managed spruce stands exceed the naturally normal ones originated as an advance growth in the production of saw timber by an amount equal to that removed by thinnings during ordinary rotations. This conclusion emphasizes the great importance of silvicultural measures.

The mean size of saw timber trees (cf. Table 17, p. 93) is considerably greater in managed spruce stands than in the naturally normal ones. A natural relationship prevails between the tree sizes of managed stands on different forest site types: the better the site the bigger on an average the saw timber trees.

682. Pulpwood volume

The pulpwood volume of a stand is partly comprised of tops smaller than 6″ in diameter from saw timber trees, partly of trees below saw timber size. The results of these calculations are given in Figure 13 (curve 1, p. 94) and Table 18 (p. 95) in cubic meters, piled measure, excl. bark, of 1-meter pulpwood.

The minimum size for pulpwood trees is first reached in managed spruce stands at the age of 21 years in the OMT type and 27 years in the MT type. Largely due to ingrowth and growth proper, the pulpwood volume increases during the following 30-year period until the trees moving into the saw timber size and cuttings cause a culmination point amounting to 140—152 cu.m. per ha. At the age of 120 years only 27—32 cu.m. per ha. are found in managed spruce stands. Up to the age of about 55 years the managed stands of the OMT type contain more pulpwood than those of the MT type.

Naturally normal stands are superior to the managed stands in pulpwood resources. For instance, at the age of 120 years the latter contain only about a quarter of the amount found in the former. This is probably the most important structural difference between these kinds of spruce stands.

683. Firewood volume

The minimum top diameter accepted here was 4 cm. inside bark. The results given in Figure 13 (curve 2, p. 94) and Table 19 (p. 96) refer, however, to cubic meters, piled measure, incl. bark.

The development of firewood volume in managed stands shows a similar graphic form to that of pulpwood. The formation of firewood volume starts at the age of 17 years in the OMT type and 21 years in the MT type. The culmination, 60—54 cu.m. per ha., is reached at the age of 30—35 years. In old stands the firewood volume is negligible.

Naturally normal stands contain far more small trees of firewood size than the managed stands.

684. Distribution of the removal into timber products

Any attempt to determine the yield in timber products of the managed spruce stands necessitates information on the structure of the removal. This can be taken from the decennial removal values in cubic meters given in Table 14 (p. 85), but the problem is to convert these cubic meters into timber units.

The stump measurements made in sample stands and the actual distribution into dbh. classes of removals in varying stand age, which were calculated from them, provided the most reliable basis for the solution of this problem. On the basis of this information, the division into dbh. classes of the decennial removal values calculated in cubic meters could be effected by employing the same method of cumulative percentages as Ilvessalo (1937). The stem distribution series of removal, to which the timber volume tables could be applied, were determined from these with the aid of average unit volumes of the dbh. classes.

The considerable possibility of error in the figures presented in Table 20 (p. 98) must be emphasized. This uncertainty is partly caused by the indirect method by which the volume removal has been determined. In addition, the schematic nature of the decennial removal concept as well as the overestimation of sound saw timber removed, due to the application of empirical tables, must be noted.

The first two thinnings in managed spruce stands are purely silvicultural measures aiming at a future improvement in the formation of the growing stock, since the amounts of firewood obtained from them can hardly cover the costs incurred. The next two thinnings are typical pulpwood cuttings. Owing to the comparatively high stumpage value of spruce pulpwood, these thinnings produce immediate returns in stands of both site types. At the age of 85 years even pulpwood forms a small part of the thinning removal.

The total thinning removal of saw timber during certain rotations is as follows.

Rotation	70	80	90	100	110	120	years
Removal, OMT	1 150	2 100	3 350	4 800	6 450	8 250	cu.ft. per ha.
» MT	475	1 175	2 075	3 175	4 425	5 775	»

We concluded earlier that the managed spruce stands exceed the naturally normal ones originated as an advance growth in the production of saw timber by an amount equal to that removed in thinnings. In the light of the figures given above the importance of early liberation of natural reproduction and of thinnings, even if not all immediately remunerative, appears surprisingly great.

685. Total yield in timber

The total yield in timber of managed spruce stands is illustrated by Table 21 (p. 101).

The total yield in f i r e w o o d is constant during the greater part of stand life. This constant is 116 cu.m. per ha. in the OMT type and 81 cu.m. per ha. in the MT type. The relationship in firewood production between the OMT and MT types is accordingly 143:100.

The total yield in p u l p w o o d is also almost constant during rotations longer than 70 years, and there is no significant difference in pulpwood production between the two forest site types. Consequently, the different money yields of the various rotations and of the forest site types under consideration arise in the production of saw timber.

If the total yield in s a w t i m b e r of stands in the MT type is indicated by 100, the corresponding relative values of stands in the OMT type during certain rotations are:

Rotation	60	70	80	90	100	110	120 years
OMT/MT	289	198	151	137	133	131	130

Since the rotations of managed spruce stands are very long (cf. p. 128) the last figures 133—130:100 may be taken as typifying the differences in saw timber production between the two forest site types.

It is further interesting to calculate what percentage of the total yield in different timber products is r e m o v e d i n t h i n n i n g s. The results are given in Table 22 (p. 102).

As usual in treatments from below, the thinnings of managed spruce stands remove small-sized trees in the first place. Consequently, during rotations over 100 years more than 90 per cent of the total yield in firewood is removed in intermediate cuttings; the corresponding percentage for pulpwood exceeds 80. However, during a rotation of 60 years only 11—14 per cent of the total yield in saw timber is removed in thinnings. If the rotation exceeds 100 years the proportion of the saw timber yield taken in thinnings is, in general, over 40 per cent. This again accentuates the importance of intermediate cuttings for the business success of forest properties.

Additional information on the production of different timber types is given in the following figures. They are percentages illustrating how much of the total growth in cubic meters of stem wood is obtained in saw timber size during certain rotations.

Rotation	60	80	100	120 years
OMT	43	58	67	73 per cent
MT	33	52	63	70 »

If a spruce stand is treated with thinnings from below, at least 40 per cent of the total growth is always obtained in saw timber size. However, during rotations of over 100 years the saw timber production is about two thirds or more of the total growth.

The mean annual yield in saw timber is illustrated by the following figures.

Rotation	60	80	100	120 years
OMT	54	101	118	130 cu.ft. per ha.
MT	19	67	89	100 »

If the only aim were the production of saw timber the rotation should be a very long one: the maximum yield in saw timber will not have been reached in a rotation of 120 years. If there are markets for other products as well the rotation must be shortened, however.

Even though the economy of growing spruce stands has frequently been touched upon, the purpose of the present investigation has not been to give a conclusive answer to that problem. The calculations have been restricted to measurable stand characteristics. In this way, the stand can still be handled as a separable unit which is not justified in economic calculations. Moreover, it must be remembered that the production of wood and timber is not the only purpose of growing tree stands. It is quite obvious that in the future the other functions of forests, often difficult to express in monetary terms, will gain more and more importance (cf. Productive functions... 1954).

7. Conclusions

The main results of the present investigation are summarized below, though no order of importance has been attempted.

If a spruce stand originated naturally is treated with thinnings from below, at least 50 per cent of the total growth of the stand may be removed in these intermediate cuttings. During rotations of over 100 years this proportion of thinnings

exceeds 60 per cent. The value of the removed trees is not as high as these percentages indicate. In fact, the thinnings remove practically all of the total yield in firewood and the major part of that in pulpwood, while during a rotation of 60 years only 11—14 per cent of the total yield in saw timber can be attributed to thinnings. However, during rotations of over 100 years this percentage exceeds 40. The thinnings, thus, play an important role in the financial returns from forest properties.

Even during short rotations the portion of saw timber to the total growth of the stand exceeds 40 per cent, and during rotations of over 100 years is about two-thirds or more.

The rotations of managed spruce stands are long. For example, the rotation of maximum volume growth has been found to be 92 years in the OMT type and 115 years in the MT type (cf. Cajander 1909). However, allowing a loss of about 2 per cent of the maximum volume growth, the rotation can be reduced to as much as 70 years in the OMT type and 90 years in the MT type. In 120 years the maximum yield in saw timber will not have been reached.

The comparison of managed spruce stands naturally regenerated with the artificially regenerated spruce stands has shown that the artificial regeneration of spruce is not to be recommended in Southern Finland, wherever the natural regeneration can be succesfully carried out. This conclusion is based on the small difference in growth capacity between these two kinds of spruce stands. Further, taking into account, on the one hand, the high costs of establishing artificial regeneration and, on the other hand, the considerable yield in money from the shelterwood necessary for natural regeneration, the economic considerations seem to indicate that the artificial measures should be concentrated on areas where natural reproduction is not practicable owing to an inadequate number of seed trees or to their poor quality.

The problem of choosing the best possible tree species for a given site has been elucidated by the discovery that the spruce stands grow at least as much stem wood as the pine stands in the MT type. Consequently, the spruce is obviously the more desirable tree species in sites better than the MT type while the pine is better for poorer sites.

Great differences have been found between the managed spruce stands and the naturally normal ones. These are largely the result of cuttings aimed at directing the development of managed stands towards a desirable goal from the economic point of view. But these differences are also partly due to the minor stagnation in growth of the naturally normal spruce stands arising from the advance growth period in the seedling phase and poor self-thinning accentuated by the same period. This conclusion has been arrived at by a comparison of the total growth of stands in which the managed stands have proved superior. In addition, it has been found that the managed spruce stands exceed the naturally normal ones in the production of saw timber by an amount equal to that removed in thinnings.

A comparison between the results of the present investigation and those of the National Forest Surveys has again emphasized the poor productivity of the present-day forests. Theoretically it is obviously possible, though not probable, that the growth of areas now bearing spruce in Southern Finland could be doubled by means of silvicultural measures.

LIITE—APPENDIX

Liite I. Tutkimusmetsiköiden mittaustulokset.

Appendix I. Results of measurements made in sample stands.

Puuston ikä, v *Age of the stand, years*	Koealan koko, ha *Sample plot size, ha.*	Runkoluku, kpl/ha *Number of trees per ha.*		Keskiläpimitta, cm *Mean diameter, cm.*	Keskipituus, m *Mean height m.*	Valtapituus, m *Dominant height, m.*	Pohjapinta-ala, m²/ha *Basal area, sq.m. per ha.*	Kuorellinen kuutiomäärä, k-m³/ha *Volume incl. bark, cu.m., solid measure, per ha.*	Kuorisadannes *Bark percentage*	Puutavaralajeja ha kohden *Timber per ha.*			Kuutiokasvu [1] *Volume growth* [1]
		Metsikkö *Stand*	Tukkipuurunkoja *Saw timber trees*							Tukkipuuta, j³ *Saw timber, cu. ft.*	Paperipuuta *Pulpwood* p-m³ *cu.m., piled measure*	Halkopuuta *Firewood* p-m³ *cu.m., piled measure*	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Käenkaali-mustikkatyyppi — *Oxalis-Myrtillus site type*													
20	1/25	4 775	—	3.9	3.7	5.3	2.8	9	23.3	—	—	4	*3.9*
21	1/50	5 500	—	5.4	4.5	5.5	10.3	31	21.2	—	—	31	*5.1*
24	1/25	3 375	—	6.2	5.3	8.0	6.5	23	19.5	—	7	16	*4.1*
26	1/10	5 650	—	9.7	7.8	10.9	18.5	77	17.8	—	48	44	*6.1*
27	1/15	4 380	—	8.1	7.3	10.2	15.0	61	18.3	—	27	48	*7.6*
28	1/10	16 540	—	6.0	6.3	9.7	24.4	93	19.4	—	17	66	*7.7*
30	1/11	3 443	—	10.5	10.1	11.8	22.2	113	16.5	—	72	60	*11.6*
30	1/7	3 348	—	8.4	8.4	9.9	14.9	64	17.1	—	26	57	*9.1*
33	1/10	3 130	—	10.7	10.9	12.2	20.1	109	16.3	—	70	55	*10.6*
33	1/15	7 650	—	9.1	9.0	12.1	29.5	154	16.2	—	70	94	*13.0*
35	1/10	2 040	10	13.9	12.2	14.3	22.7	143	14.8	50	117	39	*12.2*
35	1/6	2 766	12	11.3	11.0	14.0	19.0	107	15.8	55	70	47	*9.4*
36	1/10	7 790	—	10.4	10.3	14.0	21.3	109	18.3	—	67	46	*7.6*
37	1/8	3 312	—	10.0	10.4	12.4	20.1	111	15.9	—	72	62	*8.7*
39	1/10	2 810	100	14.9	14.2	16.1	27.2	185	14.2	445	150	43	*9.5*
39	1/6	3 387	7	11.0	9.0	12.8	26.2	117	15.3	20	92	63	*8.1*
41	1/13	3 757	52	12.9	12.1	15.6	29.6	188	13.3	245	133	59	*11.5*
43	1/9	1 683	9	14.0	13.8	15.8	23.1	166	15.0	50	146	32	*11.0*
45	1/5	2 210	60	13.8	12.6	16.1	22.8	140	14.4	315	106	40	9.5
46	1/5	2 205	180	16.7	15.5	16.0	28.2	220	12.3	845	159	34	12.5
47	1/10	3 170	110	14.9	14.0	17.2	29.5	207	13.0	525	151	48	10.4
48	1/5	1 635	205	18.7	17.5	19.7	24.1	199	12.7	1 490	122	26	12.7
52	1/4	784	228	19.9	18.8	20.2	20.6	183	12.4	1 550	114	15	11.2
52	1/5	1 225	220	18.9	17.3	20.9	23.7	206	10.9	1 785	123	21	11.2
54	1/4	1 468	252	16.5	17.4	20.9	23.0	187	13.3	1 290	141	27	9.4
58	1/4	1 196	396	21.4	19.8	22.8	30.8	302	12.3	3 505	134	22	12.2
58	1/4	1 128	372	18.7	19.1	21.2	24.3	230	12.0	2 160	137	20	10.3
59	1/7	1 309	609	22.3	20.8	22.2	31.7	312	11.8	4 525	118	22	13.1
60	1/4	876	336	19.3	19.9	21.8	21.9	209	12.5	2 125	120	17	*10.7*
62	1/4	604	420	26.4	21.8	23.5	25.5	275	11.3	4 740	69	10	14.4
62	1/4	804	500	24.6	22.1	23.9	27.3	280	11.6	4 900	84	12	10.0

[1]) Menneen 5- tai 10-vuotiskauden (ed. kursiivilla) keskimääräinen kasvu kuoretta, k-m³/ha. — *The mean annual growth excl. bark of the past 5- or 10-year period (the former in italics), cu.m., solid measure, per ha.*

Liite I. (jatkoa) — *Appendix I. (continued)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
62	1/4	928	380	22.5	20.3	21.9	27.6	251	12.8	2 350	115	15	8.0
62	1/4	648	360	26.6	22.0	23.9	22.6	240	11.3	4 270	51	10	12.2
63	1/3	756	525	24.1	21.6	23.0	27.9	289	11.3	4 635	92	13	11.6
63	1/4	1 584	400	19.3	19.8	22.1	27.7	209	12.8	2 710	134	25	9.0
63	1/4	1 244	304	23.2	21.2	22.6	22.7	187	11.7	3 115	80	15	10.3
64	1/5	1 195	300	20.5	19.2	20.5	26.9	249	12.8	2 555	133	21	9.7
64	1/5	800	365	24.0	21.2	22.8	23.8	241	11.5	3 545	75	13	11.0
64	1/3	666	414	27.2	23.7	24.8	24.9	285	11.2	5 195	53	10	11.2
65	1/4	896	532	22.4	22.1	23.2	25.9	283	11.3	4 610	97	14	10.0
66	1/5	560	485	24.7	22.6	24.5	24.6	272	10.9	4 855	62	10	10.0
66	1/5	785	500	20.9	20.1	21.5	24.3	251	11.5	3 445	111	15	10.4
67	1/4	1 500	480	21.9	20.7	22.4	29.0	281	11.8	3 440	104	20	9.1
68	1/4	864	436	24.6	21.3	23.6	29.8	303	13.4	4 490	101	14	9.3
71	1/4	996	472	22.9	21.9	24.1	27.1	277	11.9	4 215	99	14	11.3
73	1/4	728	624	24.9	22.5	24.1	31.3	347	12.4	6 265	85	13	10.3
74	1/6	312	300	31.5	26.2	27.1	22.1	266	11.2	5 755	28	4	8.6
76	1/4	624	568	24.5	23.8	26.1	28.0	320	11.3	5 935	73	11	9.7
78	1/4	832	500	24.2	22.0	22.2	28.7	301	11.3	4 920	92	14	9.0
84	1/4	884	620	24.1	22.8	24.7	30.9	342	14.7	6 000	86	13	8.6
85	1/5	710	585	26.6	24.4	26.4	32.3	396	11.1	7 730	70	11	8.7
86	1/4	560	512	27.2	23.9	25.6	28.9	331	11.0	6 450	55	9	6.0
91	1/4	664	576	26.6	22.8	24.0	30.6	338	13.9	6 450	75	12	8.6
92	1/5	515	450	29.6	23.9	25.3	29.2	335	10.5	6 840	45	7	7.1
92	1/4	412	388	31.3	25.7	27.6	28.3	359	10.9	7 550	34	6	7.5
93	1/4	492	448	30.5	26.4	28.0	32.9	423	10.5	8 935	45	7	9.0
95	1/4	444	424	28.7	25.2	26.8	25.5	331	10.7	6 690	44	7	8.7
97	1/4	396	380	31.9	25.7	27.6	27.8	346	11.0	7 460	34	6	6.2
100	1/4	788	604	25.2	23.5	24.3	30.7	354	12.9	6 740	78	12	8.1
103	1/4	420	408	28.1	25.0	25.7	24.5	282	11.1	5 780	40	7	7.7
107	1/4	492	482	26.4	24.0	25.2	25.1	272	12.0	5 400	50	8	7.2
111	1/4	332	332	34.2	26.5	27.5	28.1	331	11.3	7 155	27	5	8.1
114	1/5	520	475	30.9	26.7	29.0	34.0	407	11.3	8 695	50	9	7.9
117	1/4	304	304	34.8	28.2	29.6	25.4	319	11.4	6 935	26	4	7.1
117	1/5	485	440	29.0	24.5	25.7	27.7	329	11.5	6 580	46	8	7.7

2. Mustikkatyyppi — *Myrtillus site type*

21	1/50	24 600	—	1.8	1.9	2.5	3.9	11	28.5	—	—	—	*1.8*
24	1/50	9 950	—	4.3	4.1	6.0	9.6	30	22.1	—	—	17	*4.2*
25	1/40	14 280	—	4.4	4.0	6.0	8.9	28	22.7	—	—	16	*4.1*
27	1/50	10 000	—	4.5	4.0	5.0	9.9	30	22.2	—	—	18	*4.1*
30	1/50	9 450	—	7.7	6.9	9.8	23.7	90	18.2	—	31	74	*7.2*
31	1/10	11 040	—	5.7	5.7	7.9	14.2	50	20.2	—	4	41	*4.1*
32	1/10	7 850	—	6.8	6.8	8.8	12.2	46	19.0	—	12	34	*5.2*
34	1/25	6 075	—	7.4	6.9	10.9	18.4	71	18.5	—	25	64	*7.0*
35	1/12	2 844	—	7.7	7.0	8.6	11.1	44	17.8	—	14	42	*5.3*
36	1/20	2 560	—	8.8	8.2	10.0	11.0	49	17.4	—	22	38	*6.3*
36	1/10	3 630	—	10.3	10.3	11.8	23.0	122	16.3	—	79	62	*10.8*

Liite I. (jatkoa) — *Appendix I. (continued)*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
39	1/20	2 140	—	10.8	11.1	13.6	15.4	92	14.9	—	56	40	*8.7*
39	1/6	2 350	12	11.1	11.5	14.5	18.3	112	15.4	50	80	44	*10.9*
39	1/6	2 478	42	14.5	9.4	11.4	25.5	120	17:9	145	104	35	*7.4*
44	1/10	2 770	10	12.4	12.0	14.5	18.2	111	15.1	40	83	25	*7.1*
45	1/10	2 300	30	12.3	11.7	14.1	21.7	135	15.2	130	94	45	*11.5*
46	1/5	3 310	75	13.5	13.5	16.7	22.0	136	15.0	330	98	39	6.4
46	1/10	2 090	—	11.9	9.8	11.7	20.8	111	15.0	—	89	42	8.5
46	1/10	3 390	10	12.5	12.8	14.5	20.5	132	14.8	55	94	38	*9.3*
47	1/10	3 260	—	11.9	11.1	14.2	21.7	129	14.9	—	89	52	9.9
50	1/5	2 325	130	16.9	15.8	18.2	24.3	189	15.0	790	142	29	9.7
52	1/5	2 215	210	15.3	17.6	20.8	24.5	202	13.0	1 100	151	36	8.6
53	1/4	1 596	84	15.8	14.8	16.9	23.1	171	14.0	580	128	28	8.0
54	1/5	1 440	135	16.1	16.8	20.0	23.3	185	13.7	875	153	29	7.0
56	1/5	1 885	110	15.5	15.2	19.0	21.7	161	14.0	540	137	29	9.5
57	1/10	1 280	30	15.4	14.5	15.7	20.5	152	13.8	150	136	25	8.0
59	1/5	2 160	125	16.1	17.5	19.4	28.3	231	13.3	690	201	37	9.2
60	1/5	1 475	255	16.6	17.8	19.8	24.3	215	12.6	1 180	160	28	9.0
61	1/5	2 160	135	16.1	15.6	17.8	23.9	187	13.7	790	149	27	9.4
62	1/4	600	392	26.6	21.0	22.0	24.3	240	11.6	4 330	59	8	8.3
62	1/5	890	160	18.0	17.8	19.2	19.8	175	12.7	1 020	132	17	8.1
65	1/5	1 290	125	16.7	16.1	19.3	24.9	208	12.7	770	162	25	8.7
66	1/4	1 424	448	20.1	20.5	22.0	28.0	252	11.5	4 540	127	23	9.9
69	1/5	1 125	460	21.7	20.8	22.1	28.1	269	11.7	3 660	103	20	8.2
69	1/4	844	376	19.1	19.6	21.2	21.6	212	12.1	2 350	123	16	9.8
69	1/4	1 084	212	18.2	18.0	19.7	25.2	236	12.2	1 295	173	21	11.4
70	1/5	1 120	385	20.7	18.8	21.0	29.6	270	12.0	2 720	144	22	8.6
70	1/4	860	408	20.4	19.6	21.5	24.0	228	11.6	2 630	119	15	10.3
71	1/4	1 420	240	18.8	17.5	20.0	24.0	209	12.4	1 640	123	20	7.9
72	1/5	1 445	395	19.7	17.9	19.2	34.0	295	15.5	2 340	178	26	9.1
73	1/4	684	468	23.9	21.4	22.4	23.2	241	11.3	4 055	67	11	9.6
74	1/5	1 050	540	19.8	21.1	22.0	28.8	297	11.6	3 490	163	20	8.8
79	1/4	860	508	22.8	20.6	21.9	27.7	274	10.7	4 055	93	18	6.9
79	1/5	1 075	455	20.1	19.1	21.0	27.8	252	12.2	2 870	133	20	6.7
80	1/4	916	396	20.8	19.5	22.7	27.2	257	12.3	2 770	139	16	7.3
81	1/5	1 290	445	22.1	20.2	21.0	31.1	295	13.7	3 440	132	21	9.9
85	1/5	635	510	25.2	22.6	24.4	27.4	302	11.3	5 295	74	11	8.8
85	1/5	615	540	26.5	22.8	25.7	30.0	319	11.7	6 045	64	10	7.4
87	1/4	660	488	24.0	21.2	23.0	25.7	267	11.0	4 490	72	12	7.1
92	1/5	900	480	27.1	23.8	24.7	28.7	305	11.2	5 820	62	11	8.2
95	1/4	644	448	21.2	21.1	23.8	21.1	230	11.4	3 550	89	12	6.9
99	1/4	688	584	25.4	23.6	24.8	30.6	352	11.0	6 490	76	11	7.3
104	1/4	552	496	27.0	23.5	24.6	27.6	316	10.7	6 240	61	8	7.8
116	1/5	445	385	28.2	24.2	25.4	23.9	280	11.6	5 740	40	7	6.6

STUDIES ON THE DECOMPOSITION OF FOREST LITTER BY BASIDIOMYCETES

BY

PEITSA MIKOLA

TUTKIMUKSIA METSÄKARIKKEIDEN HAJAANTUMISESTA KANTASIENIEN VAIKUTUKSESTA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1956

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Contents

	Page
Introduction	5
The ability of fungi to decompose litter	6
Synthesis of new organic matter	9
Susceptibility of litters to decomposition	11
Discussion	14
Literature cited	18
Selostus	20

Introduction

Decomposition of dead organic material in the soil is effected by many different organisms, such as Bacteria, Actinomycetes, Myxomycetes, Phycomycetes, Fungi Imperfecti, and the higher fungi *(Eumycetes)*. In addition, it is brought about, in one way or another, by Protozoa and some higher animals, e.g. worms, mites, and insects. The course of litter decomposition, i.e. its speed and intermediate and final products, depends on three main groups of factors, viz. the physical and chemical properties of the litter, the environmental conditions, and the organisms concerned. These factors, in their turn, are interdependent in many ways. Different opinions have been advanced on the significance of each individual factor in the decomposition of litter and in determining which of the main types of forest humus, mull and mor, is produced. In the early literature relating to forest soil the chief importance was accorded to the chemical properties of the litter and to the environment. Needle litter of conifers was thought to produce mor, leaf litter of deciduous trees mull. Furthermore, the formation of mor is known to be favoured by low temperature, poor aeration, acidity, and lack of nutrients, i.e. factors that slow down the activity of bacteria, whereas the formation of mull has been shown to be conditioned by moderate lime content of the soil and appropriate moisture and aeration. Likewise the role of the soil fauna, of earthworms in particular, in mull formation has been generally recognized. In recent decades, however, R o m e l l (1932, 1934) especially has stressed the influence of the composition of the soil microflora on the course of humus formation. After a comprehensive review of the literature concerning litter decomposition and forest humus formation, H a n d l e y (1954) considers that no single factor or group of factors alone can determine whether mull or mor is formed but the course of litter decomposition is controlled by widely different factors, which are still, to some extent, unknown.

The part played by the different groups of microbes in litter decomposition and in humus formation is still poorly known. The role of the higher fungi, both of the whole group and of individual species, in the processes concerned has been studied by only a few scientists. F a l c k (1923, 1930) was the first to draw attention to the ability of many soil

Basidiomycetes to break down lignin; this ability, which is absent in most other microbes, was previously known to be common in wood-destroying Basidiomycetes. Because needle and leaf litters contain a relatively high proportion of lignin, on the average 20—30 per cent (the figures given vary greatly depending on the analytical methods employed), and in leaves and needles the ratio lignin:cellulose is considerably higher than in stem wood, the microbial decomposition of lignin is an essential problem in studies on forest humus formation. Melin (1925), on the other hand, pointed out that the mycorrhiza-forming Basidiomycetes are incapable of utilizing cellulose or lignin but are dependent for their nutrition on the carbohydrates which they derive from their host trees. Thus, the Basidiomycetes in forest soil represent a physiologically heterogeneous group, and in order to determine their role in the life of the forest, thorough investigations into the physiology of individual species are needed (Romell 1939).

The susceptibility of plant remains to the action of fungi and the rate of their decomposition depend on many of their properties, e.g. contents of nitrogen, bases, lignin, and cellulose (Melin 1930, Broadfoot & Pierre 1939, Wittich 1939, Mikola 1954 b etc.). But there are probably some further as yet unknown properties of litter which govern the activity of microbes (Handley 1954; cf. also Melin 1946, Bublitz 1954 etc.).

The aim of the present paper is to throw some additional light on the problems of litter decomposition and of the role played by the Basidiomycetes in the microbiology of forest soil.

The experiments were carried out in 1954—55 in the Biological Laboratory of the Finnish Forest Research Institute. The author acknowledges the valuable assistance of Mr. Veikko Hintikka in laboratory work and the financial support obtained through the State Scientific Board (Valtion Luonnontieteellinen Toimikunta).

The ability of fungi to decompose litter

In recent years Lindeberg (1944, 1946, 1948), in particular, has studied the ability of soil-inhabiting Basidiomycetes to decompose litter and its main constituents, cellulose and lignin. Experimental studies have also been conducted by Norkrans (1944, 1950), Mikola (1954 a), Fries (1955) and others. These studies indicate that the ability to decompose lignin and cellulose is very common among forest soil fungi. More than 100 species of Basidiomycetes are so far known to be mycorrhiza-formers (Kalmàr 1952), but even some of these are able to decompose

at least cellulose (Norkrans 1950). Most saprophytic soil-inhabiting Basidiomycetes decompose both cellulose and lignin, although in general one of them better than the other. Fungi that decompose only one of these substances are exceptional; e.g. in pure culture experiments *Clavaria gracilis* (Lindeberg 1946) and *Coprinus atramentarius* and *C. comatus* (Fries 1955) decomposed only lignin, and *Marasmius chordalis* (Lindeberg 1944) and *Tricholoma personatum* (Norkrans 1950) only cellulose.

Fungi that break down lignin and cellulose can usually easily decompose the litter hemicelluloses (Waksman 1931, Robak 1942, Lindeberg 1944, Fries 1955).

The most active litter-decomposers have been found among the genera of *Marasmius*, *Mycena*, *Clitocybe*, *Collybia*, *Clavaria*, and *Stropharia*. Also many wood-destroying fungi that are usually found growing on stumps have decomposed litter effectively in laboratory experiments, e.g. species of *Polyporus*, *Flammula*, *Hypholoma*, and *Pholiota*, as well as *Armillaria mellea* (Lindeberg 1946, Mikola 1954 a).

Expt. 1. The aim of the following experiment was to obtain additional information on the ability of the commonest forest soil-inhabiting Basidiomycetes to break down litter. Furthermore, Basidiomycetes and other soil fungi were compared, with regard to their ability to decompose litter. Therefore some common moulds that are invariably met with in Finnish forest soils [1]) were included in the experiment.

The pure cultures of fungi were obtained by the tissue-culture method from sporophores; most of the strains had been isolated recently, some few were older (the year of isolation is given in Table 1). The moulds, all of which had been isolated in the previous summer, were kindly placed at the author's disposal by Mr. P. Hanioja of the Dept. of Microbiology of the University of Helsinki.

The litter materials used were pine needles and aspen leaves, which were gathered beneath trees in the autumn and stored in dry condition.

1 g of air-dry litter was put into a 150 ml erlenmeyer flask, the flask autoclaved and 10 ml of sterile water added. The flask was then inoculated with a piece of mycelium from an agar plate and stoppered with a cotton-wool plug. The experiment was started on Nov. 17, 1954, and discontinued on March 5, 1955; the incubation thus lasted 107 days. During incubation, the flask contents were turned over once (Dec. 15) and 5 ml of sterile water was added once (Jan. 16). At the end of the period the litters were removed from the flasks, dried for 2 days at 60° C and weighed.

Controls (3 flasks of both pine and aspen) were treated in the same way but without inoculation. The average weight of pine controls was 853.3 mg and that of aspen 821.2 mg; the pH of the pine controls was 4.3 and that of aspen 5.4. The results of the experiment are presented in Table 1.

---

[1]) Oral communication by Mr. P. Hanioja. According to him some of these moulds are among the most effective decomposers of cellulose.

Table 1. The loss of weight and colour change of pine needle and aspen leaf litter in 107 days when decomposed by different fungi.

Taulukko 1. Männyn ja haavan karikkeiden painon menetys ja värin muutos 107 päivän aikana eri sienien vaikutuksen alaisina.

Fungus and strain *Sienikanta*	Year of isolation *Eristämisvuosi*	Pine — *Mänty*					Aspen — *Haapa*				
		Loss of weight, % *Painon vähennys, %*			Decolorization *Värin vaalaneminen*	Final pH *Loppu-pH*	Loss of weight, % *Painon vähennys, %*			Decolorization *Värin vaaleneminen*	Final pH *Loppu-pH*
		Individual values *Määräarvot*		Mean *Keskiarvo*			Individual values *Määräarvot*		Mean *Keskiarvo*		
Armillaria mellea	1949	9.3	9.0	9.2	+	4.2	18.9	19.2	19.0	—	5.7
Clavaria ligula	1954	2.8	3.8	3.3	+	4.6	21.5	20.7	21.1	++	5.0
Clitocybe clavipes	1954	3.0	1.2	2.1	+	4.8	2.8	1.5	2.2	+	6.2
Collybia butyracea	1952	3.4	9.9	6.6	+	4.2	32.6	39.5	36.0	++	4.1
» *confluens*	1954	15.2	12.8	14.0	+	4.2	16.5	21.8	19.2	++	4.9
» *dryophila*	1948	15.9	18.5	17.2	+	3.5	45.0	47.6	46.3	++	3.9
» *rancida*	1954	29.8	26.9	28.4	++	3.8	56.7	57.0	56.8	++	4.1
» *tenacella*	1954	5.2	5.4	5.3	+	4.6	6.9	7.1	7.0	+	5.8
Cortinarius semisanguineus	1954	8.1	8.9	8.5	—	5.6	1.3	2.7	2.0	—	6.4
Cystoderma carcharias	1954	1.6	2.5	2.0	—	5.1	5.3	0	2.6	—	5.3
Flammula penetrans	1954	4.7	4.1	4.4	+	4.5	37.7	26.0	31.8	++	3.9
Hydnum rufescens	1954	2.8	0.2	1.5	—	5.9	0	0.2	0.1	—	6.4
Hypholoma sublateritium	1954	21.2	25.6	23.4	++	3.8	39.5	43.8	41.6	++	4.0
Laccaria laccata, 34	1952	7.9	5.9	6.9	—	6.0	9.9	8.9	9.4	—	6.8
» » *155*	1954	5.9	5.9	5.9	—	6.1	13.6	12.8	13.2	—	6.8
Marasmius androsaceus	1954	12.9	13.9	13.4	++	3.5	29.0	34.6	31.8	++	3.7
» *epiphyllus*	1954	5.8	5.3	5.6	—	6.0	11.8	9.4	10.6	—	6.6
» *perforans, 8*	1951	15.2	14.7	15.0	+	3.6	23.7	28.0	25.8	++	3.9
» » *102*	1954	14.5	14.8	14.6	+	3.4	31.0	42.1	36.6	++	4.1
Mycena clavicularis	1954	12.8	22.4	17.6	+	3.9	16.3	22.9	19.6	++	4.5
» *epipterygia*	1952	3.5	1.1	2.3	—	5.7	4.9		4.9	—	6.9
» *galopoda*	1954	15.9	13.5	14.7	+	3.7	26.9	27.0	27.0	++	3.9
» *metata*	1954	11.8	12.5	12.2	+	4.0	11.3	17.2	14.2	+	4.1
» *rosella*	1951	14.8	13.7	14.2	++	4.1	24.9	22.2	23.6	++	4.2
» *sanguinolenta*	1949	5.8	5.3	5.6	+	4.1	12.5	6.3	9.4	+	4.2
Paxillus involutus	1954	0.4	0.1	0.2	—	4.3	5.0	0.3	2.6	—	5.6
Stropharia depilata 112	1954	10.0	7.0	8.5	—	3.9	52.2	52.3	52.2	++	3.9
» » *116*	1948	7.0	7.1	7.0	+	4.2	53.4	29.0	41.2	++	4.3
Tricholoma inamoenum	1954	2.5	3.4	3.0	—	5.6	0	0	0	—	6.5
Mucor silvaticus	1954	6.2	5.3	5.8	—	5.9	11.7	7.0	9.4	—	6.9
Trichoderma viride	1954	2.0	0	1.0	—	5.3	3.8	7.0	5.4	—	6.0
Scopulariopsis costantini	1954	2.3	4.0	3.2	—	5.7	3.4	5.0	4.2	—	6.8
Mould no. 302 — *Home 302*	1954	4.8	2.8	3.8	—	5.3	3.5	4.2	3.8	—	5.6
Natural inoculum — *Sekamikrobisto*		6.7	6.8	6.8	—	5.8	18.0	13.8	15.9	—	7.3

Decomposition of lignin is usually indicated by decolorization of the litter. As is shown in Table 1, most of the fungi experimented upon probably broke down lignin. *Laccaria laccata* and *Mycena epipterygia* were the only effective decomposers lacking this ability. According to Lindeberg (1944) the ability of *Marasmius epiphyllus* to decompose lignin is weak; this is also confirmed by the above experiment. The common moulds

of forest soil seem to lack the ability to attack lignin. (According to Mr. Hanioja, *Trichoderma viride* and *Scopulariopsis costantini* are among the most effective cellulose-decomposers of forest soil, whereas this ability is very weak in *Mucor silvaticus*.)

As a wohle, the results presented in Table 1 agree well with the previous studies by Lindeberg and by the present author. The most effective litter-decomposers are found mainly in the genera of *Collybia*, *Marasmius*, and *Mycena*, i.e. among fungi with small and often cartilaginous sporophores. But even a big fleshy mushroom may be an active litter-decomposer, e.g. *Stropharia depilata*. Likewise xylophilous fungi (*Hypholoma sublateritium* and *Flammula penetrans* in the above experiment) broke down litter effectively.

Hydnum rufescens, *Paxillus involutus* and *Tricholoma inamoenum* grew poorly on litter or died out. Possibly they are mycorrhizal.

All fungi that decomposed litter broke down aspen leaves considerably faster than pine needles. This is true even regarding those fungi which in nature grow only in coniferous forests or on needle litter, such as *Clavaria ligula*, *Marasmius androsaceus*, *M. perforans*, *Mycena clavicularis*, and *M. rosella*. One can observe, however, that some fungi that broke down leaf litter actively, e.g. *Stropharia depilata*, could attack needle litter rather slowly, while *Mycena clavicularis*, which is found in pine forests only, decomposed needle litter at almost the same rate as aspen leaves.

When soil Basidiomycetes and common moulds are compared, one is struck by the much greater efficiency of many Basidiomycetes as litter-decomposers. Even a mixed population, which was obtained by mixing fresh forest humus and litter in water, reduced the weight of pine needles by 7 % and that of aspen leaves by 16 %, while the respective weight losses caused by the most active Basidiomycetes were 15—30 and 30—60 %.

Lignin decomposition and decolorization is also accompanied by increasing acidity of the litter. Probably in some cases a too high acidity slowed down or inhibited the activity of the fungi and decomposition of the litter. When the fungus was not able to attack lignin, the colour of the litter usually darkened and the acidity decreased. The rise in pH was greatest when the litter was decomposed by a mixed microbial population. Likewise in the experiments of Lindeberg (1944) the faster the acidity increased, the faster was the decomposition of lignin.

Synthesis of new organic matter

Decomposition of dead organic matter by microorganisms is always accompanied by an opposite process, the reproduction and growth of microbial cells. The amount of fungal tissue in relation to the mass of

decomposed litter may be quite considerable; thus, for instance, Romell (1935) and Lindquist (1937) have found by microscopical examination that living and dead mycelia often constitute the bulk of the humus layer in coniferous forests. In the laboratory experiments of Lindeberg (1944, 1946) and Mikola (1954 a), the relative decrease of both cellulose and lignin was much larger than the loss of total dry weight because the total weight includes considerable amounts of material built up by the fungi.

The weight of the substance produced by the fungus relative to that consumed, the economic coefficient, depends on various factors. In general the more favourable the conditions for the fungus, i.e. the better its supplies of carbon sources, amino acids, growth substances, etc., the higher this coefficient is.

Although the economic coefficient of any microbe may vary over a wide range, fungi in general have much higher coefficients than bacteria. According to the textbooks, the economic coefficient for fungi is usually 20—30 %, while for bacteria the coefficient is less than 10 %. These determinations have been made on a glucose substrate. Extremely high economic coefficients have been found in some fungi characteristic of mor humus, e.g. 0.65 in pseudomycorrhizal *Mycelium radicis atrovirens* (Melin 1946) and 0.56 in the well known mycorrhizal fungus *Cenococcum graniforme* (Mikola 1948).

The figures below show the economic coefficients of some forest soil fungi. These figures were obtained by growing fungi in nutrient solution with glucose as carbon source. The initial glucose concentration of the substrate was 0.5 % (the total amount of glucose per flask was 125 mg). The economic coefficient changed with increasing age of the culture and with decreasing concentration of the available glucose; these problems, however, were not studied in greater detail. The figures below show the usual range of economic coefficients of some forest soil Basidiomycetes.

Amanita porphyrea	0.26
Boletus bovinus	0.23 — 0.25 [1]
» *elegans*	0.28
» *luteus*	0.27
» *rufus*	0.24 — 0.35 [1]
» *scaber*	0.22 — 0.30 [1]
» *subtomentosus*	0.13 — 0.26 [1]
» *variegatus*	0.24 — 0.27 [1]
Cenococcum graniforme	0.40 — 0.49 [1]

[1]) Several strains.

Clavaria ligula	0.31
Collybia confluens	0.21
Cortinarius armillatus	0.26
Elaphomyces granulatus	0.37
Mycena galopoda	0.37
» *lineata*	0.36
» *rosella*	0.25 — 0.31
» *sanguinolenta*	0.31
Pholiota mutabilis	0.16
Tricholoma flavobrunneum	0.21

As is seen, under experimental conditions the fungi usually synthesized new substances corresponding to 20—40 per cent of the glucose consumed, sometimes even more. Because glucose is a very favourable carbon source for most fungi, the economic coefficients are presumably lower if more resistant substances, such as lignin or cellulose, are decomposed.

At the end of an experiment, where *Collybia dryophila* grew on moss litter (*Rhytidiadelphus triquetrus*), the aerial mycelium of the fungus was carefully separated from the remaining mass and weighed. The initial dry weight of the moss was 865 mg and after 111 days the aerial mycelium weighed 87 mg and the remainder 309 mg. Furthermore, if it is assumed that 50 per cent of the total mycelium produced was aerial, then the weight loss of moss litter was 643 mg and 174 mg of new material was synthesized; accordingly the economic coefficient amounts to 0.27. If only the aerial mycelium is considered, the economic coefficient is 0.16. This is only a single preliminary experiment, but it shows that when growing on natural litter, fungi may have an economic coefficient of roughly the same order as when growing in a nutrient solution with glucose.

Susceptibility of litters to decomposition

Numerous experiments both in the field and in the laboratory have shown that the litters of different plant species decompose at very different rates. In laboratory experiments (e.g. Melin 1930, Mikola 1954 b) decomposition has usually been effected by a natural microbial population, a certain differentiation taking place during prolonged decomposition, depending upon the properties of the litter (Mikola & Hintikka 1956). As a supplement to the previous results, the following experiment was arranged, to compare the decomposition rates of different litters when decomposed by pure cultures of known species of fungi.

Table 2. The loss of weight and change of pH of litters after 111 days under the influence of different fungi.

Taulukko 2. Karikkeiden painon vähennys ja pH:n muutos eri sienien vaikutuksesta 111 päivässä.

Kind of litter *Karikelaji*	Initial pH *Alku-pH*	*Collybia dryophila*				*Mycena clavicularis*				*Laccaria laccata*			
		Loss of weight, % *Painon vähennys, %*			Final pH *Loppu-pH*	Loss of weight, % *Painon vähennys, %*			Final pH *Loppu-pH*	Loss of weight, % *Painon vähennys, %*			Final pH *Loppu-pH*
		Individual values *Primääri-arvot*		Mean *Keskiarvo*		Individual values *Primääri-arvot*		Mean *Keskiarvo*		Individual values *Primääri-arvot*		Mean *Keskiarvo*	
Pinus silvestris	4.1	23.3	18.3	20.8	3.5	15.6	18.2	16.9	4.0	9.5	10.0	9.8	6.0
Picea abies	3.7	26.2	31.8	29.0	3.3	24.6	25.6	25.1	3.8	7.2	7.9	7.6	6.1
Larix sibirica	3.8	51.0	55.5	53.2	4.0	23.1	22.8	23.0	4.3	9.3	9.0	9.2	5.7
Betula verrucosa	5.0	47.0	49.2	48.1	3.8	46.9	27.6	37.2	4.3	15.0	18.3	16.6	6.8
» *pubescens*	5.1	67.2	58.0	62.6	4.1	51.3	53.4	52.4	4.1	12.2	18.8	15.5	6.1
Populus tremula	5.4	53.7	54.0	53.8	3.8	33.6	33.1	33.4	4.5	24.0	26.3	25.2	6.7
Alnus incana	5.8	65.9	65.0	65.4	4.9	40.3	37.6	39.0	4.9	24.7	20.9	22.8	7.1
» *glutinosa*	4.9	54.1	65.1	59.6	4.5	40.7	49.7	45.2	4.7	30.2	30.3	30.2	6.6
Salix caprea	5.4	58.3	52.8	55.6	4.6					29.4	28.8	29.1	7.8
Acer platanoides	4.8	55.5	51.7	53.6	4.8	47.1	43.9	45.5	4.8	30.6	32.9	31.8	7.3
Tilia cordata	5.0	46.6	46.3	46.4	3.9	34.3	30.8	32.6	4.1	19.1	19.1	19.1	6.8
Fraxinus excelsior	5.7	55.4	40.9	48.2	5.2					39.4	33.9	36.6	8.0
Rhamnus frangula	4.7	70.0	68.8	69.4	6.2					63.5	66.5	65.0	7.8
Vaccinium myrtillus	4.1	60.9	63.8	62.4	4.1	31.6	31.8	31.7	4.4	17.0	17.0	17.0	6.3
Deschampsia flexuosa	4.9	65.6	66.0	65.8	4.6	31.7	33.1	32.4	4.9	34.4	39.5	37.0	6.1
Dryopteris linneana	5.4	52.9	52.5	52.7	4.2					10.4	8.3	9.4	6.0
» *austriaca*	5.7	0	0	0	5.7					16.2	24.2	20.2	6.7
Geranium silvaticum	4.2	55.2		55.2	3.6	27.6	31.2	29.4	4.1	9.2	9.5	9.4	4.1
Rubus idaeus	5.3	65.2	64.9	65.0	6.3					47.9	47.3	47.6	7.3
Filipendula ulmaria	5.4	55.3	50.0	52.6	6.3					26.8	25.5	26.2	7.0
Mercurialis perennis	5.3	46.3	48.4	47.4	6.3					47.7	49.7	48.7	8.3
Pleurozium schreberi	4.3	54.8	51.2	53.0	3.6	26.2	25.5	25.8	4.1	14.2	15.3	14.8	6.4
Hylocomium splendens	4.3	55.8	49.8	52.8	3.7	16.1	29.0	22.6	4.0	13.6	12.2	12.9	6.5
Rhytidiadelphus triquetrus	4.8	54.2	58.0	56.1	3.6	22.1	20.6	21.4	4.3	12.7	14.4	13.6	6.8
Sphagnum girgensohnii	3.9	29.8	30.4	30.1	4.2					6.2	8.4	7.3	5.0

Expt. 2. According to Expt. 1, the three species of fungi selected represent different types of effective decomposers, viz.

1. *Collybia dryophila*: a very effective lignin-decomposer growing mainly in deciduous forests; under its influence litters lose colour and the pH decreases steeply.

2. *Mycena clavicularis*: like the former but growing in pine forests only and breaking down needle litter.

3. *Laccaria laccata*: a fast-growing and very common, almost ubiquitous species, probably unable to break down lignin; under its influence the litter darkens and the pH rises.

The experiment was arranged as follows: 1 g of air-dry litter was put into a 150 ml erlenmeyer flask and autoclaved. Then 10 ml of sterile water was added and the flask was inoculated with a piece of mycelium from an agar plate. The experiment was started on Dec. 1, 1954; half of the flasks were examined on March 22

Table 3. The loss of weight and change of pH of litters after 157 days under the influence of different fungi.

Taulukko 3. Karikkeiden painon vähennys ja pH:n muutos eri sienien vaikutuksesta 157 päivässä.

Kind of litter *Karikelaji*	Initial pH *Alku-pH*	*Collybia dryophila*				*Laccaria laccata*			
		Loss of weight, % *Painon vähennys, %*			Final pH *Loppu-pH*	Loss of weight, % *Painon vähennys, %*			Final pH *Loppu pH*
		Individual values *Määräri arvot*		Mean *Keski-arvo*		Individual values *Määräri arvot*		Mean *Keski-arvo*	
Pinus silvestris	4.1	25.7	19.3	22.5	3.1	11.0	10.1	10.6	5.6
Picea abies	3.7	38.7	41.0	39.8	3.3	8.3	9.7	8.0	5.8
Larix sibirica	3.8	58.5	61.4	60.0	3.6	7.9	8.5	8.2	5.3
Betula verrucosa	5.0	58.6	56.3	57.4	3.8	17.2	19.0	18.1	6.4
» *pubescens*	5.1	75.5	71.9	73.7	4.8	15.9	17.0	16.4	5.5
Populus tremula	5.4	63.6	67.3	65.4	3.9	24.3	25.2	24.8	6.6
Alnus incana	5.8	69.8	73.7	71.8	5.4	27.6	25.5	26.6	6.5
» *glutinosa*	4.9	67.1	66.4	66.8	5.0	29.5	32.6	31.0	6.1
Acer platanoides	4.8	59.6	61.2	60.4	4.7	32.5	35.3	33.9	6.2
Tilia cordata	5.0	55.5	59.1	57.3	3.6	14.7	19.7	17.2	6.1
Vaccinium myrtillus	4.1	70.7	72.4	71.6	4.2	16.7	18.4	17.6	5.9
Deschampsia flexuosa	4.9	70.1	65.0	67.6	4.3	39.7	44.3	42.0	5.6
Geranium silvaticum	4.2	57.3	59.2	58.2	3.5	11.5	9.7	10.6	4.4
Pleurozium schreberi	4.3	58.8	59.7	59.2	3.5	17.9	14.2	16.0	5.9
Hylocomium splendens	4.3	52.7	53.7	53.2	3.2	9.2	13.2	11.2	6.4
Rhytidiadelphus triquetrus .	4.8	59.8	61.4	60.6	3.5	11.4	10.5	11.0	6.2

(age 111 days), and the other half on May 7, 1955 (age 157 days). Once during incubation the litters were turned in the flasks (Jan. 13) and once 10 ml of water were added to make up for evaporation (Feb. 14). The flasks were kept at room temperature and plugged with cotton-wool. At the end, the litters were removed from the flasks and dried for 48 hours at 60° C. The controls (2 flask of each kind of litter) received the same treatment but without inoculation. Litters of both conifer and broadleaf trees were experimented upon, as well as herbs and mosses of mor and mull forming vegetation. 12 flasks of each of the 16 species of litter were treated as follows: 4 of them were inoculated with *Collybia*, 4 with *Laccaria*, 2 with *Mycena*, and the remaining 2 used as controls. Furthermore, of 6 flasks of each of another 9 species of litter, 2 were inoculated with *Collybia*, 2 with *Laccaria*, and 2 used as controls.

The results of the experiment are presented in Tables 2 and 3.

As is seen in the tables, the lignin-decomposing *Collybia dryophila* and *Mycena clavicularis* are much more effective than *Laccaria laccata*. The decomposition carried out by *Laccaria* seems to cease soon, for the weight reduction of most litter types was no bigger in 157 days than it was in 111 days, while decomposition by *Collybia* continued at unaltered speed throughout the experiment.

Although *Collybia* and *Laccaria* are evidently physiologically quite different, only slight differences exist in the relative susceptibility of

different litters to decomposition by the two fungi. Both fungi affected *Sphagnum* moss and coniferous needles slowest, while the substrates most rapidly decomposed were the leaves of some herbs and trees growing on mull soil, such as *Rhamnus frangula* and *Rubus idaeus*. However, some clear differences could be detected. Thus, *Collybia dryophila* (as well as *Mycena clavicularis*) broke down the acid litters of mor plants, such as *Hylocomium* moss and blueberry, birch, and aspen leaves, almost as fast as the tree and herb leaves of mull forests, while *Laccaria* decomposed the latter considerably faster (cf. e.g. *Fraxinus excelsior* and *Mercurialis perennis*).

The relative facility with which *Collybia dryophila* decomposes larch litter deserves attention. In several field and laboratory experiments (Wittich 1939, Bornebusch 1946, Viro 1955) larch needles have been decomposed with great difficulty, but *Collybia butyracea* also attacks them actively (Mikola 1954 a).

In general, the fungi were able to attack all litters that were given to them. The only exception was *Dryopteris austriaca* on which *Collybia dryophila* failed to grow. The high resistance of ferns, even those growing on mull soils, has been pointed out in previous studies (Melin 1930, Mikola 1954 b), and likewise in the above experiment *Laccaria laccata* attacked *Dryopteris linneana* leaves remarkably slowly.

In the above experiment both *Collybia dryophila* and *Mycena clavicularis* decomposed *Betula pubescens* leaves faster than *Betula verrucosa* leaves, while with *Laccaria laccata* the rates of decomposition of the two birch species were approximately equal.

Discussion

The role of the Basidiomycetes in the decomposition of forest litter and in the formation of different humus types is a complicated problem. The following results of investigations may be considered:

1. The ability of different fungal species to break down litter varies greatly. Many Basidiomycetes, e.g. species of *Marasmius*, *Mycena*, *Collybia*, *Hypholoma*, and *Stropharia*, are very effective. In pure culture experiments they have decomposed litter considerably faster than have the common moulds and bacteria of forest soil.

2. The great majority of saprophytic Basidiomycetes decompose both cellulose and lignin. The most effective species usually prefer lignin, this preference being indicated by decolorization of litter and increasing acidity. Some species, however, are incapable of decomposing lignin, e.g. *Laccaria laccata*; their activity gives rise to a darkening of the litter and decreasing acidity.

3. The common soil moulds and bacteria — at least most of them — are incapable of attacking lignin. Under their influence the litter darkens and the acidity decreases.

4. Profuse formation of new cell substance, corresponding to some 30 %, sometimes even to more than 50 % of the decomposed mass, is characteristic of the activity of fungi. Basidiomycetes do not differ from other fungi in this respect.

When litter is decomposed in forest soil or by natural microbial populations in the laboratory, its colour becomes darker and the pH rises, and the percentage of lignin increases because the rate of its decomposition is less than that of the other constituents. Accordingly, the course of decomposition resembles that produced by pure cultures of *Laccaria* or *Trichoderma*. Although *Collybia dryophila* and similar fungi are more effective decomposers, in nature they have to give way — at least in the early stages — to rapidly growing and richly sporulating moulds. Probably later on when the moulds and bacteria have used up the soluble and easily hydrolyzed carbohydrates, the lignin-decomposing Basidiomycetes attain more importance. Such an assumption is supported by the changes in the pH of decomposing litter in nature. After leaf-fall the pH of the litter at first rises and may continue to rise even after the first winter (M i k o l a 1954 b, p. 13), but later on the acidity increases and the final product of decomposition, the raw humus, is usually more acid than the initial litter material.

In connection with the above experiments some flasks were inoculated both with *Collybia dryophila* and with *Laccaria laccata*. No balanced symbiosis was established between the fungi, however, but the fast-growing and sporulating *Laccaria* rapidly covered the litter completely and in some cases *Collybia* died. In most cases, however, the activity of *Collybia* became visible after a month or two, when *Laccaria* had probably utilized all the material available for it, and after that time *Collybia* continued normal growth. As an example, below are the losses in weight after 190 days and the final pH (control 4.7) of four portions of aspen-leaf litter which were simultaneously inoculated with the two fungi.

	Loss of weigt, %	Final pH
1	64.4	4.6
2	50.7	4.0
3	18.2	6.2
4	20.3	6.6
Collybia alone	58.3	4.5
Laccaria alone	20.6	6.7

At the end of the experiment flasks 1 and 2 were approximately similar to those where *Collybia* grew alone, while in flasks 3 and 4 it was seen

that *Collybia* had very small effect, if any; the fungus, however, was evidently still alive.

Accordingly, in the decomposition of litter in nature and in the formation of forest humus the most active organisms during the initial phases are the bacteria and fast-growing moulds (e.g. *Penicillia*, *Mucor*, *Trichoderma*, *Pullularia*) and also some Basidiomycetes (e.g. *Laccaria laccata*, *Marismius epiphyllus*) while later on the role of the Basidiomycetes increases. On the basis of field observations, however, it seems likely that at least the principal decomposers of needle litter are Basidiomycetes (*Marasmius perforans*, *M. androsaceus*, *Mycena clavicularis*). In acid raw-humus there are always, it is true, plenty of bacteria too (Boswell & Goves 1946; Gyllenberg, Hanioja & Vartiovaara 1954); the neutral mull soil of deciduous forests and meadows likewise contains a specific flora of Basidiomycetes (Wilkins & Patrick 1940; Warcup 1951); however, it seems evident that in litter decomposition the Basidiomycetes play a more important role in coniferous forests and mor soil than in mull soil.

Falck (1923, 1930) was the first to present a theory that the formation of the different humus types, mull and mor, depended on the organisms concerned, the brown-rot fungi, i.e. the fungi that decompose cellulose only, producing mor, and the lignin-decomposing white-rot fungi mull. The acidity, inactivity, and others less desirable properties of mor were attributed to lignin, and accordingly it was assumed that inert raw humus would be activated by lignin decomposition. Recent investigations do not support this theory. The following facts rather suggest the contrary: 1) Lignin-decomposing fungi increase the acidity of the litter substrate, while cellulose-decomposing fungi decrease it. 2) Many common fungi characteristic of coniferous forests with mor humus, are typical lignin-decomposers (e.g. *Clavaria ligula*, *Marasmius perforans*). The bulk of the microbial population of mull soil consists of bacteria that are incapable of attacking lignin.

In well-decomposed mor, the initial cell structure of the vegetable debris is still visible, in other words the cell walls (cellulose) are partly undecomposed, while mull contains a large amount of amorphous dark humus substance, which consists mainly of the lignin and proteins of plant remains, while the cellulose has disappeared. Handley (1954) points out the occurrence of what he calls masked cellulose in mor. Furthermore, Wittich (1952) stress the importance of the so-called true humus substances (»echte Humusstoffe») in mull, originating in lignin and proteins, while in mor true humus substances are missing.

Differences in speed of decomposition are often considered an essential difference between mull and mor. These would be due to differences in

either the chemical composition of the litter or in the environmental conditions.

Handley (1954), in his critical survey of factors affecting the formation of mull and mor, has pointed out that no single factor alone (e.g. climate, soil, topography) can determine whether mull or mor is formed, the best correlation, however, being found between humus type and vegetation, i.e. plant species that produce litter. Plants can be roughly divided into mull-forming and mor-forming species, although even the same species (e.g. beech) can produce mull in one environment and mor in another.

It is hard, on the other hand, to find any consistent difference in the chemical composition of mull-forming and mor-forming litter. Litters that build up mor, e.g. coniferous needles, are acid and poor in nitrogen, it is true, but even among mull-forming plants species are found which produce litter that is both acid and poor in nitrogen. As is seen in Table 2, litters of mull-forming plants decompose faster, especially under the influence of a »mull-fungus» (*Laccaria laccata*); on the other hand a »mor-fungus» can decompose the litter of mor-forming plants at almost the same rate as that of mull-plants (e.g. *Collybia* rapidly decomposed the litters of larch, blueberry and *Hylocomium*).

Romell (1932, 1935) strongly opposed the theory that the differences between mull and mor were caused by different rates of decomposition; he showed that the carbon dioxide evolution is approximately the same in both humus types. The above results seem to confirm his view. If litter decomposition in deciduous forests on mull soil is faster than in coniferous forests, the reason is to be found in differences in vegetation and in litter, while the organisms that carry out decomposition in mor, mainly Basidiomycetes and other fungi, are at least as effective as the microorganisms of mull.

The theory of faster decomposition in mull is also based on the fact that active mobilization of nitrogen takes place in mull, while in mor it is almost lacking. The slow rate of nitrogen mobilization, however, does not necessarily indicate a slow rate of decomposition itself. When *Collybia* and other similar very active fungi with a profuse production of mycelium, decompose litter that is initially poor in nitrogen, the available nitrogen is used to synthesize new cells, and very little of it can be liberated in the form of ammonia or nitrate. Accordingly the absence of nitrogen mobilization in mor may be due to the activity and high economic coefficient of the organisms decomposing the litter of conifers and other mor vegetation. This explanation also accounts for the other characteristic feature of mor, viz. that the living mycelium constitutes an essential part of the organic matter of the soil.

Literature cited

Boswell, J. G. & Goves, D. J. 1946. The microbiology of acid soils. I. »Mor» bearing *Pinus sylvestris* and *Betula pubescens*. — New Phytol. 45.

Broadfoot, W. M. & Pierre, W. H. 1939. Forest soil studies: I. Relation of rate of decomposition of tree leaves to their acid-base balance and other chemical properties. — Soil Sci. 48: 329—348.

Bublitz, W. 1954. Über keimhemmende und antibakterielle Substanzen im Bodenwasser der Fichtenstreu. — Naturwissensch., 42: 502—503.

Falck, R. 1923. Erweiterte Denkschrift über die Bedeutung der Fadenpilze für die Nutzbarmachung der Abfallstoffe zur Baumernährung im Walde und über die Möglichkeit einen nachträglichen pilzlichen Aufschliessung des Trockentorfs. — Mykol. Unters. u. Ber. 2: 38—72.

—»— 1930. Nachweise der Humusbildung und Humuszehrung durch bestimmte Arten höherer Fadenpilze im Waldboden. — Forstarchiv, 6: 366—377.

Fries, L. 1955. Studies in the physiology of *Coprinus*. I. Growth substances, nitrogen and carbon requirements. — Sv. Bot. Tidskr. 49: 475—535.

Gyllenberg, H., Hanioja, P. & Vartiovaara, U. 1954. Observations on the composition of the microbial population in some virgin soils. — Acta Forest. Fenn. 62.

Handley, W. R. C. 1954. Mull and mor formation in relation to forest soil. — For. Comm. Bull. 23.

Kalmár, Z. 1952. A kalaposgombák mykorrhiza-kapcsolatainak gyakorlati jelentösege. — Erdesz. Tud. Int. Evk. 2: 277—291.

Lindeberg, G. 1944. Über die Physiologie ligninabbauender Bodenhymenomyzeten. — Symb. Bot. Upsal. 8:2.

—»— 1946. On the decomposition of lignin and cellulose in litter caused by soil-inhabiting Hymenomycetes. — Arkiv f. Bot. 33 A: 10.

—»— 1948. On the occurrence of polyphenol oxidases in soil-inhabiting Basidiomycetes. — Phys. Plant. 1: 196—205.

Lindquist, B. 1937. Om några parasitiska marksvampar i nordsvenska råhumusmarker. — Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr. 289—317.

Melin, E. 1925. Untersuchungen über die Bedeutung der Baummykorrhiza. — Jena.

—»— 1930. Biological decomposition of some types of litter from North American forests. — Ecology, 11: 72—101.

—»— 1946. Der Einfluss von Waldstreuextrakten auf das Wachstum von Bodenpilzen, mit desonderer Berücksichtigung der Wurzelpilze von Bäumen. — Symb. Bot. Upsal. 8:3.

Mikola, P. 1948. On the physiology and ecology of *Cenococcum graniforme* especially as a mycorrhizal fungus of birch. — Comm. Inst. Forest. Fenn., 36,3.

Mikola, P. 1954 a. Metsämaan kantasienien kyvystä hajoittaa neulas- ja lehtikarikkeita. (Summary: Experiments on the ability of forest soil Basidiomycetes to decompose litter material.) — Ibid. 42,7.

—»— 1954 b. Kokeellisia tutkimuksia metsäkarikkeiden hajaantumisnopeudesta. (Summary: Experiments on the rate of decomposition of forest litter.) — Ibid. 43,1.

Mikola, P. & Hintikka, V. 1956. The development of a microbial population in decomposing forest litter. — Ibid. 46,5.

Norkrans, B. 1944. Om mykorrhizabildande och rent saprofytiska *Tricholoma*-arternas fysiologi. — Sv. Bot. Tidskr. 38: 121—122.

—»— 1950. Studies in growth and cellulolytic enzymes of *Tricholoma*. — Symb. Bot. Upsal. 11:1.

Robak, H. 1942. Cultural studies in some Norwegian wood-destroying fungi. — Medd. fra Vestlandets Forstl. Forsöksstation, 25.

Romell, L-G. 1932. Mull and duff as biotic equilibria. — Soil Sci. 34: 161—188.

—»— 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. Barrskogens marksvampar och deras roll i skogens liv. (Summary: Soil fungi of softwood forests and their role in the forest life.) — Sv. Skogsvårdsf. Tidskr. 37: 348—375.

Viro, P. J. 1955. Investigations on forest litter. — Comm. Inst. Forest. Fenn., 45,6.

Waksman, S. A. 1931. Decomposition of the various chemical constituents etc. of complex plant materials by pure cultures of fungi and bacteria. — Arch. Mikrobiol., 2: 136.

Warcup, J. H. 1951. The ecology of soil fungi. — Trans. Brit. Myc. Soc. 34.

Wilkins, W. H. & Patrick, S. H. M. 1940. The ecology of larger fungi: IV. The seasonal frequency of grassland fungi with special reference to environmental factors. — Ann. Appl. Biol. 27.

Wittich, W. 1939. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand. — Forstarchiv, 15: 96—111..

—»— 1952. Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde. — Schriftenreihe d. Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen, B. 4.

TUTKIMUKSIA METSÄKARIKKEIDEN HAJAANTUMISESTA KANTASIENIEN VAIKUTUKSESTA

Selostus

Johdanto

Metsäkarikkeiden hajaantumisen l. maatumisen kulku, ts. sen nopeus sekä väli- ja lopputulokset, riippuu kolmesta tekijäryhmästä, nim. karikkeiden ominaisuuksista, ympäristöolosuhteista ja hajoitusta suorittavista organismeista. Hajoitusta suorittavan eliöstön koostumus ja määrä taas riippuu osittain sekä karikkeiden laadusta että ympäristötekijöistä.

Metsähumusta erotetaan kahta tyyppiä, kangashumusta ja multaa, ja on paljon käsitelty kysymystä, mitkä tekijät määräävät, mitä tyyppiä kulloinkin syntyy. Handley (1954) on perusteellisessa kirjallisuuskatsauksessa todennut, että mikään tekijä tai tekijäryhmä ei yksin määrää, syntyykö kangashumusta vai multaa, vaan tämä seikka riippuu samanaikaisesti hyvin monista ja osittain vielä tuntemattomista tekijöistä.

Eri mikrobiryhmien osuus ja merkitys karikkeiden hajoituksessa ja erilaisten humustyyppien synnyssä on toistaiseksi vähän tunnettu. Metsämaan kantasienet (*Basidiomycetes*) on fysiologisesti sangen heterogeninen ryhmä, sillä mykoritsasienet eivät yleensä pysty käyttämään hyväkseen selluloosaa ja ligniiniä (Melin 1925), kun taas monilla muilla lajeilla tämä kyky on hyvin voimakas (Falck 1923, Lindeberg 1946).

Selostettavan tutkimuksen tarkoituksena on hankkia lisävalaistusta kysymyskompleksiin, miten karikkeiden hajaantuminen ja humuksen synty metsässä tapahtuu sekä erityisesti, mikä on kantasienien osuus tässä prosessissa.

Sienien kyky hajoittaa karikkeita

Taulukossa 1 on esitettynä tuloksia puhdasviljelmäkokeesta, jossa useiden sienilajien annettiin hajoittaa männyn ja haavan karikkeita. Tulokset ovat yhdenmukaisia aikaisempien tutkimusten (Lindeberg 1944, 1946, 1948; Norkrans 1944, 1950; Mikola 1954; Fries 1955) kanssa ja täydentävät niitä. Tehokkaimmat karikkeiden hajoittajat tavataan suvuissa *Collybia*, *Marasmius* ja *Mycena*, mutta myös suurikokoiset mehevät sienet voivat hajoittaa voimakkaasti karikkeita (esim. *Stropharia depilata*), samoin monet ksylofiileiksi tunnetut lajit.

Kaikki kokeillut lajit, myös vain havumetsissä tavattavat, hajoittivat haavan lehtiä nopeammin kuin männyn neulasia.

Huomiota herättää se seikka, että kokeessa monet kantasienet ovat hajoittaneet karikkeita monin verroin voimakkaammin kuin metsämaasta eristetyt homeet, vieläpä metsämaan homeiden ja bakteerien sekapopulaatio.

Useimmat kantasienet hajoittavat sekä ligniiniä että selluloosaa. Osoituksena voimakkaasta ligniinin hajoituksesta on karikkeiden värin vaaleneminen ja happamuuden lisääntyminen.

Uuden soluaineen synteesi

Mikrobien hajoittaessa kuollutta orgaanista ainetta syntyy samalla uutta elävää solukkoa. Hajoitetun ja uuden syntetisoidun aineen painosuhde, ns. ekonominen koeffikientti, on sienillä sangen korkea, jopa yli 0.50. Sivv. 10—11 on esitetty muutamien metsämaan kantasienien ekonomisia koeffikientteja sienen kasvaessa glukoosipitoisessa ravintoliuoksessa. *Collybia dryophila*lla suoritettu orientoiva koe osoitti, että ekonominen koeffikientti on jokseenkin samaa suuruusluokkaa myös sienen kasvaessa metsäkarikkeilla.

Karikkeiden hajaantumisalttius

Kokeita eri puu- ym. kasvilajien karikkeiden hajaantumisen nopeudesta sekä luonnossa että laboratoriossa on tehty melko runsaasti. Ko. kokeissa on hajoitusta suorittanut luonnollinen sekamikrobisto. Taulukoissa 2 ja 3 on esitettynä tuloksia kokeista, joissa kolme sienilajia on aseptisissa oloissa hajoittanut erilaisia karikkeita. Kokeilluista sienistä *Collybia dryophila* ja *Mycena clavicularis* ovat aktiivisia ligniinin hajoittajia, kun taas *Laccaria laccata*lta ko. kyky todennäköisesti puuttuu. *Laccaria laccata* hajoitti lehtokasvien karikkeita huomattavasti nopeammin kuin kangasmetsien kasvien karikkeita, mutta toisten sienien kohdalla ero ei ollut yhtä selvä.

Tulosten tarkastelua

Tarkasteltaessa kantasienien merkitystä karikkeiden hajoittajina ja niiden osuutta erilaisten humustyyppien synnyssä voidaan lähteä seuraavista tähänastisten tutkimusten antamista tuloksista:

1. Eri sienilajien kyky vaihtelee hyvin suuresti. Monet kantasienet esim. suvuissa *Collybia*, *Marasmius*, *Mycena* ja *Stropharia* hajoittavat karikkeita paljon tehokkaammin kuin kokeissa vertausorganismeina käytetyt homesienet ja bakteerit.

2. Saprofyyttiset kantasienet hajoittavat yleensä sekä selluloosaa että ligniiniä, useimmat kuitenkin ligniiniä nopeammin, mistä osoituksena on värin vaaleneminen ja happamuuden lisääntyminen. On kuitenkin myös saprofyyttisiä kantasieniä, jotka eivät hajoita ligniiniä.

3. Metsämaan tavalliset homeet ja bakteerit eivät hajoita ligniiniä. Niiden toiminnalle on ominaista karikkeiden värin tummeneminen ja happamuuden väheneminen.

4. Kanta- kuten muidenkin sienien hajoitustoiminnalle on ominaista, että uutta soluainesta syntyy runsaasti, joskus jopa yli 50 % hajoitetun määrästä.

Karikkeiden hajaantuminen luonnossa tapahtuu todennäköisesti niin, että aluksi tärkeimpinä organismeina ovat bakteerit sekä nopeakasvuiset ja nopeasti lisääntyvät homeet — mistä osoituksena on mm. värin tummeneminen ja pH:n nousu — mutta myöhemmin ligniiniä hajoittavien kantasienien merkitys lisääntyy.

Falck (1923) esitti aikanaan teorian, jonka mukaan kangashumuksen muodostumisessa pääosaa näyttelisivät selluloosan hajoittajat, (tumman lahon aiheuttajat), kun taas multaa muodostavat organismit hajoittaisivat sekä selluloosaa että ligniiniä. Uudemmat tutkimukset eivät tue tätä teoriaa, vaan viittaavat pikemmin päinvas-

taiseen. Niinpä ligniinin hajoitukselle on ominaista happamuuden lisääntyminen — samoin kangashumus on hapanta — ja monet nimenomaan kangashumusmaille ominaiset sienet (esim. *Marasmius perforans* ja *Clavaria ligula*) ovat tehokkaita ligniinin hajoittajia. Kangashumuksessa säilyy kasvinjätteiden solurakenne sangen kauan, ts. selluloosarunko on jäljellä. Samoin Handley (1954) on kiinnittänyt huomiota ns. »naamioidun» selluloosan olemassaoloon kangashumuksessa, kun taas mullan olennaisena osana ovat ligniinipitoiset »oikeat humusaineet» (Wittich 1952).

Kaikesta päättäen kantasienillä on kangashumuksessa tärkeämpi osuus kuin mullassa, joskin myös lehtometsissä on runsaasti kantasieniä, samoin kuin myös kangashumuksessa on bakteereita.

Sienien korkeasta ekonomisesta koeffikientista johtuu, että elävä ja kuollut sienirihmasto muodostaa kangashumuksessa sangen huomattavan osan maan orgaanisesta aineesta. Samasta syystä johtuu typen mobilisaation heikkous kangashumuksessa, koska sienet tarvitsevat runsaasti typpeä uuden soluaineksen rakentamiseen ja sangen vähän sitä siis vapautuu maahan liukoisessa muodossa. Se seikka, että karikkeiden hajaantuminen kangasmetsissä on jonkin verran hitaampaa kuin lehtometsissä, johtuu itse karikkeista, kun taas kangasmetsien hajoittajaorganismit — kanta- ym. sienet — ovat ainakin yhtä tehokkaita kuin lehtomaan homeet ja bakteerit. Kangashumuksen ja mullan olennainen ero ei ole hajaantumisnopeudessa, vaan erilaisessa mikrobistossa ja siitä johtuen hajaantumisen erilaisessa kulussa, kuten erityisesti Romell (1932, 1935) on korostanut.

KLORIDI-IONIN MYRKKYVAIKUTUKSESTA

P. J. VIRO

ON THE TOXICITY OF THE CHLORIDE ION

SUMMARY

HELSINKI 1956

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällys

Sivu

Johdanto 5
Taudinkuva 6
Näytteiden otto 6
Tutkimuspaikan maa 7
Neulas- ja puuanalyysit 9
Tulosten tarkastelua 10
Kloridin myrkkyvaikutus käytännössä 12
Kirjallisuutta 13
Summary in English 14

Johdanto

Metsäntutkimuslaitoksen itäisen hoitoalueen aluemetsänhoitaja Y. Kanerva on kiinnittänyt huomiota siihen, että Punkaharjulla on useina vuosina ilmennyt männyn neulasten kellastumista, joka ei ole ollut luonnon mukaan vuosittain tapahtuvaa. Pahimmissa tapauksissa tämä on aiheuttanut puiden kuolemisen, lievemmissä tapauksissa puiden neulaset ovat kellastuneet ja puut on jouduttu poistamaan maisemaa rumentavina.

Paikat, joissa neulasten kellastumista ja puiden kuolemista tapahtui, ovat Punkaharjun eteläpäässä, Punkasalmelta Kivisillalle asti, noin 3.5 km matkalla. Ensimmäisen kerran huomattiin neulasten kellastumista keväällä 1952. Kevääseen 1954 mennessä oli osa näistä puista joko kuollut tai niin huonossa kunnossa, että noin 30 etupäässä 5—10 m mittaista puuta oli poistettava. Keväällä 1955 poistettiin tästä syystä 28 puuta, pituudeltaan 2—16 m. Samalla huomattiin useita puita, joissa kellastuminen oli alkuasteellaan. Ottaen huomioon sen alueen suuruuden, jolla ilmiöitä havaittiin, on vahingoittuneiden puiden määrä vähäinen. Katsoen kuitenkin alueen laatuun on tällaista puiden tuhoutumista ja siitä aiheutuvaa maiseman rumentumista pyrittävä mahdollisuuksien mukaan vastustamaan. Punkaharju on suosittu matkailu- ja retkeilykohde, jonka luonnonkauneus on suuresti riippuvainen metsästä. Koska kuolevat puut vähentävät sen kauneutta ja koska sieltä myöskään ei mielellään poisteta puita, ryhdyttiin selvittämään tämän kuolemisilmiön syitä, jotta voitaisiin estää tuhoa saamasta laajempia mittasuhteita.

Taudinkuva

Tarkasteltaessa Punkaharjua huomattiin, että neulasten kellastumista oli havaittavissa vain aivan maantien vieressä kasvavissa puissa. Tällä paikalla ei tien vieressä ole ojia, vaan puut kasvavat ajotien vieressä, ja tien pohjassa on hyvin runsaasti puiden juuria. Kellastuminen esiintyy selvimmin edellisen vuoden neulasissa. Lievässä tapauksessa ovat vain neulasten kärjet keltaisia, vähän voimakkaammassa tapauksessa suuri osa neulasta on keltainen tai neulaset ovat kokonaan keltaisen vihreitä, ja pahimmassa tapauksessa koko neulanen on keltainen. Toisissa tapauksissa myös oksan latvasilmu on tuhoutunut, jolloin, jos tätä tapahtuu suuressa mittakaavassa, seurauksena on lopulta puun kuoleminen. Usein latvasilmu kuitenkin kehittyy ja alkaa kasvaa keväällä, mutta jonkin ajan kuluttua siinä olevat neulaset tulevat kellertäviksi ja kasvain kuolee. Vaikka edellisen vuoden neulaset ovatkin keltaisia, voi joissakin tapauksissa kuluvan vuoden kasvain kehittyä ulkonaisesti normaalisesti. Useimmissa tapauksissa silmu kuitenkin kuolee jo aikaisin tai jonkin aikaa kasvettuaan.

Kaikissa paikoissa, joissa neulasten kellastumista oli havaittavissa voitiin todeta, että tielle oli ajettu sidemaata tien pinnan kovettamiseksi. Sidemaahan oli sekoitettu kalsiumkloridia tien pölyämisen estämiseksi. Myöhemminkin on tielle levitetty vuosittain kalsiumkloridia noin ½—1 kg/m². Tästä syystä heräsi epäilys, että havaittu puiden kuoleminen johtuisi kloridi-ionin myrkyllisestä vaikutuksesta, johon H e i k i n h e i m o k i n (1936) on kiinnittänyt huomiota. Kevättalvella 1955 lähetettiin Punkaharjulta Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston laboratorioon pari neulasnäytettä alustavaa tutkimusta varten, ja analyysit osoittivat keltaisten neulasten kloridipitoisuuden olevan huomattavasti suuremman kuin vihreiden.

Näytteiden otto

Edellämainitut näytteet olivat riittämättömät selvittämään kysymyksessä olevaa ilmiötä. Sen vuoksi tekijä elokuun puolivälissä 1955 otti Punkaharjulla uusia näytteitä ja tutustui kysymykseen paikan päällä. Tällöin oli pahimmin vahingoittuneet puut jo poistettu, mutta useissa puissa oli kuitenkin paljon keltaisia neulasia. Koepuiksi valittiin korkein-

taan 0.5 m päässä maantiestä kasvavia puita, joissa melkein kaikissa oli havaittavissa neulasten vahingoittumista. Näytteet edustavat sekä keltaisia että vihreitä neulasia eri korkeuksilta puusta. Vertailun vuoksi otettiin neulasnäytteitä samankokoisista vahingoittumattomista puista kauempaa tiestä. Kaikki näytteet ovat edellisen vuoden neulasista. Yhdestä puusta on näytteitä myös rungosta ja oksista. Kunkin koepuun juurelta otettiin maanäyte, vahingoittunutta puuta edustava näyte tiestä n. 20 cm syvyydestä, jossa oli runsaasti männyn juuria. Näytteet otettiin seuraavasti:

Näyte 1. 15 m pitkä, rinnankorkeudelta 18 cm paksu 50-vuotias mänty, jossa ei näkynyt vahingoittumista, mutta jonka kohdalle maantielle oli ajettu sidemaata. Näytteet 5 ja 8 m korkeudelta. Vertailupuu 13 m, 18 cm, 50 v. Näyte 7 m korkeudelta. Puu kasvoi 8 m päässä tien reunasta.

Näyte 2. 10 m pitkä, 15 cm paksu, 30-vuotias mänty, jossa alaneulaset olivat yleensä keltaisia, latvuksen keskiosan neulaset osittain keltaisia ja ylimmät neulaset yleensä vihreitä. Näytteet 3, 5, ja 7 m korkeudelta, kustakin korkeudesta erikseen vihreistä ja keltaisista neulasista. Vertailupuu 10 m, 15 cm, 30 v. Näyte 6 m korkeudelta. Puu kasvoi 10 m päässä tien reunasta.

Näyte 3. 15 m pitkä, 19 cm paksu, 50-vuotias mänty, jossa latvuksen alaosassa oli laikuittain paljon keltaisia neulasia, mutta latvuksen yläosa vihreä. Näytteet 6 ja 10 m korkeudelta, edellisestä sekä keltaisista että vihreistä neulasista, joissa neulasten kärki usein oli keltainen. Puu kaadettiin ja otettiin näyte n. 6 m korkeudella olevan oksakiehkuran kohdalta, josta lähtevissä oksissa toisissa oli kaikki neulaset keltaisia, toisissa vihreitä. Näyte otettiin oksan tyvestä sekä rungosta oksan ympäriltä. Puun tyvestä otettiin näytteet em. oksia vastaavilta kohdilta. Vertailupuu 13 m, 19 cm, 50 v. Näyte 8 m korkeudelta. Puu kasvoi 15 m päässä tien reunasta.

Näyte 4. 20 m pitkä, 30 cm paksu, 120-vuotias mänty, jossa alimmat neulaset olivat keltaisia, ylimmät vihreitä. Näytteet 10 ja 15 m korkeudelta. Vertailupuu 20 m, 30 cm, 120 v. Näyte 13 m korkeudelta. Puu kasvoi 15 m päässä tien reunasta.

Näyte 5. 18 m pitkä, 30 cm paksu, 120-vuotias mänty, jossa neulaset eivät olleet varsinaisesti keltaisia, vaan hieman kellertäviä, mutta puun ulkoasu huonomman näköinen kuin vertailupuun. Näyte 12 m korkeudelta. Vertailupuu 20 m, 35 cm, 120 v. Näyte 12 m korkeudelta. Puu kasvoi 10 m päässä tien reunasta.

Taulukoissa on merkitty tien vieressä kasvavista puista ja niiden juurelta maasta otetut näytteet a-kirjaimella, kauempaa tiestä otetut b-kirjaimella.

Tutkimuspaikan maa

Tutkimuspaikka on matala harju, jota pitkin tie kulkee. a-näytteet on otettu harjun keskeltä, b-näytteet alempaa harjun reunalta. Maa on tyypillistä melko karkeata harjusoraa, jonka vedenpidätyskyky on luontaisesti pieni, mutta pintamaassa humuspitoisuus suurentaa sitä. Tielle ajetun sidemaan vaikutuksesta sen alla oleva karkea maa pysyy jatkuvasti kosteana.

Vaihtuvat ravinteet (kalkki, kali, fosforihappo) määritettiin ammoniumasetaatilla (pH 4.65), mineraali-indeksi bromoformilla (om.p. 2.68) lajitteesta 0.2—0.5 mm, ja vedenpidätyskyky (Vk), joka kuvastaa maan raekoostumusta, Bouyoucosin menetelmällä. Kloridi määritettiin seuraavasti: 50 g maata uutettiin 300 ml:lla 0.5-n kaliumnitraattia, joka huomattiin parhaaksi uutosnesteeksi, koska sillä ei uutokseen liuennut humusta. Suodoksesta otettiin tietty osa, josta kloridi määritettiin titraamalla hopeanitraatilla käyttäen kaliumkromaattia indikaattorina. Yksityisissä määrityksissä noudatettiin soveltuvissa kohdissa Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosaston yleisiä analyysimenetelmiä. Analyysien tulokset on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Maa-analyysien tuloksia.

Table 1. Results of soil analyses.

N:o	CaO	K_2O	P_2O_5	Min. ind. %	Vk. — *Wk.* %	Cl′ mg/100 g
	mg/100 g					
1 a	36.9	3.2	0.97	9.9	2.8	4.39
2 a	59.0	4.5	1.98	9.6	5.2	17.83
3 a	43.9	3.0	0.93	9.5	1.8	17.83
4 a	54.0	3.5	1.03	8.1	2.5	14.35
5 a	41.3	3.0	0.91	12.4	1.2	17.13
1 b	66.0	7.0	1.67	6.7	11.5	2.88
2 b	64.0	7.7	1.23	6.8	9.8	2.88
3 b	54.0	19.3	2.08	12.5	11.7	2.75
4 b	58.6	7.6	1.56	7.6	10.3	2.80
5 b	45.7	6.0	2.22	8.8	8.1	2.69

Vaihtuvien ravinteiden määrä maassa vaihtelee jonkin verran. Kalin ja fosforin määrä on samaa suuruusluokkaa kuin yleensä harjusoramaissa. Kalkin määrä sensijaan on huomattavasti normaalia suurempi. Aivan ilmeisesti kalsiumkloridia on kulkeutunut kauemmaksikin tiestä ja kalkkia on sitoutunut maahan, mutta kloridi-ioni on kulkeutunut pois. Pitoisuudet ovat yleensä suuremmat kauempaa tiestä otetuissa näytteissä, johtuen lähinnä siitä, että ne on otettu humuspitoisesta pintamaasta. Mineraali-indeksin osoittama emäksisten kivennäisten määrä on yleensä suurenpuoleinen; se on suurempi harjun keskellä kuin reunoilla.

Niinkuin taulukosta 1 nähdään, kaikkien vertailumaiden kloridipitoisuus oli likimain yhtä suuri. Tiestä otetuissa näytteissä kloridipitoisuus sensijaan vaihteli melkoisesti johtuen lähinnä kalsiumkloridin epätasaisesta levittämisestä. Suurin kloridipitoisuus a-näytteissä oli 6-kertainen verrattuna kauempaa tiestä otettuihin näytteisiin. Kalsium- ja kloridi-ionin pidättyminen maahan on erilaista ja niinpä ei maassa havaittujen kalsium- ja kloridi-ionien määrien välillä ole mitään yhteyttä.

Neulas- ja puuanalyysit

Neulaset ja puu jauhettiin hienoksi analyysiä varten. Näytettä otettiin analyysiä varten 10 g ja se poltettiin 500°C lämpötilassa. Kloridin haihtumisen estämiseksi näytteeseen sekoitettiin natriumkarbonaattia. Tuhka liuotettiin veteen ja liuoksesta poistettiin hiilidioksiidi pienellä ylimäärällä typpihappoa. Senjälkeen neutraloitiin liuos pH-mittaria käyttäen ja sen tilavuus tehtiin 200 ml:ksi, josta otettiin tietty osa analyysiä varten. Kloridi-ioni määritettiin kuin edellä. Näiden analyysien tulokset on esitetty taulukossa 2.

Vertailupuiden neulasten kloridipitoisuus vaihtelee jonkin verran; se näyttäisi riippuvan jossain määrin puun etäisyydestä tiestä. Maassa puiden juurella ei kylläkään havaittu eroja kloridipitoisuudessa, mutta puun juuret voivat ulottua useiden metrien päähän rungosta, ja mahdollisesti osa eräiden vertailupuiden juurista on ulottunut kloridipitoisempaan maahan lähellä tietä. Osan kloridista lienevät puut saaneet tieltä kauemmaksi valuneesta kalsiumkloridista. Vanhojen puiden neulasissa näyttäisi kloridipitoisuus olevan jonkin verran pienempi kuin nuoremmissa.

Taulukko 2. Neulasten ja puun kloridipitoisuus.
Table 2. Chloride content of needles and wood.

Puun numero *No. of tree*	Puun ikä v. *Age of tree, yrs.*	Näytteenottokorkeus, m *Sampling height, m.*	Neulasten väri *Colour of needles*	Näytteen numero *No. of sample* 1	2	3
				Cl′, mg/100 g		
1 a	50	5, 8	vihreä — *green*	79	75	
1 b	50	7	» »	48		
2 a	30	3, 5, 7	» »	287	471	481
2 a		3, 5, 7	keltainen — *yellow*	766	760	581
2 b	30	6	vihreä — *green*	42		
3 a	50	6, 10	» »	432	163	
3 a		6	keltainen — *yellow*	502		
3 b	50	8	vihreä — *green*	44		
4 a	120	10, 15	1 keltainen 2 vihreä — 1 *yellow* 2 *green*	887	950	
4 b	120	13	vihreä — *green*	38		
5 a	120	12	vihreän keltainen — *yellowish green*	39		
5 b	120	12	vihreä — *green*	26		
runkopuu — *stem*						
3 a	50	0.3, 6	vihreä — *green*	34	30	
		0.3, 6	keltainen — *yellow*	19	42	
oksapuu — *branch*						
3 a	50	6	vihreä — *green*		36	
			keltainen — *yellow*		42	
+)	40		vihreä — *green*	44		

+) 3 muualta otetun neulasnäytteen keskiarvo — *Mean of 3 needle samples from elsewhere.*

Tien vieressä kasvavien puiden neulasten kloridipitoisuus on erittäin selvästi suurempi kuin kauempana tiestä olevien puiden. Näytteissä 1 a ja 5 a, joissa silmävaraisesti ei ollut havaittavissa selviä vahingoittumisen merkkejä, kloridipitoisuus on pieni, mutta niissäkin se on ainakin 50 % suurempi kuin vertailupuissa.

Maan kloridipitoisuus on koepaikoissa 2 a — 5 a likimain yhtä suuri, koepaikassa 1 a selvästi pienempi. Myös neulasten kloridipitoisuus on pieni näytteissä 1 a, mutta näytteessä 5 a maan suuresta kloridipitoisuudesta huolimatta pienempi kuin muissa näytteissä. Syynä näihin eroihin lienee juurien erilainen jakaantuminen kloridirikkaaseen (tie) ja vähäkloridiseen (tien varsi) maahan.

Näytteenottokorkeudella ei ole selvää vaikutusta neulasten kloridipitoisuuteen. Koepuussa 1 a on neulasten kloridipitoisuus molemmissa tutkituissa korkeuksissa likimain yhtä suuri, koepuussa 2 a lisääntyy kloridipitoisuus vihreissä neulasissa ylöspäin mentäessä, keltaisissa neulasissa sensijaan alempien neulasten kloridipitoisuus on suurempi kuin ylempien. Koepuussa 3 a on kloridipitoisuus ylemmissä vihreissä neulasissa selvästi pienempi kuin alemmissa.

Samalta korkeudelta otetuissa näytteissä on keltaisten neulasten kloridipitoisuus aina suurempi kuin vihreiden. Selvimpänä tulee ero näkyviin koepuun 2 a alimmissa neulasissa. Koepuussa 4 a on neulasten kloridipitoisuus erittäin suuri, ja vihreiden yläneulasten pitoisuus on suurempi kuin keltaisten alaneulasten.

Puun kloridipitoisuus määritettiin vain koepuusta 3 a. Sellaisen oksakiehkuran kohdalla, jossa oli sekä vihreitä että keltaisia neulasia, oli sekä oksan että sen ympärillä olevan rungon kloridipitoisuus suurempi, jos oksassa olevat neulaset olivat keltaisia. Puun tyvessä oli keltaneulasisen oksan kohdalla rungon kloridipitoisuus pienempi kuin vihreäneulasisen oksan kohdalla, mikä osoittaa, että tässä puussa nestevirtaus ei ilmeisesti ole kulkenut suoraviivaisesti. Puun kloridipitoisuus oli selvästi neulasten pitoisuutta pienempi.

Vertailun vuoksi analysoitiin kolmen muualta otetun neulasnäytteen kloridipitoisuus. Näiden analyysien keskiarvo on esitetty taulukossa 2 alimmalla rivillä. Saatu arvo osoittaa, että vertailupuut ovat saaneet tieltä hyvin vähän tai ei ollenkaan kloridia.

Tulosten tarkastelua

Kloridin on huomattu pienissä määrin olevan ehdottoman välttämätön kasvien kehitykselle (Broyer, Carlton, Johnson ja Stout 1954). Vaadittava kloridimäärä ei ole pieni, jos verrataan sitä muihin

hivenaineisiin. Niinpä tomaatin lehdet osoittivat kloridin puutteen merkkejä kloridi-ionipitoisuuden ollessa alle 250 ppm. Suurempina määrinä kloridi on osoittautunut kasvimyrkyksi, kuten useat viljelyskasveilla tehdyt kokeet ovat osoittaneet (esim. E a t o n 1942). Kloridin merkitystä puille on kuitenkin toistaiseksi tutkittu hyvin vähän.

Tuuli tempaa valtamerien pinnasta pieniä vesihiukkasia ilmaan, ja lähellä rannikkoa voi ilmassa siten olla huomattavia suolamääriä. Suomessa sadeveden kloridi-ionipitoisuus on n. 1 mg/l ja sitä tulee maahan vuosittain n. 6 kg/ha (V i r o 1953), mutta lähellä valtameriä luvut ovat paljon suuremmat. Niinpä on todettu sadevedessä olevan suolan voivan aiheuttaa lyhytsulkuja sähköjohdoissa (O k s b j e r g 1952). Myös puiden kasvua sadeveden suolat voivat haitata. Tanskassa on havaittu kuusen olevan melko herkkä suolan vahingolliselle vaikutukselle, joka vaikutus näyttää johtuvan merestä lähtöisin olevan suolan suuresta kloridipitoisuudesta (D y b b r o e 1947).

N ě m e c (1932) on tehnyt lannoituskokeita taimitarhassa ja näiden kokeiden mukaan kloridipitoisuus haittaa kuusen kasvua. Kokeissa annettiin lannoitteena 190 kg kalisuolaa ha kohti, joka vastasi n. 9 g kloridi-ionia m^2 kohti. Lannoitetuilla paikoilla oli taimien kasvu selvästi huonompi kuin lannoittamattomilla vertailualoilla. Neutraaleissa maissa kasvu yleensä parani toisena vuonna, mutta happamissa maissa oli taimien kasvu toisena lannoituksen jälkeisenä vuonna edelleen huonoa. Maan alkuperäinen kloridi-ionipitoisuus vaihteli 3.0—48.0 mg/kg. Tällä kloridimäärällä ei ollut selvää vaikutusta kasvuun, mutta neulasten tuhkapitoisuus oli kloridirikkailla mailla selvästi suurempi.

Meillä on H e i k i n h e i m o (1936) tutkinut kalsiumkloridin vaikutusta kuusen taimien kasvuun. Hän totesi kloridin tuhoisaksi taimille, ja varsinkin nuorimmat taimet olivat sille herkkiä. Näissä kokeissa oli suurempi käytetty kalsiumkloridimäärä 300 g/m^2, pienempi puolet siitä. Myös pienempi määrä osoittautui vahingolliseksi.

Tärkein tämän alan metsäpuita koskevista tutkimuksista lienee kuitenkin austraalialaisen W o o d s i n (1955) suorittama, joka kohdistui *Pinus radiataan*. Tutkittu paikka oli Austraalian etelärannikolla n. 50 km päässä merestä. Vuotuinen sademäärä oli 720 mm ja sateen tuoma suolamäärä 20—30 naulaa/acre. Ennen puiden vahingoittumisen alkua oli ollut runsassateinen talvi, jolloin suoloja oli tullut normaalia enemmän. Puiden kuolemista ilmeni paikoilla, joille valui vesiä läheisiltä rinteiltä. Kuolleissa tai kellastuneissa neulasissa vaihteli kloridipitoisuus 0.6—5.0 %, kun vahingoittumattomien neulasten kloridipitoisuus vaihteli 0.1—0.15 %. Myös vahingoittuneiden puiden oksissa oli kloridipitoisuus suurempi kuin vertailupuissa. W o o d s i n mukaan 0.58 % kloridia oli alin raja, jossa vahingoit-

tumista esiintyi. Kloridipitoisuuden ollessa 0.15—0.5 % oli hyvin todennäköistä, että puiden normaali kasvu oli häiriytynyt.

Woodsin tutkimuksessa kiintyy huomio suuriin kloridipitoisuuksiin sekä vahingoittuneissa että vertailupuissa. Ne ovat n. 5 kertaa suuremmat kuin nyt havaitut kloridi-ionipitoisuudet. (On epätietoista, tarkoittaako Woods kloridia, vaiko, niinkuin tuntuisi todennäköiseltä, kloridi-ionia.) Meillä havaittu neulasten kloridi-ionipitoisuus oli vertailupuissa n. 0.04 % ja pahimmin vahingoittuneissa puissa se saattoi nousta lähes 1 %:iin asti. Yhteistä molemmille tutkimuksille on, että vahingoittuneiden puiden neulasten ja oksien kloridipitoisuus oli aina vertailupuiden pitoisuutta suurempi. Nyt käsillä oleva tutkimus osoittaa kuitenkin, että eräissä tapauksissa neulasten kloridipitoisuus saattaa nousta hyvin suureksi ilman, että siitä on mitään ulospäin näkyvää haittaa puulle. Näyttää siltä, että eri puulajien ja puuyksilöiden neulaset reagoivat eri tavoin kloridipitoisuuteen. Pitoisuus, joka toisessa tapauksessa aiheuttaa neulasten kellastumisen tai kuolemisen, ei toisessa tapauksessa ulkonaisesti tarkastellen vaikuta mitään. Tuntuukin ilmeiseltä, ettei voi asettaa mitään rajaa, jota suurempi kloridipitoisuus on ehdottomasti tuhoisa puun elintoiminnalle. Tässä tapauksessa keltaisten neulasten kloridi-ionipitoisuus on ollut aina yli ja vihreiden neulasten yleensä alle 0.5 %, mutta yhdessä näytteessä on vihreiden neulasten kloridi-ionipitoisuus ollut lähes 1 %, ja samoin yhdessä tapauksessa 0.04 % pitoisuus on aiheuttanut alkavan neulasten kellastumisen. Vaikutus johtuneekin myös puun yleisistä kasvuedellytyksistä. Jos puun toimeentulo kuivuuden, ravinteiden puutteen tai jonkin muun syyn vuoksi on vaikeata, saattanee jokin pienikin häiriö vaikuttaa tuhoisasti, ja suotuisammissa oloissa paljon suurempikin häiriö voi jäädä tehottomaksi.

Kloridin myrkkyvaikutus käytännössä

Sateen tuoma kloridimäärä on meillä niin pieni, että sen ei ole todettu aiheuttavan haittaa puiden kasvulle. Mahdollisesti se kuitenkin on riittävän suuri turvaamaan kasvien välttämättömän kloridintarpeen.

Sellaiset tiet, joilla pölynsidontaa suoritetaan, on tavallisesti varustettu ojilla, joten puiden juuret eivät yleensä suuresti joudu kloridirikkaaseen maahan. Kuitenkin tavataan maanteiden varsilla kasvavissa puissa siellä täällä samanlaisia merkkejä, jotka tässä on tulkittu kloridin myrkyllisyydestä aiheutuneiksi. Tämä voi johtua myös tieltä valuvasta tai roiskuvasta kloridipitoisesta vedestä tai levitysvaiheessa syntyneestä kloridipölystä. (Maantieltä leviävän pölyn määrää ja sitä koskevaa kirjallisuutta selostavat Tamm ja Troedsson 1955). Kuitenkaan eivät nämä vahingoittumat liene muualla saavuttaneet edes Punkaharjulla ta-

vattua suuruusluokkaa. Joka tapauksessa nyt suoritettu tutkimus osoittaa selvästi, että kalsiumkloridi vaikuttaa myrkyllisesti myös mäntyyn, ja että Heikinheimon lausuma epäily sen sopivaisuudesta pölynsitomisaineeksi nimenomaan Punkaharjulla sekä muuallakin samanlaisissa oloissa, on osoittautunut oikeaksi.

Kysymys kloridin myrkyllisyydestä ansaitsee huomiota myös metsämaiden lannoitusta suunniteltaessa, sillä tavallisimmin kalilannoite annetaan kloridina ja annettava määrä on yhtä suuri tai suurempi kuin se, jonka Němec on havainnut vahingolliseksi kuusen taimille.

Kirjallisuutta

Broyer, T. C., Carlton, A. B., Johnson, C. M. ja Stout, P. R. 1954. Chlorine — a micronutrient element for higher plants. Plant Physiology 29, ss. 526—532.

Dybbroe, Axel, 1947. Er luftens indhold of NaCl skadelig for traevaeksten? Julkaisematon käsikirjoitus.

Eaton, Frank M., 1942. Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salts in plants. Journ. Agric. Res. 64, ss. 357—399.

Heikinheimo, Olli, 1936. Maantiepölyn sitomiseen käytetyn kalsiumkloridin vaikutus tien vieressä oleviin puihin. Metsätaloudellinen aikakauskirja 53, ss. 244—245.

Němec, Antonín, 1932. Über den Chlorgehalt des Bodens und die Wirkung von chlorhaltigen Kalisalzen auf das Fichtenwachstum in den Forstbaumschulen. Forstarchiv 8, ss. 228—232.

Oksbjerg, E., 1952. Saltnedslag, en klimatisk faktor. Dansk Skovfören. Tidsskr. 37, ss. 375—389.

Tamm, Carl Olof ja Troedsson, Tryggve, 1955. An example of the amounts of plant nutrients supplied to the ground in road dust. Oikos 6, ss. 61—70.

Viro, P. J., 1953. Loss of nutrients and the natural nutrient balance of the soil in Finland. Selostus: Ravinteitten huuhtoutuminen ja maan luontainen ravinnetase Suomessa. Comm. Inst. Forest. Fenn. 42. 1.

Woods, R. V., 1955. Salt deaths in Pinus radiata at Mount Crawford forest reserve, S.A. Australian Forestry, 19, ss. 13—19.

On the toxicity of the chloride ion

SUMMARY

Introduction

Since 1952, the unexpected death of Scotch pines has been noticed at Punkaharju, a popular tourist resort and camping locality in eastern Finland. The symptoms of the disease, which occurs only along the roadsides, are the yellowing of needles and death of the trees. The damage has not reached serious proportions. However, seeing that the dead trees spoil the landscape, the Department of Soils of the Forest Research Institute started an investigation into the causes of the deaths.

The soil of Punkaharju is very coarse loose eskar gravel with a very low water-holding capacity. A road without ditches crosses the area. To produce a harder surface, fine soil was added when the road was re-constructed, and to prevent the raising of dust, calcium chloride was mixed with this fine soil. Subsequently, too, calcium chloride has been spread on the road with the same purpose, in amounts from 0.5 to 1 kg per sq.m. annually. For this reason the death of the trees was presumed to be due to chloride poisoning.

Material and methods

The samples for the investigation were taken in August, 1955. The samples of needles represent the previous year's needles. The needles from the affected trees were taken from trees that grew at most 0.5 m. from the road, whilst the control trees grew between 8 and 15 metres from the road. One tree near the road is also represented by samples of the stem and branches. A soil sample was also taken near every tree, the samples for the affected trees being from a level about 20 cm. beneath the surface of the road. In the tables, the samples taken from the trees growing near the road or from the soil near these trees are marked with the letter (a), the samples taken farther from the road with the letter (b).

The age of the trees sampled varied from 30 to 120 years, the height from 10 to 20 metres. The affected and control trees were always of the same size. The sampling height and the colour of the individual needle samples are given in Table 2.

The exchangeable nutrients (calcium, potassium, phosphorus) were determined with ammonium acetate (pH 4.65), the base mineral index with bromoform (sp.w. 2.68) from the fraction 0.5—0.2 mm., and the water-holding capacity (Wk) by the method of B o u y o u c o s. Chloride was leached from the soil with 0.5 N potassium nitrate and determined titrimetrically with silver nitrate. The results of soil analyses are presented in Table 1.

Needle and wood samples were ground for analysis and burned at 550°C. To prevent the loss of chloride at ignition, sodium carbonate was added to the samples. Here also, chloride was determined titrimetrically. The results of these analyses are presented in Table 2.

Results of analyses

Soil

The amount of exchangeable nutrients in the soil varies to some extent. The contents of potassium and phosphorus are of the order of magnitude usual for eskar gravel. The content of calcium, on the other hand, is considerably larger. It is evident that calcium chloride has been leached from the road, and carried farther; the calcium has been fixed in the soil but the chloride has been washed away with the waters. The amount of basic minerals, as indicated by the base mineral index, is usually rather large; it is larger on the eskar than on the slopes.

The chloride content of all the control soils is about the same. On the other hand, the chloride content of the (a) samples varied considerably, probably due to the uneven spreading of the calcium chloride. The largest chloride content in the (a) samples was six times that of the (b) samples. The fixation of calcium and chloride ions does not follow the same laws and so no connection was found between the contents of these ions in the soil.

Trees

The chloride content of the needles of the control trees varies to some extent; it seems to depend on the distance of the tree from the road. No difference in chloride content was found in the soil at the foot of these trees but the roots of the trees may have reached near the road where the soil is richer in chloride. The chloride content of the needles seems to be lower in the old trees than in the young ones.

The chloride content of the (a) trees is 50 % higher than that of the (b) trees, even when the needles did not show any signs of injury; in other cases the difference was greater. The sampling height has no distinct effect on the chloride content. The chloride content of yellow needles is higher than that of green needles at the same height.

Lowest line of Table 2 gives the chloride content of trees outside this area. The figure shows that the contents obtained in control trees are about normal.

The chloride content of a branch with yellow needles and the stem around it is higher than that of a branch with green needles. The chloride content is lower in the wood than in the needles.

Discussion

Chloride has been found to be necessary for the development of higher plants, and the amounts of chloride required are large as compared with the amounts of the other micronutrients. However, larger amounts of chloride have been found to be toxic.

There are few investigations into the tolerance of trees to chloride. It has been found toxic at least to Norway spruce (*Picea Abies*) and *Pinus radiata* (Heikinheimo, Němec, Woods). The trees get their essential chloride from the salt in rainwater, and sometimes there is so much salt in rainwater that it has a toxic effect.

The most important of the investigations dealing with the toxicity of chloride to forest trees is that of Woods in Australia. The chloride contents found by him in needles are considerably higher than the present ones. Both his investigation and the present show that chloride has a toxic effect on the trees and that the chloride content of yellow needles is higher than that of green ones. When these investigations are scrutinized, the conclusion is reached that different trees and species of tree differ in their tolerance to chloride. It seems evident that there is no precise level at which chloride begins to be toxic. If, owing to lack of nutrients or water or to any other reason, the vital function of a tree is reduced, even a small supply of chloride may be fatal, whereas in favourable conditions even a much larger chloride content may be without effect.

Practical significance

The amount of chloride carried with rainwater in Finland is so small that it has not been noticed to be toxic to trees. However, it seems to be large enough to satisfy the essential chloride requirements of trees.

Roads where the raising of dust is prevented usually have open ditches on either side and so the roots of trees do not generally reach into soil rich in chloride. However, the same symptoms that have been interpreted here as due to chloride poisoning have been noticed here and there along the roads. They are perhaps due to run-off water or spatter from the road. However, elsewhere these injuries seem not to have reached the same scale as at Punkaharju.

The question of chloride toxicity also requires attention in planning the fertilization of forest soil. Potassium is usually given as chloride, and the amounts applied are as large or larger than those found by Němec to be toxic to spruce saplings.

TAIMITARHOJEN NYKYISET TYÖMENETELMÄT

PEITSA MIKOLA

NURSERY PRACTICE IN FINLAND

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1957

Helsinki 1957. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällys

Sivu

Johdanto 5
Tutkimuksen suorittaminen 7
Tutkimuksen tulokset 8
Tuotannon suunta 8
Maanparannus ja lannoitus 8
Kylvö 10
Koulitus 11
Rikkaruohojen ja tuhojen torjunta 13
Muut työt 15
Tulosten tarkastelua 16
Kirjallisuutta 17

Summary 18

Johdanto

Käsitykset metsien uudistamisessa käytettävistä menetelmistä maassamme ovat parin viime vuosikymmenen aikana suuresti muuttuneet. 1930-luvulla pidettiin tavoitteena kaikkialla luontaista uudistumista ja metsänviljelyyn turvauduttiin vain silloin, kun luontainen uudistuminen näytti mahdottomalta. II valtakunnan metsien arvioinnissa arvioitiin lähimpien 10 vuoden aikana avohakkuun tarpeessa olevan vain 0.7 % kasvullisen metsämaan alasta eli 3.6 % uudistettavasta alasta (Ilvessalo 1943). Vuotuinen avohakkuuala olisi sen mukaan ollut noin 10 000 ha. Sen sijaan III arvioinnin perusteella laaditun metsänhoito-ohjelman mukaan avohakkuut muodostavat 51 % ehdotettujen uudistushakkuiden pinta-alasta eli vuosittain noin 200 000 ha (Ilvessalo 1955, 1956). Lisäksi on viime arvioinnin mukaan maassamme noin 250 000 ha metsämaata metsänviljelyn tarpeessa ilman avohakkuutakin, joten vuotuisen metsänviljelyalan tulisi olla runsaasti yli 200 000 ha. Avohakkuu ja sen mukana metsänviljely ovat siis uudessa metsänhoito-ohjelmassa saaneet kokonaan uudet mittasuhteet.

Metsänviljelytoiminnan alalla on viime aikoina tapahtunut selvää siirtymistä kylvöistä istutuksiin. Toistaiseksi maassamme on kylvö ollut huomattavasti yleisempää kuin istutus. Niinpä viime vuosina on istutuksen osuus metsänviljelyalasta ollut valtion metsissä 4—6 %, yhtiöiden metsissä 5—7 % ja yksityismetsissä arviolta 20—30 %. Eräissä lähitulevaisuuden suunnitelmissa on edellytetty, että puolet metsänviljelyalasta kylvettäisiin ja puolet istutettaisiin. III valtakunnan metsien arvioinnissa ehdotetuista metsänviljelyistä olisi 40 % kylvöä ja 21 % istutusta, kun taas 39 %:ssa viljelymenetelmän valinta on jätetty avoimeksi.

Metsänistutuksen nopeata yleistymistä kylvön kustannuksella osoittaa mm. se, että Ruotsissa oli Norlannin valtionmetsissä 1950 istutusten osuus metsänviljelyalasta 40 %, mutta 1954 jo yli 90 % (Ylijohtaja Annellin suullisen ilmoituksen mukaan).

Myös kasvava huomio puiden rodunjalostukseen johtaa istutuksen merkityksen lisääntymiseen kylvön kustannuksella. Tavoitteenahan on, että tulevaisuudessa kaikki metsänviljelyssä käytettävä siemen saadaan siemenviljelmiltä tai plusmetsiköiden pystypuista, mutta tällaista siementä tullaan tuskin koskaan kylvämään suoraan metsään, vaan ainoastaan taimitarhoihin.

Metsien uudistamisessa tapahtunut jyrkkä muutos, avohakkuun ja metsänviljelyn sekä erityisesti istutuksen lisääntyminen, on lisännyt huomattavasti taimitarhojen ja taimitarhatöiden merkitystä käytännön metsänhoidossa. Taimitarhojen taimituotanto on viime vuosina ripeästi kasvanut. Taimitarhojen kokonaispinta-ala on viidessä vuodessa kolminkertaistunut ollen 1955 265 ha; keväällä 1955 taimitarhat saattoivat jo tarjota metsänviljelyissä käytettäväksi 31 milj. tainta, ja niiden nykyinen kapasiteetti vastaa noin 65 milj. taimen vuosituotantoa (Yli-Vakkuri 1955). Tällainen taimimäärä riittää noin 20 000 hehtaarin istuttamiseen. Edellä mainitun metsänhoito-ohjelman (Ilvessalo 1955) mukaan vuotuinen metsänviljelyala on kuitenkin kymmenen kertaa suurempi, ja jos puolet metsänviljelyistä olisi istutuksia, olisi taimien tarve 250—300 milj. kpl. vuosittain.

Viimeaikainen ja vastainen kehitys käytännön metsänhoidossa asettaa myös metsänhoidolliselle tutkimukselle uusia kiireisiä tehtäviä. Olisi selvitettävä, millaisia metsänistutuksessa käytettävien taimien tulee olla ja miten sellaisia taimia halvimmalla pystytään tuottamaan. Metsänistutuksen suurimpia vaikeuksia käytännössä on taimien korkea hinta. Esim. Norjassa 2+2-vuotiaan kuusen taimen tuotantokustannukset ovat puolta pienemmät kuin Suomessa (prof. E. Morkin suullisen ilmoituksen mukaan), joten mahdollisuuksia kustannusten alentamiseen siis ilmeisesti meilläkin on olemassa. Tärkein keino kustannusten alentamiseksi on työmenetelmien kehittäminen.

Viimeaikainen ripeä kehitys metsänviljelyn alalla, kuten uusien siemenkaristamoiden ja taimitarhojen perustaminen, on tapahtunut pääasiassa Vientimaksurahaston varojen turvin. Samalla kun Vientimaksurahasto on tukenut laajan metsänviljelytoiminnan materiaalisten edellytysten luomista, se on myöntänyt Metsäntutkimuslaitoksen käyttöön varoja tämän alan tutkimuksia varten.

Taimitarhoja koskevien tutkimusten lähtökohdaksi pidettiin tarpeellisena hankkia tietoja maamme taimitarhoista, niissä käytetyistä työmenetelmistä ja taimitarhain hoitajien kokemuksista. Nämä tiedot kerättiin kyselykaavakkeen avulla taimitarhain hoitajilta keväällä 1954. Seuraavassa esitetään tämän kiertokyselyn antamat päätulokset osittain täydennettynä tiedoilla, joita kirjoittaja sai elokuussa 1954 käydessään yli 20 taimitarhassa ja haastatellessaan niiden hoitajia.

Kirjoittaja kiittää Vientimaksurahastoa, jonka myöntämillä varoilla tämä esitutkimus on suoritettu, sekä kaikkia taimitarhain hoitajia, jotka kukin osaltaan ovat olleet mukana aineiston hankinnassa.

Tutkimuksen suorittaminen

Pysyviä taimitarhoja maassamme on noin 150. Niiden hoitajille lähetettiin keväällä 1954 tiedustelukaavake, joka koski seuraavia seikkoja:

1. Taimitarhan perustamisvuosi, pinta-ala ja tuotannon jakaantuminen puulajien kesken.
2. Maa (maalaji, pelto- tai metsämaa, sopivuus).
3. Peruskuivatus (avo- tai salaojitus).
4. Maanparannusaineiden käyttö.
5. Lannoitus (menetelmät ja lannoitteet).
6. Kylvö (vakojen suunta ja väli ym.).
7. Koulitus (menetelmät, välimatkat ym.).
8. Varjostus.
9. Kastelu.
10. Taimien pakkaus ja varastointi.
11. Rikkaruohojen torjunta.
12. Tuhot ja niiden torjunta.

Eri kysymysten kohdalla tiedusteltiin myös saavutettuja kokemuksia ja taimitarhain hoitajien mielipiteitä.

Tiedustelukaavakkeet palautettiin täytettyinä 90 taimitarhasta, jotka vastaavat siis noin kahta kolmannesta tiedustelun aikana toiminnassa olleista taimitarhoista. Näin kertynyt aineisto edustaa kuitenkin huomattavasti suurempaa osaa taimitarhojen yhteispinta-alasta, sillä useimmat suuret taimitarhat palauttivat tiedustelukaavakkeen, kun taas ne taimitarhat, joista tiedot jäivät saamatta, olivat yleensä aivan pieniä. Tiedusteluun vastanneista taimitarhoista kuului 44 valtiolle (metsähallitukselle ja metsäntutkimuslaitokselle), 20 metsäteollisuusyhtiölle ja 26 yksityismetsätalouden järjestöille (keskusmetsäseuroille sekä metsänhoitolautakunnille ja -yhdistyksille).

Seuraavassa tulosten tarkastelussa on taimitarhat jaettu suuriin ja pieniin pitämällä rajana 1 ha:n pinta-alaa. Suuria taimitarhoja, joiden taimien tuotannossa oleva pinta-ala oli siis yli 1 ha, sisältyy tutkimukseen 18; niistä yksi kuului metsäntutkimuslaitokselle ja yksi eräälle yhtiölle, kun taas loput 16 olivat keskusmetsäseurojen ja metsänhoitolautakuntien taimitarhoja. Vaikka ns. suuria tarhoja on vain viidesosa taimitarhain lukumäärästä, edustavat ne kolmea neljännestä taimitarhain kokonaispinta-alasta ja tuotannosta, joten seuraavassa tulosten tarkastelussa on syytä kiinnittää niihin erityistä huomiota. — Lienee syytä huomauttaa, että tutkimuksen aikaan (1954) oli perustamisvaiheessa useita suuria taimitarhoja. Ne eivät sisälly tähän tutkimukseen, joka koskee taimitarhoissa siihen mennessä käytettyjä menetelmiä ja saavutettuja kokemuksia.

Tutkimuksen tulokset

Tuotannon suunta

Taimitarhoissa on viime aikoina tapahtunut voimakasta siirtymistä männyn kasvattamiseen. Kun 1930-luvulla taimitarhain tuotannosta oli ylivoimaisesti suurin osa kuusta, oli keväällä 1954 istutuskelpoisista taimista 70 % mäntyjä (Yli-Vakkuri 1955). Tiedustelukaavakkeiden mukaan oli Pohjois-Suomen (= metsähallinnon Pohjanmaan ja Perä-Pohjolan piirikuntien alueiden) taimitarhain tuotannosta yli 90 % mäntyä. Länsi-Suomen taimitarhat ilmoittivat tuottavansa mäntyä ja kuusta jokseenkin saman verran, kun taas Itä-Suomen taimitarhain tuotanto oli edelleen kuusivaltaista.

Tuotannon tällainen jakaantuminen on hyvin luonnollista. Pohjois-Suomessa mänty on useimmilla kasvupaikoilla niin paljon kuusta edullisempi puulaji, että kuusen kasvattaminen Pohjois-Suomen taimitarhoissa näyttää suorastaan tarkoituksettomalta. Itä-Suomessa taas on edelleen laajoja lepiköitä ja huonoja koivikoita, joiden tuottokuntoon saattamiseksi kuusen taimien tarve on suuri. Mäntyvaltaistuminen etenkin yksityismetsätalouden taimitarhoissa selittyy osaltaan silläkin, että tutkimuksen aikaan vallinnutta ankaraa taimipulaa on voitu paremmin lieventää männyn taimilla, joiden kasvattaminen kestää vain kaksi vuotta; samalla pinta-alalla voidaan siis tuottaa monin verroin enemmän männyn kuin kuusen taimia (Yli-Vakkuri 1953). Toinen syy mäntyvaltaistumiseen lienee ollut siinä, että kuusen siemenestä oli usean vuoden ajan ollut puutetta.

Mäntyvaltaisuus oli suurin yksityismetsätalouden taimitarhoissa. Kuusivaltaisimpia taas olivat yhtiöiden taimitarhat, mikä onkin luonnollista, sillä yhtiöiden tarhat sijaitsevat etupäässä Itä-Suomessa. Mutta myös Länsi-Suomen alueella sekä valtion että yhtiöiden tarhojen tuotannosta oli suurin osa kuusta, kun taas yksityismetsätalouden tarhat tuottivat enemmän mäntyä.

Maanparannus ja lannoitus

Suurin osa taimitarhoista on perustettu peltomaalle. Vain kaksi suurta ja parikymmentä pientä tarhaa ilmoitetaan perustetuiksi metsästä raivaamalla. Sitä paitsi on muutamia pellolle perustettuja tarhoja myöhemmin laajennettu raivaamalla metsää. Pääsyynä taimitarhojen perustamiseen pelloille on ollut pyrkimys päästä pienillä perustamiskustannuksilla. Kuitenkin, kuten Björkman (1954) on osoittanut, metsämaalla taimitarhamaana on monia etuja peltomaahan verrattuna, varsinkin kun taimitarhaksi usein on luovutettu huonoimmassa kunnossa olevia peltoja.

Suurin osa taimitarhain hoitajista ilmoitti taimitarhansa maan olevan tarkoitukseen sopivan. Noin neljännes, suurista tarhoista 19 % ja pienistä 26 %, ilmoitettiin maan puolesta kokonaan tai osittain sopimattomiksi. Tavallisin syy sopimattomuuteen oli savisuus, josta seurauksina ovat raskaus muokata sekä suuret routimisvahingot. Muina syinä maan sopimattomuuteen esiintyivät kivisyys sekä hiekkamaan laihuus ja kuivuus.

Eri maanparannus- ja lannoitusaineiden käytön yleisyys näkyy taulukoista 1 ja 2. Yleisimmin käytetty maanparannusaine on suomuta, jota on lisätty maahan joko sellaisenaan (taul. 1) tai kompostoituna kalkin ja väkilannoitteiden kanssa. Maan fysikaalisen kunnon säilyttämisen tärkeyttä ja siinä tarkoituksessa suomudan merkitystä korostetaankin voimakkaasti monissa oppikirjoissa ja taimitarhaoppaissa. Maan kalkitseminen on myös ollut tavallista, varsinkin aikaisemmin. Muutamissa savisen maan taimitarhoissa on käytetty maan parannukseen hiekkaa, parissa karkean hiekkamaan tarhassa taas savea.

Taimitarhoissa käytetään vanhastaan lannoitukseen yleisesti karjanlantaa, mutta sen riittävä saanti tuottaa useimmiten vaikeuksia, varsinkin suurissa taimitarhoissa. Tärkein lannoitustapa on nykyään väkilannoitteiden käyttö, jotka pannaan maahan suoraan tai mudan kanssa kompostoituina. Vihantalannoitusta ilmoitetaan myös käytettävän useimmissa taimitarhoissa, mutta vastauksista ei käy selville, kuuluuko se näiden taimitarhojen säännölliseen viljelykiertoon. Monissa taimitarhoissa käytetään rinnan useita lannoitustapoja.

Sekä maanparannusaineiden että kompostin ja väkilannoitteiden käyttö näyttää suurissa taimitarhoissa olevan yleisempää kuin pienissä.

Taulukko 1. Maanparannusaineiden käyttö.[1])

Table 1. Application of soil improvers.[1])

	Isot taimitarhat *Large nurseries*			Pienet taimitarhat *Small nurseries*		
	Käytetty v:n 1950 jälkeen *Applied after 1950*	Käytetty viimeksi ennen v. 1950 *Last application before 1950*	E i käytetty *Not applied*	Käytetty v:n 1950 jälkeen *Applied after 1950*	Käytetty viimeksi ennen v. 1950 *Last application before 1950*	Ei käytetty *Not applied*
Jotakin maanparannusainetta — *Any soil improver*	78	16	6	56	27	17
Muta — *Peat*	50	28	22	36	23	41
Hiekka — *Sand*	16	12	72	6	6	88
Savi — *Clay*	5	—	95	7	—	93
Kalkki — *Lime*	44	28	28	22	7	71

[1]) Luvut tarkoittavat taimitarhojen lukumääriä prosentteina erikseen suurten ja pienten taimitarhain kokonaismääristä.

[1]) *The figures represent percentages of the total numbers of large and of small nurseries.*

Taulukko 2. Eri lannoitustapojen käyttö taimitarhoissa.
Table 2. Application of different fertilizers in the nurseries.

Lannoite *Fertilizers*	Isot taimitarhat *Large nurseries*	Pienet taimitarhat *Small nurseries*
Karjanlanta — *Barn manure*	33 (67) [1]	39 (62)
Komposti — *Compost*	78	60
Väkilannoitteet — *Commercial fertilizers*	89	81
Vihantalannoitus — *Green manure* ...	56	58

Kylvö

Kylvötyön osalta on taimitarhatiedustelun antamia tuloksia jo julkaistu (Mikola 1954).

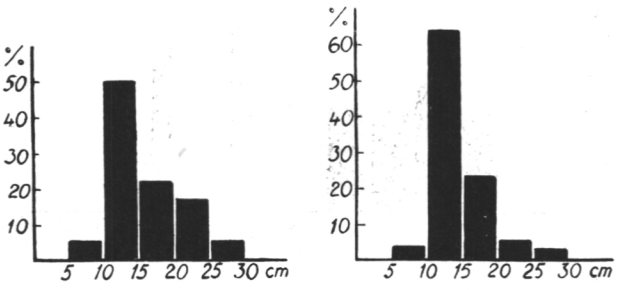
Aikaisemmin oli yleisenä tapana, että kylvövaot tehtiin kylvöpenkkien poikkisuuntaan (Ahola 1930). Taimitarhatyön koneistaminen on aiheuttanut viime aikoina yleistä siirtymistä pitkittäisiin kylvöriveihin, ennen kaikkea rikkaruohojen torjunnan helpottamiseksi. Poikittaisia rivejä ilmoitettiin käytettävän vielä 17 %:ssa suurista ja 26 %:ssa pienistä taimitarhoista. Nähtävästi tottumus tai vanha kalusto (vakolaudat) on ollut syynä siihen, että parissa suuressakin tarhassa vielä käytettiin poikittaisia rivejä.

Rikkaruohojen torjunnan koneistamisesta myös johtuu, että viime aikoina on siirrytty suurempiin riviväleihin taimitarhakylvöksissä. Ennen suositeltiin opaskirjoissa 10—15 cm:n rivivälejä (esim. Ahola 1930), kun taas nykyisissä ohjeissa 15 cm pidetään miniminä (Arnborg & Stefansson 1951; Ahola 1952). Kuva 1 osoittaa, miten yleisesti erilaisia rivivälejä käytetään. 10—15 cm oli edelleenkin yleisin riviväli sekä suurissa (50 %) että pienissä (64 %) taimitarhoissa, suurissa oli kuitenkin yleisempää isompien välien käyttäminen. Rivivälin suurentaminen on samalla yleensä johtanut itse kylvövaon leventämiseen. Niissä taimitarhoissa, joissa riviväli on suurin, on kylvövakojen pohjaleveys jopa 8 cm. Sen sijaan aikaisemmin yleiset parivaot näyttivät jokseenkin jääneen pois käytöstä.

Kylvö tapahtuu useimmiten käsin (tai pullosta). Kylvökonetta ilmoitetaan käytettävän kuudessa suuressa ja yhdessä pienessä tarhassa. Monet taimitarhain hoitajat ilmoittavat koneita kokeiltuaan palanneensa vanhaan pullosta kylvämiseen.

Runsaasti puolet taimitarhain hoitajista ilmoittaa peittävänsä kylvösiemenet hiekalla, toiset taimitarhamaalla. Kumpaa keinoa käytetään, riippuu maan laadusta, ja koska taimitarhat pelloille perustettuina yleisesti

[1]) Suluissa oleviin lukuihin sisältyvät myös taimitarhat, joissa karjanlantaa ilmoitetaan käytetyn pienessä määrässä, mikäli on ollut saatavana.
[1]) *Figs. in brackets also include nurseries where barn manure is applied in small amounts if available.*



Kuva 1. Kylvörivien välimatkan vaihtelu eri taimitarhoissa.
Fig. 1. Spacing of seedbed drills in different nurseries.

kärsivät maan savisuudesta, on hiekan käyttö kylvösten peittämiseen hyvin ymmärrettävää.

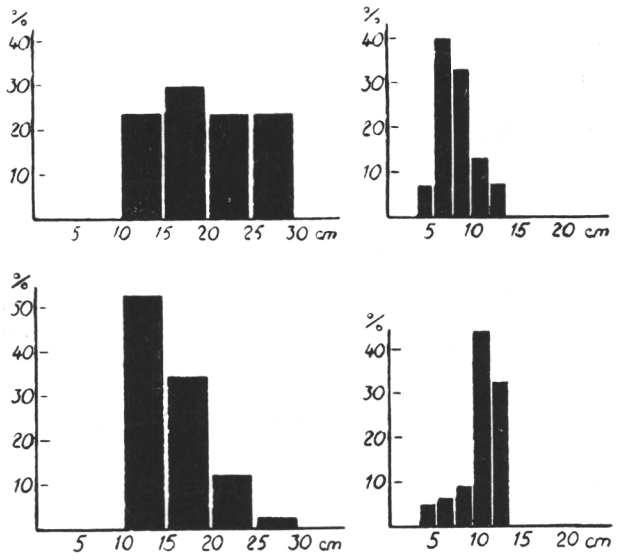
Kylvösiemen on tapana peitata kaikissa suurissa ja useimmissa pienissäkin taimitarhoissa. Tarpeellisimpana pidetään mönjäpeittausta lintujen tähden.

Sekä männyn että kuusen siementä käytetään useimmissa taimitarhoissa kylvöön noin 2 kg aarille. Tämä on huomattavasti suurempi määrä kuin ohjekirjoissa suositellaan. Joissakin taimitarhoissa on siementä käytetty jopa 4—5 kg aarille. Toisaalta on muutamia taimitarhoja, joissa siementä käytetään vain 0.5—1 kg aarille ja silti saadaan tyydyttävän täyteläiset taimirivit. Runsas siemenen käyttö antaa tuuheat ja aukottomat taimirivit, mutta tiheässä kylvöksessä taimien koon vaihtelut tulevat suuremmiksi ja suurempi osa taimia joudutaan lajittelussa hylkäämään (Stefansson 1948; Mikola 1956). Samoin Heikinheimo (1940) on kokeiden perusteella todennut, että jos halutaan riittävän vahvoja taimia, ei rivikylvössä pitäisi käyttää suurempia siemenmääriä kuin männylle 1.2 kg ja kuuselle 1.8 kg aarille. Mork (1952) sen sijaan suosittelee kuuselle melkoisesti suurempaa siemenmäärää (6 g vakometrille, mikä vastaa noin 3 kg aarille), mikä Norjan ilmastossa voikin olla paikallaan.

Koulitus

Koulituksen kohdalla menetelmät eri taimitarhoissa vaihtelevat hyvin suuresti. Taulukon 3 mukaan noin kolmasosa isoista taimitarhoista ei kouli männyn taimia ollenkaan, kolmasosa koulii 1-vuotiaana ja kolmasosa 2-vuotiaana. Pienten tarhojen kohdalla on tavallisinta, että männyn taimia ei koulita ollenkaan. Kuusen taimet taas koulitaan säännöllisesti 2-vuotiaina sekä isoissa että pienissä taimitarhoissa, ja lehtikuusta sekä lehtipuita koulitaan vaihtelevasti joko 1- tai 2-vuotiaina.

Männyn taimien kouliminen 2-vuotiaina on tavallisempaa Pohjois-Suomessa, kuten luonnollista onkin taimien hitaamman kasvun vuoksi. Mutta



Kuva 2. Koulitusrivien välit (vas.) ja koulitusetäisyydet (oik.) taimitarhoissa. Ylh. isot ja alh. pienet tarhat.

Fig. 2. Spacing of transplant rows (left) and transplants (right) in nurseries. Above are the large and below the small nurseries.

Etelä-Suomessakin muutamissa taimitarhoissa koulitaan mänty 1-vuotiaana, muutamissa 2-vuotiaana ja useimmissa jätetään kokonaan koulimatta.

Kuten kylvöissä niin koulituksissakin on yleensä siirrytty poikittaisista pitkittäisiin riveihin. Poikittaiset rivit olivat käytössä 13 %:ssa suurista ja 14 %:ssa pienistä taimitarhoista. Koneellisen harauksen vuoksi on myös rivien välimatkaa viime aikoina suurennettu, etupäässä isoissa taimitarhoissa, missä koneiden käyttöön on paremmat mahdollisuudet. Niinpä pienissä taimitarhoissa on yleisin koulitusrivien väli 10—15 cm, jota suositellaan vanhemmissa taimitarhaoppaissa, kun taas noin puolet isoista tarhoista käyttää yli 20 cm:n riviväliä (kuva 2). Kun riviväliä on suurennettu, on samalla taimet riveissä voitu koulia tiheämpään. Tämä näkyy selvästi kuvasta 2. Useimmissa pienissä tarhoissa sekä rivien että taimien väli on jokseenkin sama, 10—14 cm, kun taas isoissa tarhoissa riviväli on yleensä suurempi, mutta taimien väli riveissä 5—10 cm. Koulitusväli riippuu luonnollisesti siitä, mitä puulajia ja kuinka vanhaksi kasvatetaan. Suurin osa koulittavista taimista on kuitenkin kuusia, jotka kasvatetaan 4-vuotiaiksi. Heikinheimo (1940) on todennut, että koulitusvälin lisääminen 6 cm:stä 10 cm:iin lisää taimien kasvua melko vähän. Sen sijaan Heikinheimon mukaan koulitusvälin suurentaminen lisää routimisvahinkoja. Mork (1954) suosittelee Norjassa niin tiheätä koulitusta kuin 2.5 cm, mikä alentaa tuntuvasti kustannuksia.

Taulukko 3. Taimien koulitusikä.

Table 3. Age at transplanting.

	Taimitarhain luku, joissa taimet koulitaan: *Number of nurseries, transplanting at the age of:*			
	Ei lainkaan *None*	1-vuot. *1 year*	2-vuot. *2 years*	3-vuot. *3 years*
Isot tarhat: — *Large nurseries:*				
Mänty — *Pine*	5	7	6	—
Kuusi — *Spruce*	—	—	16	—
Lehtikuusi — *Larch*	—	2	2	—
Lehtipuut — *Hardwoods*	—	4	1	—
Pienet tarhat: — *Small nurseries:*				
Mänty — *Pine*	32	26	22	—
Kuusi — *Spruce*	—	—	59	1
Lehtikuusi — *Larch*	—	4	6	1
Lehtipuut — *Hardwoods*	—	18	19	—

Rikkaruohojen ja tuhojen torjunta

Rikkaruohojen torjunnassa voidaan erottaa kaksi vaihetta, nimittäin ennakolta torjunta, joka tapahtuu sopivaa viljelykiertoa ja muokkausmenetelmiä käyttämällä, sekä varsinainen rikkaruohojen hävitys eli kitkentä, joka muodostaa suurimman erän useimpien taimitarhojen kustannuksista.

Tehokkaimmaksi rikkaruohojen torjuntamenetelmäksi taimitarhoissa on tunnettu säännöllinen kesannoiminen, nimenomaan vakokesannon käyttö (H i l l i 1955). Säännöllinen viljelykierto, johon sisältyy kesanto joka kolmas vuosi, on suoritetun tiedustelun mukaan käytännössä vain melko harvoissa taimitarhoissa, etupäässä suuremmissa. Muutamissa taimitarhoissa ilmoitetaan maata pidettävän kesantona joka viides tai kymmenes vuosi, mutta hyvin monissa viljelykierto on epäsäännöllinen tai koko taimitarhaala on jatkuvasti puun taimilla. Monissa taimitarhoissa ilmoitetaan kasvatettavan välivuosina perunaa, viljaa tai heinää, mikä tapa rikkaruohojen torjunnan kannalta ei ole edullista.

Viljelykierron epäsäännöllisyys monissa taimitarhoissa johtunee siitä, että taimitarhojen oltua sotavuosina 1940—44 ja vielä sen jälkeenkin kokonaan muussa käytössä ei tutkimuksen ajankohtaan mennessä ollut ennätetty vielä täysin palautua normaaliin viljelykiertoon. Taimien suuri kysyntä lienee pakottanut joissakin taimitarhoissa käyttämään koko pinta-alan taimille. Taimitarhain hoitajien vastauksista käy kuitenkin ilmi, että yleinen pyrkimys on säännölliseen viljelykiertoon, jossa maa olisi kaksi vuotta taimilla ja kolmannen kesantona.

Varsinaisista kitkentämenetelmistä on vanha käsinkitkentä edelleen käytössä kaikissa taimitarhoissa. Tuskin siitä on mahdollista koskaan

kokonaan vapautua, mutta kalleimpana menetelmänä sen käyttö olisi supistettava niin vähään kuin mahdollista.

Harausta, joko käsi- tai koneharoja, ilmoitetaan käytettävän 95 %:ssa suurista ja 81 %:ssa pienistä taimitarhoista. Yleisesti on pyritty ja osittain päästykin siihen, että kylvö- ja koulitusrivien välit pidetään puhtaana rikkaruohoista haraamalla ja käsinkitkentää tarvitaan vain itse rivien puhdistamiseen. On kuitenkin vielä taimitarhoja, enimmäkseen kuitenkin pieniä, joissa ollaan kokonaan vanhan käsinkitkennän varassa. Kylvö- ja koulitusrivien pieni väli ja poikittainen suunta vaikeuttavat yleisesti harauksen tehokasta käyttöä.

Kemiallisista torjunta-aineista on eniten käytetty ns. mineraaliöljyjä. Isoista taimitarhoista 33 % ilmoittaa käyttävänsä niitä säännöllisesti ja 17 % on kokeillut. Kuitenkin on siis isoista taimitarhoistakin vielä puolet sellaisia, joilla ei ole mineraaliöljyistä mitään kokemuksia. Pienistä taimitarhoista on mineraaliöljyä käyttänyt vain 7 %.

Muista kemiallisista aineista ilmoittavat monet taimitarhat kokeilleensa kloraattivalmisteilla (Fecabitilla), joita on käytetty vain pientarien ja käytävien puhtaanapitoon. Kloraatin käytöstä kesannossa ja kompostissa on etupäässä huonoja kokemuksia, sillä myrkkyvaikutus on kestänyt maassa liian kauan.

Ns. tekohormoneista on sangen vähän kokemuksia metsätaimitarhoissa.

Olennaisena osana taimitarhain hoitoon kuuluu myös erilaisten tuhojen torjunta. Taulukko 4 osoittaa, missä määrin eri tuhoja taimitarhoissa ilmoitetaan esiintyneen. Sen mukaan hyönteistuhoja on ollut suhteellisen vähän; suurin osa taimitarhain hoitajista ei ole todennut lainkaan sellaisia. Sienituhot, etenkin taimipolte ja karistetaudit, ovat olleet huomattavasti yleisempiä; useimmissa taimitarhoissa niitä ilmoitetaan esiintyneen, muutamissa jopa suuria tuhoja. Yleisimpinä esiintyvät kuitenkin ns. muut tuhot, joihin sisältyy erilaisia tuhon aiheuttajia. Ensimmäisellä sijalla muista tuhoista ovat roudan aiheuttamat vahingot, jotka savipitoisilla mailla ovat yleisiä. Toisena suurena ryhmänä muissa tuhoissa ovat lintujen kylvöksille aiheuttamat vahingot. Kylvöksiä vahingoittavina lintuina mainitaan sepelkyyhky, naakka ja peippo.

Taulukon 4 mukaan tuhot ovat selvästi isoissa taimitarhoissa yleisempiä kuin pienissä. Tällainen tulos voi osittain johtua siitä, että monessa pienessä taimitarhassa, jota hoidetaan muiden tehtävien sivussa, pienet tuhot ovat voineet jäädä huomaamatta, mutta on myös todennäköistä, että isoon pysyvään taimitarhaan helpommin pesiytyy pysyvä tuholaiskanta ja sellaisessa myös tuhon leviämiseen on paremmat edellytykset.

Isot taimitarhat ovat myös paremmin varautuneet tuhojen torjuntaan. Torjuntaruisku tai -pölytin kuului 15 ison taimitarhan kalustoon (3 oli ilman), kun taas pienistä taimitarhoista sellaisia oli vain joka neljännessä.

Taulukko 4. Erilaisten tuhojen esiintyminen taimitarhoissa.
Table 4. Incidence of various injuries in the nurseries.

Tuhon aiheuttaja *Cause of injury*	Isot taimitarhat *Large nurseries*				Pienet taimitarhat *Small nurseries*			
	Ei tuhoja *No injuries*	Lieviä tuhoja *Slight injuries*	Keskinkert. tuhoja *Medium injuries*	Suuria tuhoja *Heavy injuries*	Ei tuhoja *No injuries*	Lieviä tuhoja *Slight injuries*	Keskinkert. tuhoja *Medium injuries*	Suuria tuhoja *Heavy injuries*
Hyönteiset — *Insects*	83	6	6	5	83	14	2	1
Sienet — *Fungi*	33	45	5	17	56	28	10	6
Muut — *Others*	23	33	33	11	45	39	13	3

Tuhojen torjunta on useimmiten tilapäisen luontoista, ts. torjuntaan ryhdytään, kun tuhoja ilmenee. Ennalta ehkäisevänä toimenpiteenä kuitenkin kylvösiemen on tapana peitata useimmissa taimitarhoissa, ja mönjäpeittauksella voidaan lintujen tuhot kokonaan torjua. Roudan tuhoja koetetaan yleisesti vähentää käyttämällä hiekkaa kylvösiementen peittämiseen — joissakin tapauksissa peitetään rivien välitkin hiekalla — mutta yleisesti joudutaan roudan nostelemia taimia painamaan takaisin maahan.

Muut työt

Kastelulaitteet oli 67 %:ssa isoista ja 22 %:ssa pienistä taimitarhoista. Moniin tarhoihin ne oli vasta asennettu ja moniin on asennettu tiedustelun suorittamisen jälkeen, joten nykyisin lienee kastelulaitteet jo kaikissa isoissa taimitarhoissa ja useammassa pienessäkin.

Kastelua ilmoitetaan käytettävän 50 %:ssa isoista ja 59 %:ssa pienistä taimitarhoista. Sen lisäksi 27 %:ssa isoista ja 6 %:ssa pienistä tarhoista ilmoitetaan kasteltavan vain kylvövaot sekä taimet kertaalleen koulituksen yhteydessä.

Lienee syytä huomauttaa, että kaksi tiedustelun edellistä kesää (1952 ja —53) olivat poikkeuksellisen sateisia, joten kastelun tarve on ollut niinä vuosina tavallista pienempi. Kuitenkin kaikki isojen taimitarhain hoitajat ja kolme neljännestä pienten hoitajista ilmoittaa pitävänsä kastelua tarpeellisena.

Kylvökset on yleisesti tapana eri tavoin suojata auringon paahteelta. Varjostusta ilmoitetaan säännöllisesti käytettävän 55 %:ssa isoista ja 86 %:ssa pienistä taimitarhoista, lisäksi muutamissa tilapäisesti. Tavallisin varjostuskeino on sälekaihtimien käyttö (55 % isoista ja 64 % pienistä tarhoista).

Kylvösten varjostus on selvästi yleisempää pienissä taimitarhoissa. Suuressa taimitarhassa varjostimien hankkimisen lisäksi niiden paikoilleen aset-

taminen ja poistaminen merkitsevät huomattavia kustannuksia, joita on pyritty välttämään. Taimitarhassa, jossa on kastelulaitteet, voitaneen varjostus korvata kylvösten säännöllisellä kastelulla. Noin 80 % sekä isojen että pienten taimitarhain hoitajista pitää kuitenkin varjostimien käyttöä tarpeellisena.

Kysymys taimien pakkauksesta ja varastoimisesta ei yleensä tuota vaikeuksia pienissä taimitarhoissa, koska taimet useimmiten siirretään välittömästi taimitarhasta noston jälkeen istutuspaikalle ja kuljetusmatkat ovat verraten lyhyitä. Isoissa taimitarhoissa pakkaus on tärkeämpi pitkien kuljetusmatkojen vuoksi, ja myös taimia joudutaan jonkin aikaa varastoimaan ennen lähetystä. Yleisin ja isoissa taimitarhoissa miltei yksinomainen pakkaustapa on rimoilla tuettu paperipäällysteinen pakkaus. Pienissä tarhoissa ovat myös puulaatikot tavallisia, ja milloin matka taimitarhasta istutuspaikalle on lyhyt, on tapana panna taimet taimitarhassa suoraan istutuskoreihin.

Tulosten tarkastelua

Edellä esitettyjä tuloksia tarkastellessa herättää huomiota erityisesti menetelmien suuri kirjavuus, esim. kylvö- ja koulitusrivien välimatkat vaihtelevat 7—30 cm, kylvövakojen leveys ja siemenmäärät ovat eri taimitarhoissa hyvin erilaiset, samoin rikkaruohojen torjuntamenetelmät jne, miltei jokaista taimitarhan työvaihetta myöten.

Taimitarhain työmenetelmät ovat parhaillaan nopean kehityksen alaisia. Moninkertaiseksi lisääntynyt taimien tarve pakottaa etsimään keinoja tuotannon lisäämiseksi ja tuotantokustannusten alentamiseksi. Näin on uusia ja ennen kaikkea suuria taimitarhoja perustettu ja töitä pyritään koneistamaan. Menetelmien kehityksessä uudet ja suuret tarhat kulkevat edellä, kun taas vanhoissa tarhoissa osittain kaluston (esim. vakolautojen) vuoksi, osittain vanhasta tottumuksesta hitaammin muutetaan menetelmiä.

Menetelmien kehityksen suunnasta voidaan tehdä muutamia yleishavaintoja. Sekä kylvön että koulituksen kohdalla on siirrytty melkein yksinomaan pitkittäisrivien käyttöön ja entistä leveämpiin riviväleihin. Tähän on ollut syynä rikkaruohojen torjunnan koneistaminen. Rikkaruohojen torjunnassa ollaan myös siirtymässä yhä yleisempään kemikalioiden käyttöön. Samoin rikkaruohojen torjunta on vaikuttavana seikkana siihen, että taimitarhoissa pyritään sellaiseen viljelykiertoon, johon kuuluu usein toistuva kesannoiminen. Yleisenä ilmenee pyrkimystä vapautua taimien koulimisesta tai ainakin vähentää sitä.

Kun taimitarhain hoitomenetelmissä esiintyy niin suurta kirjavuutta, kuin edellä on todettu, on ilmeistä, että menetelmissä on runsaasti kehit-

tämisen varaa ja että samalla on mahdollista alentaa metsänviljelyn kustannuksia. Ei suinkaan ole tarkoitus, että kaikissa taimitarhoissa käytettäisiin täsmälleen samoja menetelmiä. Menetelmien valinta riippuu taimitarhan suuruudesta, joka määrää, miten pitkälle töitä voidaan ja kannattaa koneistaa, maan laadusta, taimitarhan sijainnista — pohjoisessa tulevat kysymykseen kenties toiset menetelmät kuin etelässä — jne.

Taimitarhain hoitomenetelmien edelleen kehittäminen vaatii jatkuvasti sekä tieteellistä tutkimusta että käytännöllistä kokeilua.

Kirjallisuutta

Ahola, V. K. 1930. Taimitarha, sen valmistus, kunnossapito ja hoito. — Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia N:o 20. Helsinki.

—»— 1952. Valtionmetsien nykyiset metsänhoitotyöt. — Silva Fennica 80.

Björkman, E. 1954. Betydelsen av gödsling i skogsträdsplantskolor för plantornas första utveckling i skogsmarken. — Norrl. Skogsvårdsförb. Tidskr., 543—566.

Heikinheimo, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. — Metsätiet. tutkimusl. julk. 29.1.

Hilli, A. 1955. Rikkaruohojen torjunta. — Tapion taimitarhakurssien luennot v. 1954. Ss. 14—20. Helsinki (Moniste).

Ilvessalo, Y. 1943. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. — Metsätiet. tutkimusl. julk. 30.

—»— 1955. Metsiemme metsähoidollinen tila. — Metsätal. Aikakl. 139—142, 183—186.

—»— 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien arviointiin perustuva tutkimus. — Metsäntutkimusl. julk. 47.1.

Mikola, P. 1954. Kylvötyö taimitarhoissa. — Metsätal. Aikakl. 479—480.

—»— 1956. Kylvötiheyden vaikutus taimien laatuun taimitarhoissa. — Ibid. 177—180.

Mork, E. 1952. Forsøk med forskjellige såtykkelser og planteavstander for gran i Kvatninga planteskole. — Medd. fra Det Norske Skogforsøksvesen XI: 3.

—»— 1954. Om sambandet mellom omplantningsavstand, plantentvikling, kulturresultater og kulturutgifter for 2/2 gran. — Ibid. XIII: 1.

Stefansson, E. 1948. Försök med olika såddtäthet i plantskola. — Skogen 11.

Yli-Vakkuri, P. 1953. Ajatuksia taimituotannon lisäämisestä. — Metsälehti 41, 42.

—»— 1955. Metsänviljelytöiden taimi- ja siemenhuollon nykyvaihe. — Metsätal. Aikakl. 145—149.

NURSERY PRACTICE IN FINLAND

Summary

The importance of artificial regeneration of forests is rapidly increasing in Finland. According to the silvicultural programme of the Third National Forest Survey (Ilvessalo 1956), during the next ten years 51 per cent of all reproduction cuttings should be clear-cuttings, the annual clear-cut area thus exceeding 200 000 hectares.

In the 1930's it was customary to use direct seeding for pine and planting for spruce. Nowadays planting of pine, too, is a common practice. For several reasons — intensifying forestry, racial improvement of trees etc. — the significance of planting is increasing. Hitherto, only 4—6 per cent of the artificially reforested areas in state forests have been planted and some 20—30 per cent in private forests. The proportion of planting, however, will probably in a few years increase to 50 per cent of artificial reforestations. To achieve this, the seedling production of nurseries is rapidly expanding. The total area of forest nurseries has increased threefold in five years and is now some 250 hectares. The total capacity of the present nurseries corresponds to an annual production of 65 mill. seedlings, one half of them being 2-year-old pines and another half 4-year-old spruce transplants.

The increasing planting activity also presents a new challence to silvicultural research. In order to lower the price of seedlings, the working methods of nursery practice must be developed. Therefore the Finnish Forest Research Institute has included several nursery problems in its research programme. As a background for the present investigations, the following study was made of the current practices in nurseries and of the experiences and opinions of nurserymen.

There are some 150 forest nurseries in Finland. In the spring of 1954, a questionnaire was sent to each of them. Filled-in forms were returned from 90 nurseries. In the following analysis the nurseries are divided into large and small ones, the dividing line being the area of 1 hectare. Most of the nurseries are small; the total material comprises 18 large and 72 small nurseries.

Most nurseries have been established on old agricultural land; only two large nurseries and a score of small ones were established by clearing forest land. A quarter of the nurseries were considered unsuitable as regards soil quality; the reason was usually too high a content of silt and clay.

As is seen in Table 1, peat is commonly used for soil improvement; liming of soil is also practised in very many nurseries. The use of different fertilization methods is shown in Table 2.

Most of the nurseries use longitudinal sowing drills; transverse drills were used in only 17 per cent of the large nurseries and in 26 per cent of the small ones. The spacing of sowing drills varies greatly (Fig. 1). The current trend is to use wider spacing, because of mechanization of weed control.

Spruce seedlings are regularly transplanted at the age of 2 years. Pine seedlings are either used for planting at 2 years or transplanted at 1 or 2 years (Table 3). The spacing of both transplant rows and transplants varies greatly (Fig. 2). Large nurseries mostly use rather wide spacing of rows (15—25 cm) but dense transplanting (5—10 cm), while in small nurseries the usual spacing is 10—15 cm in both cases (Fig. 2).

The most effective method of weed control is regular fallowing. So far, however, rotation is irregular in most nurseries. A rotation with fallow in every third year is adopted in many nurseries.

Hand-weeding and hoeing are the usual weeding methods employed in all nurseries. Large nurseries generally use mechanical cultivation too. So far, chemical weed control is little practised in Finland. In one third of the large nurseries mineral spirits are used regularly. There is little experience of the use of other chemicals in forest nurseries.

The incidence of different injuries is seen in Table 4. Insect injuries are exceptional. The commonest are the »other» injuries, caused chiefly by frost-heaving and birds.

Watering is necessary in dry summers only. In many small nurseries the beds are watered only once, viz. immediately after sowing and transplanting. Large nurseries usually have permanent equipment with rotary sprinklers, and watering is applied more regularly.

Shading of seedbeds is practised in 55 per cent of the large nurseries and in 86 per cent of the small ones. Different shading methods are used.

The questionnaire revealed that the working methods vary greatly in different nurseries. Much can be done to improve the methods and to lower the cost of plantng stock. Hence research and experimental work are required.

RAAKAPUUN KANTOHINTATASO MAASSAMME VUOSINA 1934—55

VEROKUUTIOMETRIN HINNOITTELUAINEISTOIHIN PERUSTUVA TUTKIMUS

LAURI SELIN

STUMPAGE PRICE LEVEL IN FINLAND IN 1934—55

An investigation based on the materials used for assessing the tax cubic metre

HELSINKI 1957

Helsinki 1957. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkulause

Raakapuun kantohintoja koskevan tutkimuksen suorittaminen kohtaa maassamme suuria vaikeuksia. Nämä vaikeudet eivät yksin johdu asian luonteesta, joka tunnetusti sekin asettaa huomattavia rajoituksia objektiiviselle tarkastelulle, vaan ennen kaikkea siitä, että asiasta saatavissa olevat tiedot ovat varsin niukkoja. Lisäksi nämä vaikeudet ovat sitä suuremmat, mitä laajemmista alueista ja pitemmistä ajanjaksoista on kysymys. Niinpä voidaan koko maata koskevan tutkimuksen suorittaminen katsoa yksityiselle tutkijalle mahdottomaksi, ellei hänen käytettävissään ole poikkeuksellisen suurten tutkimusmäärärahojen lisäksi jonkin asiaa lähellä olevan järjestön tai laitoksen tukea.

Nämä vaikeudet tuntien ryhtyi allekirjoittanut syksyllä 1953 työhön varsin suurten epäilysten valtaamana. Näitä oli omiaan lisäämään vielä se, että minkäänlaisia määrärahoja ei ollut käytettävissä. Monilta tahoilta esitetyt kehoitukset ja kantohintoja koskevien tilastotietojen suoranainen puute eivät kuitenkaan sallineet tämänlaatuisen työn siirtämistä suotuisampaan ajankohtaan. Tutkimuksen kiireellistä suorittamista oli omiaan painostamaan myös se, että Metsäntutkimuslaitoksen arkistoihin oli kertynyt tutkimuksen muodossa julkaisematonta hinta-aineistoa kahdenkymmenen vuoden pituiselta ajanjaksolta kunnioitettavat määrät. Professori V. Pöntysen johdolla toimivan Metsätilastokomitean toteamukset maamme kantohintatilastoista osoittivat myös tämänlaatuisen työn ajankohtaisuusarvon.

Tutkimuksen nyt valmistuttua haluan ilmaista syvimmän kiitollisuuteni esimiehelleni, Metsäntutkimuslaitoksen metsätalouden tutkimusosaston johtajalle, professori V. Pöntyselle. Hänen suosiollisella luvallaan on allekirjoittaneen käytettävissä ollut tätä tutkimusta varten kaikki ne kantohintoja koskevat aineistot, joita Metsäntutkimuslaitoksessa on kerätty kahdenkymmenen vuoden pituiselta ajanjaksolta. Tämän arvokkaan aineiston käyttöoikeus on runsain mitoin korvannut määrärahojen puutteen. Erityisen merkityksellisiä ovat myöskin olleet ne monet varteenotetut neuvot ja ohjeet, joita hän on auliisti antanut tutkimuksen eri vaiheissa. Haluan kiittää vielä häntä sekä professori Paavo Aroa tutkimuksen käsikirjoitukseen perehtymisestä ja siinä yhteydessä annetusta ohjauksesta. Käsikirjoituksen tarkastamisesta haluan ilmaista kiitollisuuteni professori Valter Keltikankaalle.

Suuressa kiitollisuuden velassa olen myöskin metsänhoitaja, maat. ja metsät.kand. Paavo Harveelle siitä, että olen tässä julkaisussa saanut käyttää sitä osittain jo julkaistua hinta-aineistoa, joka hänen toimestaan on vuosilta 1935—52 kertynyt tutkimuslaitokseen metsäverotuksesta annettavia lausuntoja varten. Ennen siirtymistään uuteen tehtäväänsä Harveella oli tarkoituksena saattaa nyt puheena olevat aineistot julkaistuiksi, mutta velvollisuudet toisaalla ovat estäneet sen. Nyt jälkeenpäin asioita tarkastelleen on todettava, että tässä tapahtui valitettava vahinko. Vain Harve olisi kyennyt täysin pätevästi käsittelemään vuosien 1940—48 poikkeuksellisia oloja. Haluan myös ilmaista hänelle kiitollisuuteni niistä miellyttävistä yhteistyön kuukausista, jolloin vähitellen perehdyin niihin laskentamenetelmiin, joiden avulla metsiemme tuotto verotusta varten hinnoitellaan.

Tutkimuksessa esiintyneen runsaan laskentatyön suorituksesta haluan parhaiten kiittää tutkimuslaitoksen vakinaiseen henkilökuntaan kuulunutta ylioppilas Eila Salmista sekä viimeistelytyöhön osallistuneita tilapäisiä laskuapulaisia, ylioppilaita Airi Bengströmiä ja Saini Korkeeta. Taulukoiden osittaisesta tarkistuksesta sekä puhtaaksikirjoitustyöstä kiitollisuuteni kohdistuu laitoksen vakinaiseen virkailijaan, neiti Taimi Heinoseen.

Englanninkielisen käännöstyön tutkimuksessa ovat suorittaneet maisteri Päivikki Ojansuu ja Mr. L. A. Keyworth, M. A. (Cantab.).

Helsingissä, joulukuussa 1956.

Lauri Selin

Sisällysluettelo

Sivu

Alkulause ... 3
1. Johdanto ... 7
11. Katsaus tutkimuksen perustana olevan hinta-aineiston syntyvaiheisiin ja kehitykseen ... 7
12. Eräiden käsitteiden selvittelyä ... 8
13. Tutkimuksen tarkoitus ... 10
2. Tutkimusaineisto ... 11
21. Aineiston keräys ... 11
22. Käytetyn keräysmenettelyn tilastollista tarkastelua ... 13
23. Aineistojen laajuus ... 14
24. Tarkistusaineistot ... 16
25. Tiedot myydyistä puumääristä ... 18
3. Aineiston käsittely ... 19
31. Yleistä ... 19
32. Primääriaineiston peruskäsittely v. 1934—39 ... 20
33. Primääriaineiston peruskäsittely v. 1949—55 ... 22
34. Aineistojen käsittelystä v. 1940—48 ... 25
35. Käsittelyn eroavaisuuksien vaikutus ja niiden huomioon ottaminen ... 27
36. Kunnittaisten keskimääräishintojen laskeminen ... 31
37. Puustokuutiometrin hinnoittaminen ... 33
4. Tutkimuksen tulokset ... 37
41. Puustokuutiometrin hinnat lääneittäin v. 1934—55 ... 37
42. Raakapuun reaalinen kantohinta sekä sen trendi- ja suhdannekehitys v. 1934—55 ... 40
43. Raakapuun kantohintaindeksi v. 1934—55 ... 45
44. Puutavaralajittaiset kantohinnat vesistöalueittain v. 1949—55 ... 53
45. Hakkuukausien 1934—35 ja 1938—39 sekä vuosijakson 1949—55 kantohinnat eräiden indeksilaskelmien valossa ... 55
46. Vuosijakson 1949—55 kantohinnat metsänhoitolautakuntien toimintapiireittäin ... 64
47. Eräiden käytettävissä olevien kantohintasarjojen vertailukelpoisuus ... 65
48. Raakapuumarkkinoittemme ns. nolla-alueet ... 82
5. Tulosten luotettavuus ... 85
51. Aineiston peittävyys ... 85
52. Harhat näytteen poiminnassa ... 87
53. Painolukuina käytetyt puumäärät ... 88
54. Tarkistusaineistojen käytön merkitys ... 89
55. Käsittelyvirheet ... 91
56. Aineistojen vajavaisuuksista v. 1940—48 aiheutuneet virheet ... 93
6. Loppupäätelmät ... 95
Kirjallisuusluettelo ... 96
Summary in English ... 102
Taulukot ... 109

Johdanto

11. Katsaus tutkimuksen perustana olevan hinta-aineiston syntyvaiheisiin ja kehitykseen

Niin omituiselta kuin asia tuntuukin, joutui Metsäntutkimuslaitos ottamaan toimintansa piiriin kantohintoja koskevat yhtenäiset selvittelyt verotusasioiden vuoksi. Vuonna 1922 oli nimittäin otettu maassamme käytäntöön uusi metsätulojen verotusjärjestelmä. Puuttumatta tarkemmin sen erikoisuuksiin todettakoon vain, että siinä näytteli varsin keskeistä osaa ns. tuottokuutiometri ja sen raha-arvo. Vuoden 1922 asetuksen 4 §:ssä sanottiin nimittäin seuraavaa: »Päättäessään perusteista, joiden mukaan maatalouskiinteistöistä saadut tulot ovat arvioitavat, tulee taksoituslautakunnan ..... määrätä, erikseen kussakin vyöhykkeessä, puutavaran keskimääräinen raha-arvo verovuonna kuutiometriltä.»

Lakiin ei sisällytetty yksityiskohtaisempia ohjeita siitä, miten tämä raha-arvon määrääminen suoritetaan eikä vähäisintäkään mainintaa, tarkoittiko lainsäätäjä kuutiometrillään pino- vai kiintomittaista yksikköä. Lähinnä näistä syistä aiheutui paljon sekavuutta uuden metsäverotuksen toimeenpanossa. Jonkinlaisen järjestyksen aikaansaamiseksi velvoitettiinkin vuonna 1932 annetulla asetuksella Metsäntutkimuslaitos [1]) antamaan lausuntoja aluksi maaherroille ja vuodesta 1942 lähtien valtiovarainministeriölle metsäverotukseen liittyvistä asioista. Tärkeimmiksi muodostuivat lausunnot tuottokuutiometrin hinnoista. Aluksi tässä työssä tyydyttiin varovaisesti korjailemaan kuntien taksoituslautakuntien ehdottamia hintoja, mutta kun näin menetellen eräitä tiettyjä virheellisyyksiä ei saatu oikaistuiksi, ryhtyi Metsäntutkimuslaitos vuodesta 1935 alkaen antamaan oman yksityiskohtaisen ehdotuksensa tuottokuutiometrin hinnoista maamme kaikissa kunnissa ja niiden eri menekkivyöhykkeillä. Tämän toteuttamiseksi sen oli pakko ryhtyä luomaan kantohintatilastoa, johon tuottokuutiometrin hinnoittelu voitiin luotettavasti perustaa. Tilaston perustamisajanjaksoksi muodostui hakkuukausi 1934—35. Tuolloin kerättiin ensimmäisen kerran tiedot tärkeimpien puutavaralajiemme kantohinnoista koko maassa. Yksikköhintatietojen kokoaminen suoritettiin määrätietoisena poimintana (sampling on a nonrandom basis), menetelmä, joka englanninkielisessä kirjallisuudessa myös tunnetaan nimellä — purposive selection. Alueellisena käsittely-yksikkönä käytettiin kuntaa.

[1]) Metsäntutkimuslaitoksen nimi oli vuoteen 1953 Metsätieteellinen tutkimuslaitos. Tässä tutkimuksessa käytetään nykyistä nimeä.

Saavutetut kokemukset olivat ilmeisesti myönteiset, koska näiden tuottokuutiometrin hinnoittelulle tarpeellisten kantohinta-aineistojen keräys järjestettiin samoille perusteille seuraavinakin vuosina. Täten oli saanut alkunsa maamme ensimmäinen, puolittain virallista leimaa kantava kantohintatilasto. Vuosien kuluessa ei mainitun tilastoaineiston keräykseen ja käsittelyyn ole tehty tässä yhteydessä mainitsemisen arvoisia muutoksia, vaan työskentely on valtaosaltaan nojannut niihin perusteisiin, jotka luotiin hakkuukautena 1934—35.

Esitetty, perustavaa laatua oleva työ suoritettiin Yrjö Ilvessalon johdolla. Hänen apunaan työskentelivät E. E. Erkkilä (1. 1. 1934—31. 3. 1935) ja Paavo Harve (1. 10. 1935—). Suunnittelu ja perustamisvaiheen jälkeen on tämän kantohinta-aineiston keräys ja käsittely ollut Paavo Harveen ja 15. 12. 1952 lähtien tämän kirjoittajan vastuulla.

12. Eräiden käsitteiden selvittelyä

Sen johdosta, että edellä mainitun kantohinta-aineiston laatimisessa on jouduttu turvautumaan sekä pysty- että hankintamyynteihin, lienee paikallaan ennen varsinaista numeroaineiston esittelyä kiinnittää huomio tutkimuksessa käytettävien kanto- ja hankintahinnan käsitteisiin sekä eräisiin muihin asiaan liittyviin termeihin.

Kantohinnalla tarkoitetaan esillä olevassa tutkimuksessa sitä yksikköhintaa, minkä ostaja maksaa metsän myyjälle pystykaupassa. Myyjän nettokantohintaan pääsemiseksi olisi edellä mainitun tavoin määritellystä kantohinnasta vielä vähennettävä puutavaran leimaus ja hakkuun valvonta- ym. tämänlaatuiset kustannukset niissä tapauksissa, jolloin ne tehdyssä hakkuusopimuksessa on määrätty myyjäpuolen kannettaviksi. Aivan oman erillisen kustannusryhmänsä nettokantohintaa lievästi pienentävänä tekijänä muodostavat vielä metsäpääoman korko, omaisuusverot sekä hallinto- ja hoitokustannukset (vrt. Saari 1923, s. 1). Näiden merkitys ei kuitenkaan ole vielä toistaiseksi muodostunut maamme yksityismetsätaloudessa kovinkaan suureksi, ja kun ne toisaalta vielä voimakkuudeltaan ja koostumukseltaan ovat verraten vähän tutkittuja, ei niitä ole katsottu voitavan ottaa edes keskimääräisinä huomioon. Tutkimuksessa esiintyvät kantohinnat ovat näin ollen katsottava luonteeltaan eräänlaisiksi bruttokantohinnoiksi.

Hankintahinnalla ymmärretään tavallisesti kantohinnan ja hankintakustannusten summaa. Se on samalla useimmissa tapauksissa myös tavaran hinta kaukokuljetusreitin varressa. Meikäläisissä oloissa se tietenkin merkitsee hintaa maantien, uittoväylän tai rautatien varressa. Kun myö-

hemmässä käsittelyssä puhutaan hankintahinnasta, tarkoitetaan sillä juuri edellä esitettyjen näkökohtien mukaista puutavaran yksikköhintaa.

Hankintakustannuksiin käsitetään tässä tutkimuksessa kuuluviksi puutavaran teko- ja ajo- sekä hankinnan yleiskulut. Metsäntutkimuslaitoksen toimesta kerätyssä hinta-aineistossa hankinnan yleiskuluihin on luettu seuraavat: tie- ja varastokustannukset, uittohäviö, työnjohto ja erilaiset sosiaaliset kulut. Edellä mainituilla ajokuluilla tarkoitetaan puutavaran lähikuljetuksesta aiheutuneita kustannuksia. Asialla ei ole siis mitään tekemistä puutavaran kaukokuljetuksen kanssa.

Puustokuutiometri. Tutkimuksessa tulee tämä käsite esiintymään melko usein. Sen johdosta, että se lienee verrattain vähän tunnettu jopa metsäalan ammattimiehillekin, suoritetaan sen yksityiskohtainen määrittely aineiston käsittelyä selvittelevässä tutkimuksen osassa. Lyhyesti asia on seuraava: Yhtä runkopuukuutiometriä, kiinteätä mittaa — ilman kantoa, kuorta ja käyttämättä jäävää luontaista poistoa —, joka on kokoonpantu eri puutavaralajeista samassa määräsuhteessa kuin niitä valtakunnan metsien arvioinnin mukaan sisältyy lähinnä yksityismetsiä koskevaan metsänhoidolliseen hakkuuseen, nimitetään tässä tutkimuksessa puustokuutiometriksi. Tämän käsitteen määrittelyssä esiintyvää metsänhoidollista hakkuuta ei pidä sekoittaa Lihtosen suorittamiin tuottohakkauslaskelmiin (ks. Saari 1948 s. 217) eikä Ilvessalon hakkuusuunnitteeseen, joka on laskettu valtakunnan metsien III arvioinnin tulosten perusteella.

Verokuutiometri. Rakenteellisesti käsitettynä on tämä aivan sama kuin edellä määritelty puustokuutiometrikin. Eroavaisuudet syntyvät vasta hinnoittelun yhteydessä. Rakenteellisesti samaa ymmärretään myös *puu- ja tuottokuutiometreillä.* Sekaannusten välttämiseksi todettakoon, että asetuksessa 83/54 mainitulla *verokuutioluvulla* tarkoitetaan sitä verokuutiometrimäärää, joka vastaa eri veroluokkiin kuuluvien metsämaiden keskimääräistä vuotuista tuottoa hehtaaria kohti.

Puustokuutiometrin hinta. Kun edellä määritellyn kiintomittaisen kuutiometrin puutavaralajittaiset, kaupallisina määrinä ilmaistut rakenneosat hinnoitellaan tietyn hakkuukauden kantohinnoilla ja summataan yhteen, saadaan tuloksena puustokuutiometrin hinta.

Verokuutiometrin hinta. Puustokuutiometrin sekä ns. tuotto- ja puukuutiometrin hintojen edustaessa yhden hakkuuvuoden keskimääräisten kantohintojen perusteella laskettua kiintomittaisen kuutiometrin rahaarvoa, edustaa verokuutiometrin hinta vuodesta 1943 lähtien (laki 888/43) metsän tuoton verotusperusteiden laskennassa kolmen viimeksikuluneen hakkuukauden kantohintojen keskiarvoilla hinnoiteltua kuutiometrin rahaarvoa. Lyhemmin sanottuna verokuutiometrin hinta tässä tutkimuksessa käsitetään kolmen viimeksikuluneen hakkuukauden puustokuutiometrihintojen aritmeettiseksi keskiarvoksi.

Hakkuukausi. Tutkimuksessa käytetään tätä termiä rinnakkain hakkuuvuoden kanssa. Vaikka hakkuukausi taloustieteellisenä terminä ei ole oikein onnistunut, ei sitä ole katsottu voitavan hyljätä sen saavuttaman yleisen käytön vuoksi.

13. Tutkimuksen tarkoitus

Tämä tutkimus lienee ensimmäinen yritys maassamme seurata kotimaisten raakapuumarkkinoiden kantohintatason vaihteluita yhtenä kokonaisuutena melko pitkältä ajalta. Tällaisen on tehnyt mahdolliseksi metsäverotuksemme tuottoperusteiden laskennassa esiintyvä puustokuutiometrin hinta, jonka voidaan katsoa olevan vakiopainotettu keskiarvo siihen kuuluvien puutavaralajien kantohinnoista. Painolukuina ovat olleet valtakunnan metsien arvioinnissa todetun metsänhoidollisen hakkuun puutavaralajittaiset määräsuhteet. Vaikkakin markkinahakkuun määrät olisivat tällaiseen tarkoitukseen kenties paremmat, voidaan nyt sovellettujakin suhteita pitää varsin käyttökelpoisina. Tällaisenaankin puustokuutiometrin hinnan määräämismenettely noudattaa läheisesti niitä menettelytapoja, mitä käytetään mm. erilaisten virallisten indeksien laskemisessa.

Tutkimuksen päätavoitteeksi on katsottava selvittely yksityismetsien sekä nimellisestä että reaalisesta kokonaiskantohintatasosta vuosina 1934—55. Ikäänkuin sivutuotteena tämän pyrkimyksen toteuttamisessa syntyy sekä läänittäinen että valtakunnallinen kantohintaindeksi samalta ajanjaksolta.

Tutkimuksen toisena tarkoituksena on eri puutavaralajien kantohintojen kehityksen seuraaminen ajanjaksona 1949—55. Tämä ajankohta on valittu tutkimuskohteeksi useistakin syistä, joista vähäisin ei ole se, että siihen sisältyy ns. Korean suhdanne. Käsityksen saamiseksi tuon ajankohdan reaalisista kantohinnoista on tutkimuksessa suoritettu vielä eräitä indeksilaskelmia sekä vertailuja toista maailmansotaa edeltäneiden hakkuukausien 1934—35 ja 1938—39 hintoihin.

Tutkimustehtävä on myös asetettu siten, että pääasiaksi on lähinnä tullut saattaa tutkimuslaitoksen arkistoihin kerääntynyt runsas hintamateriaali järjestetyssä muodossa julkisuuteen. Tästä asettelusta johtuen on tutkimuksessa esitettyjen aikasarjojen tarjoamat lukuisat analyysimahdollisuudet jätetty melko koskemattomina seuraavien tutkijoiden ja tutkijapolvien käytettäväksi.

Tutkimusaineisto

21. Aineiston keräys

Aiemmin tuli jo todetuksi, että verokuutiometrin hinnoittelulle tarpeellisten hintatietojen keräys on suoritettu järjestelmän alusta saakka määrätietoisena poimintana. Alueellisena käsittely-yksikkönä, jolta näyte on otettu, on ollut kunta. Poiminnan perusjoukon ovat siten muodostaneet jokaisessa maamme kunnassa tiettynä hakkuukautena tehdyt raakapuukaupat. Sen johdosta, että mitään virallisten tilastojen luonteisia tai niihin verrattaviakaan tietoja ei ole ollut käytettävissä tällaisista perusjoukoista, on tästä puutteellisuudesta muodostunut suoritetuissa poiminnoissa eräs niiden vaikeimmin ratkaistavista ongelmista. Tämän kirjoittajan tiedossa ei ole, millaisia mahdollisuuksia oli käytettävissä järjestelmää luotaessa. Lopputuloksena kuitenkin oli, että niin perusjoukon määrittely kuin näytteen ottaminenkin jätettiin sellaisen metsätalousammattimiehen tehväksi, jolla katsottiin olevan tehtävän edellyttämä ammattisivistys sekä paras mahdollinen paikallistuntemus. Tällaiset vaatimukset täyttävä ammattiryhmä maassamme oli jo tuolloin metsänhoitolautakuntien metsätalousneuvojat. Niinpä valinta jo alusta alkaen päätyikin heihin.

Tehtävä, mikä näin lankesi metsätalousneuvojille, ei ollut helpoimpia. Metsäntutkimuslaitoksesta saamiensa yleisluontoisten ohjeiden mukaan he joutuivat suorittamaan tehtävää, jollaisen kanssa he tuskin olivat aikaisemmin olleet tekemisissä. Siinä voitiin eroittaa kaksi päävaihetta:

1. Käsityksen muodostaminen kunakin hakkuukautena kunnassa tapahtuneesta raakapuukauppatoiminnasta. Tämä merkitsi tietojen hankkimista mm. seuraavista seikoista:

a) kauppojen määrä ja jakaantuminen eri puutavaralajien kesken, b) yleisimmin esiintyvät yksikköhinnat ja c) yleisillä hinnoilla tehtyjen kauppojen runsaus. Jonkinlaisena kortistona muistiaan vahvistamassa metsätalousneuvoja saattoi käyttää metsänhoitolautakunnille saapuneita metsänhakkuuilmoituksia. Täten hänelle muodostui käsitys suoritettavan poiminnan perusjoukosta.

2. Näytteen poiminta. Edellä esitetyllä tavalla määrittelemästään perusjoukosta metsätalousneuvojain tuli sitten valita Metsäntutkimuslaitoksen antamien ohjeiden mukaan kunkin puutavaralajin kohdalta ne kaupat, joiden voitiin katsoa hintatasoltaan tyypillisimmin edustavan mainittuna hakkuukautena tehtyjä kauppoja. Valitsemistaan raakapuukau-

poista neuvoja sitten ilmoitti tarkoitusta varten laaditulla lomakkeella määrätyt tiedot, jotka käsittivät mm. yksikköhinnan. Poimitun näytteen suuruus jäi riippuvaksi pääasiallisesti neuvojan harkinnasta.

Näyte otettiin seuraavista puutavaralajeista: havusahapuut, vanerikoivut, kuusipaperipuut, mäntypaperipuut, kaivospuut, koivu-, havu- ja sekahalot.

Jokaisesta näytteeseen tulleesta raakapuukaupasta ilmoitettiin seuraavat tiedot:

— kaupantekoaika (hakkuukausi ja kuukausi)
— paikka, johon puutavara oli ajettu tai ajetaan hevosella,
— keskimääräinen hevosvetomatka, km,
— puutavaralaji,
— myyntitapa (pysty-, hankinta- tai valmiin tavaran kauppa),
— saha- tai vaneripuuleimikon runkojen tai hankintatukkien keskikoko,
— kuorima-aste,
— pinotavaran pituus,
— mittayksikkö,
— pysty- tai hankintahinta mk yksilöltä,
— hinnan yleisyys,
— tavaran laatu yms.

Vuosina 1934—43 oli edellämainittujen seikkojen lisäksi annettava vielä tietoja teko- ja vetokustannuksista. Myöhempien vuosien osalta ei tällainen enää ollut tarpeen palkkojen säännöstelyn astuttua voimaan. Jonkinlaisina perusjoukkoa kuvaavina karakteristikoina oli metsätalousneuvojien vielä annettava tiedot siitä, miten kunakin hakkuukautena myydyt puumäärät prosenttisesti jakaantuvat kauden eri osien kesken. Tätä varten hakkuukausi oli jaettu kolmeen myyntikauteen seuraavasti:

kesäkausi	1. 5.—31. 8.
syyskausi	1. 9.—31. 12.
talvi- ja kevätkausi	1. 1.—30. 4.

Näytteeseen tulleet raakapuukaupat oli myös eriteltävä näiden kausien puitteissa. Aineiston keräys tuli siis suoritetuksi kunnittain ja hakkuukausittain. Koko 20-vuotisperiodin, jota tutkimus koskee, nämä molemmat aineiston keräämistä määräävät perusseikat, on pysytetty samoina. Vain hakkuukauden alkamispäivä 1. 5. ja päättymispäivä 30. 4. muutettiin 1. 6. ja 31. 5. hakkuukaudesta 1949—50 alkaen.

22. Käytetyn keräysmenettelyn tilastollista tarkastelua

Sellaista näytteen poimintamenettelyä, missä perusjoukosta poimittavien elementtien valinta perustuu inhimilliseen arvostelukykyyn nimitetään toisinaan, kuten jo aiemmin on mainittu, määrätietoiseksi tai tarkoituksenmukaiseksi näytteen ottamiseksi (purposive selection). Tällaisessa poiminnassa ei jokaisella perusjoukon jäsenellä ole yhtä suurta mahdollisuutta tulla valituksi näytteeseen (R o s a n d e r 1951, p. 142). Määrätietoisen poiminnan soveltamiseen on olemassa varsin erilaisia mahdollisuuksia. Hyvin usein näyte määräytyy, kuten esillä olevassa tapauksessakin, siihen perustuen, mitä asiantuntija pitää tyypillisenä tai edustavana. Tällaisen menettelyn käyttäminen edellyttää onnistuakseen varsin yksityiskohtaisia tietoja perusjoukosta. Ilman tätä edellytystä sen soveltamista voidaan tuskin ajatella.

Erääksi painavimmista syistä, miksi tutkimuslaitoksessa aikoinaan ryhdyttiin soveltamaan määrätietoista poimintaa, lienee ollutkin se, että voitiin löytää sellainen ammattiryhmä, jonka jäsenet pystyisivät määrittämään kunnittaiset perusjoukot riittävällä tarkkuudella. Toisena ja varmastikin yhtä painavana näkökohtana lienevät olleet asiaan vaikuttaneet taloudelliset seikat. On nimittäin huomattava, että määrätietoisen poiminnan suorittaminen edellä esitetyllä tavalla tulee erittäin halvaksi. Sen kustannukset lienevät vain murto-osa siitä, mitä vastaavanlaajuinen umpimähkäinen näyte (random sample) olisi tullut maksamaan.

Määrätietoisella näytteen poiminnalla on kuitenkin eräitä vakavia heikkouksia. Suurimpia niistä lienee se, että sen avulla määrätyille populaation parametrien estimaateille ei ole mahdollista laskea virherajoja. Toisaalta ei kuitenkaan pidä liioitella tällaisen puutteen merkitystä. Myöhemmässä tulosten luotettavuutta koskevassa osassa palataan asiaan lähemmin.

Vakavaa huomiota on myös kiinnitettävä siihen seikkaan, että maamme kunnat ovat valtaosaltaan niin pieniä, että umpimähkäisen otannan suorittaminen niiden alueella hakkuukauden kuluessa tehdyistä raakapuukaupoista, on tuskin ajateltavissa. Paitsi sitä, että tällaisen näytteen ottaminen on tuskin taloudellisesti ajatellen järkevää, muodostavat kuitenkin eräät tilastolliset näkökohdat vakavimmat puutteellisuudet. Asiaa valaisevat ehkä parhaiten eräät numerotiedot.

Hakkuukautena 1953—54 tehtiin metsätalousneuvojien ilmoituksen mukaan maassamme eri puutavaralajeja koskevia raakapuukauppoja n. 112 000 [1]). Kun tämä jaetaan maamme 520 metsäisen kunnan osalle, saadaan keskimäärin 215 kauppaa kuntaa kohden. Kun otetaan huomioon, että tämä vielä jakaantuu vähintään 8 puutavaralajin osalle, saadaan lopputulokseksi keskimäärin 27 kauppaa puutavaralajia ja kuntaa kohden.

[1]) Luku on johdettu myöhemmin esiintyvästä arvosta 103 787 korottamalla sitä n. 8 %.

Jos nyt otetaan tästä määrästä vaikkapa 5 %:n umpimähkäinen näyte, merkitsee se 1.35 kpl näytettä kustakin puutavaralajista. Tässä yhteydessä tuskin tarvinnee ryhtyä pohtimaan, millaisia virhemahdollisuuksia menettelystä aiheutuu vaikkapa satunnaisvaihtelun muodossa.

Esitetyt numerotiedot osoittanevat parhaiten, miksi aineiston keräyssysteemiä luotaessa ei päädytty umpimähkäisen otoksen sovellutukseen. Onnistuakseen tämä menettely olisi vaatinut muodostettavaksi suurempia, useita kuntia käsittäviä alueita. Näiden muodostaminen oli taasen uskallettua sen johdosta, että verotusperusteet, joihin niitä tarvittiin, oli laskettava kunnittain.

Väärinkäsitysten välttämiseksi todettakoon vielä, että tutkimuksessa käytetty määrätietoinen näyte poimitaan edellä esitetyin periaattein todella tehtyjen raakapuukauppojen joukosta. Suoritettava tutkimus perustuu näin ollen todellisten kauppojen muodostamaan primääriaineistoon.

23. Aineistojen laajuus

Toista maailmansotaa edeltäneeltä ajalta on tietoja hakkuukautena 1935—36 suoritetusta poiminnasta (H a r v e 1937, s. 110). Metsätalousneuvojien täyttämiä lomakkeita saapui tutkimuslaitokseen 491 kappaletta. Niissä oli keskimäärin yhdeksää tai kymmentä kauppaa koskevat tiedot. Tämän mukaan olisi koko maasta saatu n. 4 600—4 700 raakapuukauppaa koskevat tiedot. Vaikka kauppatoiminta tuolloin ei ollut saavuttanut vielä sellaisia mittasuhteita kuin nykyisin, tuntuu näyte melko vaatimattomalta. Sen edustavuus kohosi tuskin 5 % suuremmaksi. Saatu näyte koski yksityisten ja osaksi tarkemmin määrittelemättömien yhteisöjen metsiä. Valtion metsäkauppatoiminta jätettiin siis poiminnan ulkopuolelle. Näytteiden suuruus pysytteli suunnilleen samana muiden 1930-luvun hakkuukausien osalta.

Toisen maailmansodan jälkeisiltä vuosilta suoritettiin tutkimuslaitokseen saapuneiden hintatietojen määrän laskenta mm. hakkuukauden 1953—54 osalta. Metsätalousneuvojien poimiman näytteen suuruudeksi tuli 21 199 hintatietoa. Samana hakkuukautena pyydettiin neuvojia myös ensimmäisen kerran ilmoittamaan tiedot kussakin kunnassa tehtyjen raakapuukauppojen kokonaismääristä. Heidän ilmoitustensa mukaan koko maassa tehtiin tuolloin 103 787 raakapuukauppaa. Tämän lukumäärän suhteen on erityisesti huomattava, että se edustaa sellaista raakapuukauppojen lukumäärää, missä jokainen puutavaralaji on erikseen otettu huomioon. Tämä merkitsee sitä, että esimerkiksi sellainen hakkuusopimus, joka käsittää vaikkapa kolme puutavaralajia, katsotaan tässä yhteydessä ikäänkuin kolmeksi eri kaupaksi. Tästä johtuen luku 103 787 on huomattavasti suurempi

kuin esimerkiksi metsänhoitolautakuntien tietoon tulleet myyntihakkuut vastaavana ajankohtana. Hakkuukautena 1953—54 oli nimittäin kaikkien metsänhoitolautakuntien tietoon tulleiden myyntihakkuiden lukumäärä 79 776 (Metsänhoitolautakuntien toiminta 1954 s. 49). Kuitenkin luku 103 787 jäänee vielä alhaiseksi sen johdosta, että metsätalousneuvojat lienevät perustaneet käsityksensä kauppatoiminnasta suurimmaksi osaksi hakkuuilmoituksiin, mikä menettely tunnetusti johtaa liian alhaisiin arvoihin (Metsänhoitolautakuntien toiminta 1950 s. 40—41). Jos kuitenkin luku 103 787 hyväksytään esitetyllä varauksella osoittamaan hakkuukauden 1953—54 perusjoukon suuruutta, saadaan otantaosuudeksi tuolloin 20.4 %, mitä voidaan pitää verrattain korkeana. Hakkuukautena 1954—55 perusjoukon suuruus koko maassa oli 205 877 ja näytteen 27 796. Otantaosuudeksi tuli tuolloin 13.5 %.

Hakkuukausina 1953—54 ja 1954—55 ovat perusjoukkojen suuruudet ja niistä poimitut määrätietoiset näytteet olleet metsänhoitolautakunnittain asetelma 1 osoittamat.

Asetelma 1. Perusjoukko ja näytteen suuruus hakkuukausina 1953—54 ja 1954—55

Analysis 1. The population and the size of the sample in the logging seasons 1953—1954 and 1954—55.

Metsänhoitolautakunta *District forestry board*	1953—54 Perusjoukko *Population*	1953—54 Näyte — *Sample* kpl *Unit*	1953—54 Näyte — *Sample* % perusjoukosta *% of population*	1954—55 Perusjoukko *Population*	1954—55 Näyte — *Sample* kpl *Unit*	1954—55 Näyte — *Sample* % perusjoukosta *% of population*
Helsingin	4 895	798	16.3	8 144	1 002	12.3
Lounais-Suomen	6 519	992	15.2	12 796	1 365	10.7
Satakunnan	7 050	1 756	24.9	18 262	2 156	11.8
Uudenmaan-Hämeen	4 382	1 576	36.0	7 009	1 456	20.8
Pohjois-Hämeen	4 271	1 504	35.2	9 360	2 769	29.6
Itä-Hämeen	5 053	1 080	21.4	6 596	1 467	22.2
Etelä-Savon	5 206	978	18.8	9 916	1 448	14.6
Etelä-Karjalan	8 114	1 216	15.0	10 988	1 722	15.7
Itä-Savon	4 273	602	14.1	6 435	620	9.6
Pohjois-Karjalan	5 354	1 060	19.8	9 922	1 206	12.2
Pohjois-Savon	9 567	1 081	11.3	12 573	1 423	11.3
Keski-Suomen	6 259	1 464	23.4	16 044	1 795	11.2
Etelä-Pohjanmaan	10 400	1 406	13.5	19 977	1 929	9.7
Vaasan	6 570	1 142	17.4	17 508	1 763	10.1
Keski-Pohjanmaan	3 833	1 708	44.6	11 704	2 039	17.4
Kainuun	2 451	788	32.2	8 501	1 016	12.0
Pohjois-Pohjanmaan	7 024	1 315	18.7	12 450	1 660	13.3
Lapin	2 566	733	28.6	7 692	960	12.5
Koko maa — *Whole country*	103 787	21 199	20.4	205 877	27 796	13.5

Näytteiden edustavuus on itse asiassa ollut suurempi, mitä yhdistelmässä olevat prosenttiluvut osoittavat, sillä näytteeseen tulleiden kauppojen määrä on laskettu ilmoituslomakkeilta tiettyä varovaisuutta noudattaen. Metsätalousneuvojilla on nimittäin ollut käytettävissään kolme mahdollisuutta ilmoittaessan lomakkeelle kirjaamiensa kauppojen kohdalla niissä maksetun hinnan yleisyyden. Ensinnäkin he ovat voineet ilmoittaa sen kyseessä olevalla hinnalla tehtyjen kauppojen tarkkana lukumääränä. Toiseksi heillä on ollut mahdollisuus osoittaa hinnan yleisyys prosenttiluvulla ilmoittamalla, kuinka monta prosenttia asianomaisen puutavaralajin kaupoista on tehty lomakkeella mainittujen kauppojen hinnoilla. Kolmantena ja epätarkimpana mahdollisuutena neuvojilla on ollut hinnan yleisyyden osoittaminen erilaisilla maininnoilla, kuten »pääosa kaupoista tähän hintaan, yleinen hinta, useita kauppoja tällä hinnalla» jne. Laskettaessa näytteeseen tulleiden kauppojen lukumäärää otettiin siinä huomioon vain ne kaupat, joiden tarkka lukumäärä oli ilmoitettu. Ulkopuolelle jäi siis kokonaan esimerkiksi ne kauppojen määrät, jotka olisi voitu laskennallisesti selvittää, kun hinnan yleisyys oli ilmaistu prosenttiluvuilla.

Edellä todettiin, että hakkuukausi 1953—54 oli ensimmäinen, jolloin kerättiin yksityiskohtaiset tiedot kunnittaisista perusjoukoista. Lähinnä asian outoudesta ja ehkä myös osittaisesta ohjeiden väärinymmärtämisestä johtuen kerätyt tiedot jäivät jonkin verran puutteellisiksi. Pahimpia vajavaisuuksia voitiin todeta Pohjois-Hämeen, Etelä-Savon, Pohjois-Karjalan ja Etelä-Pohjanmaan metsänhoitolautakuntien alueilla. Hakkuukautena 1954—55 tilanne kuitenkin korjaantui näidenkin osalta.

Metsänhoitolautakuntien avustuksella poimittujen näytteiden edustavuus pysytteli edellä esitetyn suuruisena 1950—51, 1951—52 ja 1952—53. Hakkuukautena 1949—50 se oli jonkin verran pienempi. Vuosien 1940—48 välisenä aikana ei Metsäntutkimuslaitoksella ollut mahdollisuuksia toteuttaa edellä esitetyn kaltaista näytteen ottamista. Tuolloin perustettiin puustokuutiometrin hintalaskelmat säännöstelyhintoihin.

24. Tarkistusaineistot

1930-luvulla käytettiin tarkistus- ja vertailutyöhön verotuslautakuntien keräämää aineistoa. Hakkuukautena 1935—36 saapui tutkimuslaitokseen näiden keräämänä hintatietoja 267 lomakkeella, joissa kussakin oli keskimäärin seitsemää tai kahdeksaa kauppaa koskevat tiedot (H a r v e 1937, s. 111). Näiden tietojen poiminta suoritettiin ilmeisesti samalla tavalla kuin metsänhoitolautakuntienkin osalta tapahtui. Tarkistusaineiston suuruudeksi 1935—36 tuli täten n. 2 000 hintatietoa.

Toisen maailmansodan jälkeisellä ajalla luovuttiin verotuslautakuntien keräämistä aineistoista ja katseet käännettiin sinne, mistä raakapuukauppojamme koskevat hinta-aineistot olivat luotettavimpina saatavissa. Niin muodostui metsäteollisuutemme arkistoista se lähde, josta 1949—55 välisenä aikana kerättiin kaikki tarkistustyöhön tarpeellinen aineisto. Alkuaikoina tämän aineiston keräystyö oli järjestetty siten, että valittujen yhtiöiden metsäosastojen henkilökuntaan kuuluvat virkailijat keräsivät alkuperäisiltä kauppakirjoilta tai niiden kanssa yhtäpitäviltä jäljennöksiltä kaikki tarpeelliset tiedot. Työssä käytetty keräyslomake oli melkein samanlainen kuin metsätalousneuvojillekin toimitettu. Vuonna 1953 jouduttiin kuitenkin työskentelymenetelmässä suorittamaan muutos sen johdosta, että yhtiöiden metsäosastoilta oli erittäin vaikea kesäaikana, jolloin keräystyö pääasiassa suoritettiin, irroittaa tällaiseen työhön tarpeellista työvoimaa. Niin jouduttiin tietojen poimiminen suorittamaan tutkimuslaitoksen omalla työvoimalla.

Siirtyminen verotuslautakuntien suorittamasta aineistokeräyksestä metsäteollisuuden arkistojen hyväksikäyttöön, merkitsi myös muutosta käytettyihin tilastollisiin perusteisiin. Uusi menettely merkitsi yhtiön puitteissa täydellistä laskentaa, sillä keräyksen kohteeksi valituissa yhtiöissä käytiin yleensä lävitse niiden koko kyseessäolevan hakkuukauden kauppakirja-aineisto. Käsittely-yksikkönä olevan kunnan osalta menettely ei sensijaan ollut määrätietoista poimintaa eikä täydellistä laskentaa. Tällaisen tilanteen syntyminen ei kuitenkaan ollut sattumanvarainen, vaan tulos määrätietoisen pyrkimyksen soveltamista. Yhtiöiltä saatavien aineistojen keräys nimittäin perustui tieteellisessä työskentelyssä vähän sovellettuun, mutta käytännössä melko hyvin tunnettuun kunnittaiseen pääostaja-ajatteluun. Raakapuumarkkinoillemmehan on ominaista, että jokaiselle puutavaralajille voidaan kunnittain asiaa tarkasteltaessa löytää sellainen ostaja, joka eroittuu muista kauppatoimintansa laajuudella ja voimaperäisyydellä. Ymmärrettävästi tällainen ostaja vaikuttaa määräävästi kunnassa maksettavan kantohintatason muodostumiseen. Jos olisi mahdollista saada selville jokaisen pääpuutavaralajimme pääostajat kunnittain ja käydä lävitse heidän arkistoistaan vain ne kaupat, jotka liittyvät heidän kunnittaiseen pääostaja asemaansa, voitaisiin tähän aineistoon perustaa hyvin korkeaa luotettavuusastetta oleva kantohintatilasto. Jos esiintyisi epäselvyyttä siitä, minkä yhtiön ostot ovat painavimmat, voitaisiin tällaisissa tapauksissa ottaa kahden tai tarpeen vaatiessa kolmenkin ostajan hinta-aineistot tilaston pohjaksi. Suunnitelma ei olisi edes vaikea toteuttaa sen johdosta, että n. 20—30 yhtymää maassamme on pääostajana useimmissa kunnissamme. Tutkimuslaitos ei ole kuitenkaan voinut määrärahojen niukkuuden vuoksi toteuttaa täydellisenä tällaista suunnitelmaa. Sen on ollut pakko toimia rajoitetuin tavoittein. Seurauksena tästä on ollut, että

metsätalousneuvojien ilmoittamia hintatietoja on jouduttu tarkistamaan useissa kunnissa sellaisten ostajien hinta-aineiston perusteella, jotka ovat olleet toisinaan vasta kolmannella tai neljännellä tilalla kunnittain ryhmiteltyjen ostajien suuruusjärjestyksessä.

Hakkuukautena 1953—54 metsäteollisuudelta kerätty aineisto käsitti tiedot 26 100 raakapuukaupasta. Kun muistetaan, että samana hakkuukautena saatiin metsätalousneuvojien välityksellä 21 199 hintatietoa, ylittää tarkistusaineisto laajuudessaan perusaineiston. Lienee paikallaan vielä huomauttaa, vaikka asiasta on jo aiemmin mainittukin, että esillä olevassa tutkimuksessa termi kauppa tai raakapuukauppa merkitsee yhden ja tietyn puutavaralajin kauppaa. Näin menetellen voidaan hintatietojen määrä ja kauppojen määrä rinnastaa keskenään. Jos tutkimuksen yhteydessä käytetään termejä hakkuu- tai hankintasopimus, niin näiden piiriin voi sisältyä useampiakin puutavaralajeja. Hakkuukautena 1954—55 oli teollisuudelta kerätyn tarkistusaineiston suuruus 18 680 kauppaa.

Lienee paikallaan vielä mainita, että niin perus- kuin tarkistusaineistossakin käytettiin ratkaisuperusteena sille seikalle, mihin hakkuukauteen jokin raakapuukauppa luetaan, sitä päivämäärää, milloin hakkuu tai hankintasopimus oli allekirjoitettu.

25. Tiedot myydyistä puumääristä

1930-luvulla ei ilmeisesti katsottu tarpeelliseksi kerätä minkäänlaisia tietoja kunnittain myydyistä puumääristä. Vasta hakkuukautena 1949—50 ensimmäisen kerran pyydettiin metsätalousneuvojia antamaan tiedot puutavaralajeittain mainitun hakkuukauden kuluessa myydyistä määristä. Tämän lisäksi heidän tuli vielä prosenttisesti määritellä, miten myyntimäärä jakaantui hakkuukauden eri osien kesken. Aiemmin on jo tehty selkoa, millaisiin osiin hakkuukausi oli jaettu.

Käsityksensä yksityismetsistä myydyistä puumääristä neuvojat lienevät perustaneet pääasiassa hakkuuilmoituksiin. Tästä syystä ne kautta linjan lienevät liian alhaisia. Tällä seikalla ei kuitenkaan suoritettavassa tutkimuksessa, jossa niitä käytetään vain painolukuina, ole mainittavaa merkitystä.

Vaikka myyntien kokonaismääriin ei 1930-luvulla kiinnitettykään huomiota, suoritettiin tuolloin kuitenkin jo hakkuukaudesta 1937—38 alkaen tiedustelu myyntien prosenttisesta jakaantumisesta hakkuukauden eri osien kesken.

3. Aineiston käsittely

31. Yleistä

Jos jollain tavoin haluttaisiin luonnehtia niitä yleisiä periaatteita, joita suoritettavan tutkimuksen aineiston käsittelyssä on noudatettu, niin niille voitaisiin sanoa olleen leimaa antavana pyrkimyksen tiettyjen hintoihin vaikuttaneiden tekijöiden samanlaistamiseen. Tämä pyrkimys on toteutettu seuraavasti:

1. Kaikki aineiston keräyksessä saadut eri puutavaralajien kantohinnat on muunnettu tiettyjen hevosajomatkojen [1]) etäisyydellä eri kaukokuljetusreiteiltä saaduiksi.

2. Ainespinotavaran, joka tutkimuksessa käsittää kuusi- ja mäntypaperipuun sekä kaivospuun, kantohinnat on muunnettu tietyn pituisesta, puolipuhtaasta tavarasta saaduiksi.

3. Sahapuun kantohinnat on muunnettu tiettyä runkojen ja tukkien keskikokoa vastaaviksi.

Tällaisella olosuhteiden samanlaistamisella on voitettu varsin painavia etuja. Suurin niistä lienee hintojen alueellinen vertailukelpoisuus. Menettelyn suurpiirteinen soveltaminen on kuitenkin saattanut aineistoon eräitä vakavia heikkouksia. Pääasiallisimmat epäkohdat ovat aiheutuneet siitä, että koko maa on epäloogillisesti pidetty yhtenä käsittelyalueena. Tästä syntyneitä virheitä tarkastellaan yksityiskohtaisesti tulosten luotettavuutta käsittelevässä osassa.

Kaupanteko-olosuhteiden erilaisuutta tasoittava vaikutus on myös ollut sillä menettelyllä, mitä on käytetty hankintakauppojen hankintakustannuksia määrättäessä. Näitä laskiessa on nimittäin ollut pakko rajoittua pysyttelemään sosiaaliministeriön palkkaosaston määrittelemissä taksa-alueissa. Tällöin on ollut mahdoton ottaa huomioon esimerkiksi jossakin kunnassa vallitsevia poikkeuksellisia olosuhteita.

Suhdanteitten aiheuttama raakapuun hankinta-alueiden supistuminen ja laajentuminen muodostaa tunnetusti erään kantohintaselvittelyiden vaikeimmin ratkaistavan kysymyksen. Tässä tutkimuksessa on mainitusta ilmiöstä aiheutuva haitta pyritty poistamaan siten, että aineiston käsittelyyn on hyväksytty vain ns. ensimmäisten verotus- eli menekkivyöhykkeiden hinnat. Täten on päästy melko lähelle sitä tosiasiaa, että tutki-

[1]) Suoritettavassa tutkimuksessa käytetään puutavaran lähikuljetusetäisyyksistä puhuttaessa yleensä termejä hevosajo- ja hevosvetomatka. Tämä voidaan täydellä syyllä tehdä, sillä tutkimuksen kohteena olevina vuosina ei traktoreiden käyttö puutavaran lähikuljetuksessa ollut vielä saavuttanut merkittävää asemaa.

muksessa esitettävät kantohintasarjat kuvastavat *hintatason* vaihteluita. Kuitenkin hakkuukautena 1952—53 tapahtunut muutos aineistojen käsittelyperusteissa jonkin verran häiritsee tämän pyrkimyksen toteuttamista. Tuolloin nimittäin tapahtui, että aikaisempina vuosina käytetystä menettelystä, jossa tilastoasiamiehiltä saadut kunnittaiset hintatiedot pyrittiin erittelemään menekkivyöhykkeittäin, luovuttiin kokonaan. Tämän jälkeen käsiteltiin kaikki laitokseen saapuneet hintatiedot ensimmäisen menekkivyöhykkeen hintoina. Käsittelysysteemin muutos johtui lähinnä raakapuumarkkinoiden hinnanmuodostuksessa tapahtuneista muutoksista sekä yleisestä kauppatoiminnan laajenemisesta.

Vielä 1930-luvulla oli verrattain helppo todeta kantohintatasoeroja kunnan suuruisella alueella. Tämä johtui lähinnä siitä, että raakapuun kaukokuljetusolosuhteet olivat tuolloin olennaisesti toiset kuin nykyisin. Kuntien syrjäosiin saattoi silloin jäädä laajojakin huonomenekkisiä alueita sen johdosta, että raakapuu jouduttiin sieltä ottamaan pitkillä hevosvedoilla uittoväylien ja rautateitten varsiin. Autokuljetuksen yleistyessä ja tieverkoston tihentyessä tällaiset alueet alkoivat hävitä. Näiden ilmiöiden mukana ilmestyi markkinoille myös ns. tasahintaisuuden ostoperiaate. Seurauksena näistä tapahtumista oli, että useissa kunnissa, joissa oli kaksi tai kolmekin verotusvyöhykettä, ei yrityksistä huolimatta pystytty toteamaan minkäänlaisia kantohintatasoeroja.

Raakapuun kauppatoiminnan laajeneminen pakoitti myös suurentamaan verokuutiometrin hinnoittelussa käytettävät aineistot moninkertaisiksi 1930-lukuun verrattuna. Tämä johti vähitellen siihen, että tutkimuslaitoksen käytettävissä olevin voimavaroin ja menetelmin alkoi olla mahdotonta eritellä hintatietoja vyöhykkeittäin. Niinpä sitten hakkuukautena 1952—53 vihdoin luovuttiin kantohintojen vyöhykkeittäisestä erottelemisesta. Tällaisen muutoksen vaikutusta tutkimuksessa esitettäviin tuloksiin ei ole pyritty oikaisemaan. Perustelut siitä, miksi näin ei tehty, esitetään tutkimuksen tulosten luotettavuutta käsittelevässä osassa.

32. Primääriaineiston peruskäsittely v. 1934—39

Sen johdosta, että aineiston ns. peruskäsittelyssä noudatetuissa menettelytavoissa esiintyy pieniä eroavaisuuksia vuosijaksojen 1934—39 ja 1949—55 välillä, tarkastellaan kumpikin jakso erikseen. Eroavaisuudet voidaan ryhmitellä viiteen pääkohtaan:

1. Muutokset hevosajomatkojen etäisyyksissä
2. » ainespinotavaran pituudessa
3. » sahapuun runkojen keskikuutiossa
4. » hankintakustannusten määräämistavassa
5. Ns. ylimitan kohdalla tapahtuneet muutokset

1. Hakkuukautena 1934—35 hintojen muuntamista vastaamaan jonkin tietyn ajomatkan päässä saatuja hintoja suoritettiin varsin rajoitetusti. Lisäksi sovellettiin eri pituisia perusajomatkoja samoillekin kaukokuljetusreiteille. Yhtenäisen käsityksen muodostamista tuolloin käytetyistä perusteista vaikeuttaa suuresti arkistoissa olevien tietojen rajoittuneisuus.

Hakkuukautena 1935—36 muunnettiin eri pituisten hevosajomatkojen päässä saadut pystykauppahinnat vastaamaan niitä hintoja, jotka olisi saatu kolmen kilometrin ajomatkan päässä (Harve 1937 s. 111). Jos siis pystykaupan leimikko oli noin kolmen kilometrin päässä maantiestä, uittoväylästä tai rautatien lastauspaikasta, kelpasivat sen käsittämistä puutavaralajeista maksetut kantohinnat laskelmiin ajomatkansa puolesta sellaisenaan. Jos taasen ajomatka oli vaikkapa viisi kilometriä, korotettiin mittayksiköltä maksettua kantohintaa kahden kilometrin ajokustannusten määrällä. Tällöin leimikko siis tuli siirretyksi ikäänkuin kolmen kilometrin päähän. Kaukokuljetusreittien varteen tai kunnan kulutuspaikoille *hankitun* puutavaran hinnoista vähennettiin kolmen kilometrin ajosta aiheutuneet kustannukset.

Hakkuukautena 1936—37 muunnettiin pystykaupoissa maksetut hinnat vastaamaan kolmen kilometrin ajomatkan päässä uittoreiteiltä ja viiden kilometrin ajomatkan päässä rautateiden lastauspaikoilta ja sahoilta saatuja hintoja (Harve 1938 s. 163). Vastaavasti vähennettiin em. paikoille *hankitun* puutavaran hinnoista kolmen ja viiden kilometrin ajosta aiheutuneet kustannukset. Nämä perusajomatkat säilytettiin hakkuukausina 1937—38 ja 1938—39 sellaisenaan vain sillä erotuksella, että kolmen kilometrin ajomatka ulotettiin koskemaan myös maantien varsia ja viiden kilometrin ajomatka kulutuskeskuksia, kaikkia teollisuuslaitoksia sekä satamia (Harve 1940 s. 4.).

2. Hakkuukautena 1934—35 määrättiin kuusipaperipuun hinnat puolipuhtaaksi kuoritulle tavaralle riippumatta tavaran pituudesta. Vuosijakson 1935—39 kuluessa ne sensijaan muunnettiin vastaamaan 1-metrisestä puolipuhtaasta tavarasta saatua hintaa. Muuntamistyö suoritettiin Tapion taskukirjassa olevien taulukoiden perusteella. Mäntypaperi- ja kaivospuun kantohinnat laskettiin vuosina 1934—39 puolipuhtaaksi kuoritulle mäntypuulle yleensä (Harve 1940 s. 4). Muuntamista tiettyä pituutta vastaavaan hintaan ei siis suoritettu.

3. Havusahapuun hinta määrättiin hakkuukautena 1934—35 latvaläpimitan mukaista engl. kuutiojalkaa kohden. Hakkuukaudesta 1935—36 lähtien ryhdyttiin kuitenkin käyttämään yksikköhintaa, joka oli maksettu 8 j^3:n rungoista (Harve 1940 s. 2). Rungon keskikuution ollessa tätä suurempi kantohinta kerrottiin ykköstä pienemmällä luvulla ja päinvastaisessa tapauksessa ykköstä suuremmalla. Käytetyt kertoimet olivat seuraavat:

Leimikon runkojen keskikuutio, tekn. j^3:

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Hintakerroin:											
1.13	1.08	1.03	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.86	0.85	0.83	0.81

4. 1930-luvun vapaasta markkinataloudesta johtuen oli valtiovallan toimesta harjoitettu palkkasäännöstely aivan minimaalista. Niinpä puutavatan teosta ja vedosta aiheutuneita hankintakustannuksia määriteltäessä täytyi tietolähteenä käyttää metsätalousneuvojia. Heidän ilmoittamiinsa tietoihin sekä Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön julkaisemiin ohjetaksoihin (ks. Metsätyöpalkat vv. 1935—36; Metsätyöpalkat 1. päivästä lokakuuta 1936 toistaiseksi; Metsätyöpalkat 1938—39) perustuen suoritettiin sitten laskelmat eri puutavaralajien yksikköhankintakustannuksista. Tämän kirjoittajan tiedossa ei ole, millä tavalla hankintakustannuksia määrättäessä otettiin huomioon hankinnan yleiskulut, työnjohto, mittahäviö ja muut tämänlaatuiset kustannuserät. Ilmeisesti niiden määrittelyssä nojauduttiin samantapaisiin perusteisiin, joita käytettiin vuosijaksona 1949—55.

5. Vuosijakson 1934—39 puitteissa esiintyi vielä ainespinotavaran ja polttopuun mittauksen kohdalla ilmiö, jota nykyisin ei enää lainkaan tunneta. Tuolloin nimittäin käytettiin aivan yleisesti ns. ylimittaa. Puuttumatta tarkemmin tämän käytännön yksityiskohtiin todettakoon vain, että se oli omiaan melkoisesti vaikeuttamaan yksikköhintavertailuja. Suoritettavassa tutkimuksessa tämä kysymys ei kuitenkaan ole tuottanut vaikeuksia, sillä 1930-luvulla suoritetun aineistokäsittelyn yhteydessä muunnettiin kaikki ainespinotavaran ja polttopuun yksikköhinnat vastaamaan ylimitattomasta tavarasta saatuja hintoja.

33. Primääriaineiston peruskäsittely v. 1949—55

Seuraavassa noudatetaan samaa asioiden käsittelyjärjestystä kuin edellisessäkin kappaleessa.

1. Hakkuukaudesta 1949—50 lähtien on perusajomatkoina hevosvedossa kaikilla puutavaralajeilla käytetty seuraavia:

— maantievarsipuut ..... 1 km
— uittoväylien ja vesistöjen varsiin ajetut puut ..... 3 »
— rautatien lastauspaikoille, teollisuuslaitoksiin, kulutuskeskuksiin ja satamiin ajetut ..... 5 »

Sen johdosta, että keräyslomakkeilla oli useiden pystykauppojen kohdalla hevosvetomatka ilmoitettu kahdella kilometriluvulla esimerkiksi 1—2, 2—3, 3—4 jne., hyväksyttiin edellä esitettyjen perusvetomatkojen kanssa yhtäpitäviksi seuraavat matkat:

maantievarsipuut	0—1 km
uittoreitti- ja vesistöpuut	2—3 »
muut	4—5 »

Tämä tulkinta on varsin loogillinen sen johdosta, että käytännössäkin yleensä maksetaan ajomatkakorvaus ylemmän kilometritaksan mukaan heti kun ajomatka ylittää alemman. Usein kuitenkin vetotaksat määritellään lyhyemmissä yksiköissä kuin kilometri.

Edellä mainittujen kaukokuljetusreittien varteen sekä käyttö- ja kulutuspaikoille *hankitun* puutavaran hinnoista vähennettiin luovutuspaikasta riippuen yhden, kolmen tai viiden kilometrin ajosta aiheutuneet kustannukset.

2. Vuosijaksona 1949—55 kaikki kuusi- ja mäntypaperipuiden sekä kaivospuiden hinnat muunnettiin vastaamaan 2-metrisestä puolipuhtaasta tavarasta saatua hintaa. Muuntamistyö tapahtui Tapion taskukirjan taulukoiden avulla.

3. Havusahapuun perushintana käytettiin v. 1949—54 yksikköhintaa, joka oli maksettu 10 j^3 rungoista. Hintojen muuntamisessa vastaamaan tämän keskikuution puista saatua hintaa sovellettiin seuraavaa markkamääräistä sarjaa:

Leimikon runkoja keskikuutio, tekn. j^3:

5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Lisäys tai vähennys mk/j^3:											
+10	+8	+5	+3	+2	±0	—2	—4	—6	—8	—10	—12

Sen johdosta, että tukkien hankintaerien kohdalta ei yleensä saada selville runkojen keskikuutiota, on niiden osalta ollut tyydyttävä tietoihin tukkien keskikoosta. Tukkien hintojen oikaiseminen tietystä keskikoosta saaduiksi on tapahtunut seuraavan markkamääräisen sarjan perusteella.

Hankintatukkien keskikuutio, tekn. j^3:

4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0

Lisäys tai vähennys mk/j^3:

+7.5	+4.5	+1.5	—1.5	—4.5	—7.5	—10.5	—13.5	—16.5	—19.5	—22.5

Hakkuukauden 1954—55 aineistokäsittelyn yhteydessä luovuttiin sahapuun hintojen oikaisemisesta tietystä keskikoosta saaduiksi. Tämä tapahtui syistä, joita käsitellään tulosten luotettavuutta koskevassa osassa.

4. Vuosijaksona 1949—55 on eri puutavaralajien teko- ja ajokustannusten määrittäminen ollut varsin helppoa. Tämä on johtunut lähinnä siitä, että hallituksella on ollut ns. valtalain puitteissa mahdollisuudet suorittaa varsin tehokasta palkkasäännöstelyä. Niinpä työnantajien on ollut melko tiukasti seurattava metsätöiden osalta niitä taksoja, jotka oli määritelty sosiaaliministeriön palkkaosaston toimesta (ks. Metsätyöpalkkataulukot vv. 1949—55). Näissä taulukoissa julkaistujen taksojen noudattamista ovat valvoneet erityiset palkkatarkkailijat. Esilläolevassa tutkimuksessa on puutavaran teko- ja vetopalkat otettu edellä mainituista taulukoista. Hankinnasta aiheutuneet kokonaiskustannukset ovat tutkimuksessa vv. 1949—55 koostuneet seuraavista tekijöistä:

— hakkuu
— hevosajo
— tie- ja varastokustannukset
— mittahäviö
— työnjohto
— sosiaaliset kulut

Vähentämällä hankintahinnasta edellä esitettyjen kustannuserien kokonaismäärä, on päästy vastaavaan kantohintaan, mikä pystykaupassa jää myyjälle. Mittahäviön suuruus näissä kustannuslaskelmissa on ollut 6 % tekopalkasta ja 3 % ajopalkasta. Sosiaaliset kulut ovat taasen olleet 13 % tekopalkasta ja 6 % ajopalkasta. Tie- ja varastokustannukset ovat olleet jonkin verran mittahäviötä pienemmät, kun taas työnjohtokustannukset ovat keskimäärin olleet niitä hiukan suuremmat. Taksojen mukaisia teko- ja vetokustannuksia määriteltäessä on lähtökohtana pidetty oksaisuudeltaan ja tiheydeltään huonoja ja keskinkertaisia leimikoita. Käyttämällä teon osalta lähtökohtana huonoja leimikoita, on pyritty saamaan huomioon otetuksi ne melko yleisiksi muodostuneet palkkanormien ylitykset, joita tapahtui pitkin säännöstelykautta (vrt. Valtion metsäkauppakomitean mietintö 1948 s. 49).

5. Ns. ylimitasta aiheutuneita muuntamistehtäviä ei vv. 1949—55 ole jouduttu suorittamaan sen johdosta, että sellaisen käyttö oli jäänyt pois mittaussäännön määräysten johdosta.

34. Aineistojen käsittelystä vuosina 1940—48

Syksyllä 1939 puhjennut talvisotamme aiheutti vakavia häiriöitä siihen säännölliseen aineistojen keräykseen, jota vuodesta 1934 lähtien oli suoritettu. Kuitenkin onnistuttiin hakkuukauden 1939—40 osalta saamaan verotuslaskennalle tarpeelliset aineistot kootuiksi ja niihin perustuen suoritettiin hintalaskelmat kuten aikaisemminkin.

Hakkuukausien 1940—41 ja 1941—42 osalta ei saatu normaalilla tavalla kerätyksi hinta-aineistoja lainkaan. Vasta hakkuukauden 1942—43 yhteydessä suoritetussa suppeassa poiminnassa koottiin myös tiedot näiden hakkuukausien kaupoista. Tutkimuslaitokseen saapunut hinta-aineisto näiltä kolmelta hakkuukaudelta käsiteltiin sitten samojen periaatteiden mukaisesti kuin hakkuukauden 1938—39 aineistotkin. Hakkuukauden 1940—41 hinta-aineistojen käsittelyssä lienee kuitenkin käytetty joitakin silloisen tilanteen pakottamia »oikoteitä». Tähän viittaa se, että tutkimuslaitoksen arkistoista ei löytynyt tätä hakkuukautta koskevia laskelmia. Hakkuukauden 1942—43 osalta oli laskelmien perustana käytettävissä myös Metsäkauppaneuvottelukunnassa määritellyt ns. suositeltavat hinnat (ks. Puutavaran hankinta teollisuuden ja viennin tarpeisiin hakkuukautena 1942—43).

Vuosijakson 1944—48 osalta puustokuutiometrin hinnoittelulle tarpeellisten kantohintojen selvittäminen tapahtui ns. suositeltujen hintojen tai voimassa olleiden valtioneuvoston hintapäätösten perusteella. Niinpä hakkuukauden 1943—44 laskelmat ainespuun kantohinnoista voitiin perustaa suurelta osaltaan metsäkauppaneuvottelukunnassa päädyttyihin hintoihin (ks. Saha- ja paperipuiden suositeltavat hinnat hakkuukaudella 1943—44 sekä puutavaran hankinta teollisuuden ja viennin tarpeisiin hakkuukautena 1943—44). Polttopuun osalta jouduttiin jo tällöin turvautumaan eri hintapäätöksissä määriteltyihin enimmäishintoihin, joita ilmeisesti käytettiin hyväksi jo hakkuukausien 1941—42 ja 1942—43 laskelmissakin. Nämä päätökset on lueteltu ainespuuta koskevien hintapäätösten yhteydessä.

Hakkuukausien 1944—45, 1945—46 ja 1946—47 kuluessa tutkimuslaitoksessa suoritetut kantohintalaskelmat nojautuivat pääasiassa valtioneuvoston vahvistamiin enimmäishintoihin (ks. valtioneuvoston päätökset 170/42, 320/42, 710/42, 992/42, 602/43, 208/44, 680/44, 685/44, 833/44, 873/44, 154/45, 245/45, 260/45, 425/45, 601/45, 742/45, 779/45, 1 081/45, 1 086/45, 1 087/45, 1 110/45, 542/46, 543/46, 551/46, 168/47, 184/47, 185/47).

Laskelmien käytännölliselle suorittamiselle tänä ajankohtana olivat merkityksellisiä myös kansanhuoltoministeriön julkaisemat hinnastot ja ohjeet (ks. Kansanhuoltoministeriön hyväksymät polttopuiden myyntihinnastot maalaiskuntia varten 1942 ja Polttopuiden myyntihinnastot maaseudulla 1943 sekä Kansanhuoltoministeriön julkaisuja N:ot 12 ja 21, polttopuun kauppa). Oma ratkaiseva merkityksensä oli tietenkin hintapäätösten ja säännöstelymääräysten selitysjulkaisuilla (ks. Paavo Turja ja Paavo Harve 1946 ja Paavo Turja 1946 sekä P. J. Peltotari 1946).

Lain puun saannin turvaamisesta (Laki 325/45) lakattua 1. 6. 1947 olemasta voimassa jouduttiin kantohintoja koskevat selvittelyt perustamaan ns. sopimushintoihin. Ainespuun osalta nämä määräytyivät niiden neuvottelujen tuloksena, joissa Maataloustuottajain Keskusliiton Metsävaltuuskunta metsänomistajain edustajana ja Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitto metsäteollisuuden edustajana sekä Valtion Polttoainetoimisto maan suurimpana polttopuun hankkijana ja sellaisena markkinoille suuntaa antavana ostajana sopivat havusahapuiden sekä kuusi- ja mäntypaperipuiden sekä polttopuun hinnoitteluperusteista ja suositeltavista hinnoista. Neuvottelujen tulokset julkaistiin hinnastojen muodossa (ks. Ainespuun hinnoitteluohjeet hankintakautena 1947—48; Ainespuun rautatiehinnat; Ainespuun kantohinnat Saimaan ja Kymijoen vesistöalueilla; Ainespuun kantohinnat Länsi- ja Etelä-Suomen vesistöalueilla; Ainespuun vesistöhinnat Pohjois-Suomessa; Polttopuiden sopimushinnat).

Esitetyissä sopimuksissa määriteltyä hintatasoa ei kuitenkaan kyetty säilyttämään, vaan paikoitellen tapahtui ylityksiä. Näiden ylitysten määrä pyrittiin kuitenkin arvioimaan tutkimuslaitoksen laskelmissa mahdollisuuksien mukaan. Valitettavasti tähän tarkoitukseen vain oli käytettävissä verraten suppea aineisto.

Kantohintalaskelmat hakkuukauden 1948—49 osalta muodostuivat poikkeuksellisen vaikeiksi sen johdosta, että edellä selostetun kaltaista sopimusta ei tehty tälle hakkuukaudelle. Kantohinta-aineistojen hankkimista tarkoituksenmukaisen poiminnan avulla kuten vuosina 1934/35—42/43 ei myöskään oltu saatu vielä alulle. Näistä syistä johtuen muodostuivatkin kantohintalaskelmat hakkuukauden 1948—49 osalta erääksi heikoimmista. Jollakin tavoin asia saatiin järjestykseen käyttämällä lähtökohtana edellisen kauden sopimushintoja ja yleistä kantohintatason tuntemusta. Seuraavana hakkuukautena 1949—50 suoritettiinkin jo näytteen poiminta tuolloin tehdyistä raakapuukaupoista kuten aiemmin on selostettu. Kantohintojen määräämistä vuosijaksona 1940—48 helpotti kuitenkin metsätyöpalkkojen säännöstely (ks. valtioneuvoston ja sosiaaliministeriön päätökset 781/42, 782/42, 848/42, 849/42, 688/43 ja Määräyksiä metsätöistä; viranomaiset, järjestöt ja palkat 1943; II osa 1945; toinen

painos II osa 1945 sekä Metsätyöpalkat 1945, 1946—47 ja 1947—48). Tässä yhteydessä ei myöskään pidä unohtaa sen työn merkitystä, minkä suoritti kaksi ns. metsätyöpalkkakomiteaa (ks. Komitean mietintö 1942 ja Komitean mietintö 1946).

Edellä esitetystä käy ennen kaikkea selville, että eri puutavaralajien kantohintojen selvittely vuosijaksona 1940—48 oli silloisista olosuhteista johtuen varsin vaikeaa. Tulokset eivät voineet myöskään muodostua yhtä luotettaviksi kuin aiemmin. Niinpä suoritettavassa tutkimuksessa tyydytäänkin toteamaan noina vuosina tapahtuneet kantohintatason vaihtelut vain puustokuutiometrin hintojen puitteissa. Eri puutavaralajien kantohintojen selvittelyyn eivät tuolloin käytetyt aineistot tarjoa riittäviä mahdollisuuksia.

35. Käsittelyn eroavaisuuksien vaikutus ja niiden huomioon ottaminen

Aiemmin todettiin aineiston käsittelyssä eri vuosina esiintyneiden eroavaisuuksien keskittyneen seuraaviin tekijöihin:

1. Perusvetomatkat
2. Ainespinotavaran pituus
3. Sahapuun keskikuutio
4. Hankintakustannusten määräämistapa
5. Ylimitta

Seuraavassa on tarkoituksena käydä lävitse edellä esitetyt seikat kohta kohdalta. Tarkastelu kohdistetaan pääasiassa vuosijaksoihin 1934—43 ja 1949—55, sillä jakson 1943—48 osalta eivät käsittelyperusteet ole aivan helposti verrattavissa kahteen edellämainittuun. Tämä ei merkitse sitä, että ne olisivat olleet periaatteiltaan huomattavasti erilaiset, vaan vaikeus syntyy ennen kaikkea tutkimuslaitoksen arkistoissa olevien tietojen vähyydestä. Toisaalta aiheutuu vaikeuksia siitä, että aineistojen keräystapa oli tuolloin myös varsin poikkeuksellinen. Itse asiassa ei v. 1943—48 aineistojen keräystä suoritettu lainkaan siinä mielessä kuin aikaisemmin. Lähinnä kai tästä syystä tiedot käsittelyperusteistakin ovat vajavaisia. Mitään syytä ei kuitenkaan ole ajatella, että käytettävissä olleiden aineistojen käsittelyssä olisi noudatettu poikkeuksellisia menettelytapoja. Tästä lienee parhaimpana takeena se seikka, että laskelmien suorittamista jaksona 1943—48 ohjasi ja valvoi sama henkilö kuin vuosina 1934—43.

1. Seuraava asetelma osoittaa, millaiset ovat ns. perusvetomatkat olleet eri hakkuukausina tai vuosijaksoina.

Hakkuukausi tai vuosijakso	Maantien varteen km	Uitto-väylän varteen km	Rautatien lastaus-paikoille km	Teollisuus-laitok-siin km	Vienti-sata-miin km	Kulu-tuskes-kuksiin km
1934—35		yksityiskohtaisia tietoja ei käytettävissä				
1935—36	3	3	3	—	—	—
1936—37	—	3	5	5	5	5
1937—40	3	3	5	5	5	5
1940—41		ei suoritettu täydellisiä laskelmia				
1941—43	3	3	5	5	5	5
1943—48		yksityiskohtaisia tietoja ei käytettävissä				
1949—55	1	3	5	5	5	5

Jos ei oteta lukuun poikkeuksellista hakkuukautta 1934—35 voidaan todeta, että koko tutkimusajanjakson ovat perusvetomaksut uittoväylien varteen vedätetyille puille olleet samat. Samanlainen havainto voidaan tehdä rautatien lastauspaikoille, teollisuuslaitoksille, vientisatamiin ja kulutuskeskuksiin ajettujen puiden perusvetomatkojen osalta, kuitenkin hakkuukauden 1935—36 muodostamalla poikkeuksella. Täten muodostuu maantievarsipuiden perusvetomatka ainoaksi, jonka kohdalla on tapahtunut merkittäviä muutoksia. Näiden syitä lienee paikallaan tarkastella lähemmin.

Puutavaran autokuljetus oli maassamme 1930-luvun alkupuolella varsin vähäistä. Vielä vuosina 1937 ja 1938 oli koko metsäteollisuutemme käyttämän raakapuun hankintamäärien kaukokuljetuksesta autokuljetuksen osuus vain 10 % (Seppänen 1944 s. 30). Kun otetaan huomioon, että sotavuosina 1939—44 autokantamme supistui voimakkaasti (Kiiskinen 1954 s. 90), niin autokuljetusten osuus vv. 1940—45 raakapuun kaukokuljetuksen määristä todennäköisesti entisestään pieneni. Esitetyn valossa voidaankin todeta, että niiden raakapuukauppojen määrän, joissa tavara vedätettiin maantien varteen autolla edelleen kuljetettavaksi, on täytynyt olla 1930-luvulla ja 1940-luvun alussa melko vähäinen. Täten ei myöskään sillä seikalla, mikä oli maanteiden varteen varastoitujen puiden perusvetomatkana laskelmissa, ollut mainittavaa vaikutusta raakapuun kantohintoihin. Ilmeisesti ovat silloiset aineistojen käsittelytyön suunnittelijat tienneet tämän asiain tilan ja jättäneet maantievarsipuut samaan ryhmään vesistöpuiden kanssa.

Autokuljetuksen osalta tilanne muuttui ratkaisevasti vasta kaudesta 1949—50 lähtien. Tuolloin oltiin jo kylläkin ylitetty vuosien 1938 ja 1939 kuorma-autokannan luvut, mutta ei oltu vielä lähelläkään sitä huippua, mihin kanta nousi vuosien 1951 ja 1952 kuluessa (Kiiskinen 1954 s. 90—91). Vaikka käytettävissä ei olekaan tilastoja siitä, miten raakapuun

kuljetuksiin käytetty autokanta on kehittynyt, voitaneen kuitenkin katsoa tämän kuljetuksen haaran saaneen osuutensa lisääntyneestä autokannasta. Kuorma-autokannan suotuisa kehitys oli omiaan lisäämään maantieverkoston merkitystä puutavaran kaukokuljetuksessa. Kun lisäksi tieverkostomme lienee pääosissa maata tiheämpi uittoverkostoa, aiheutui tästä, että aikaisemmin käytettyä maantievarastopuiden perusvetomatkaa voitiin lyhentää kolmesta kilometristä yhteen.

Lienee paikallaan tarkastella, kuinka voimakkaasti edellä mainittu vetomatkan muutos vaikuttaa kantohintaan. Kysymys on kahden kilometrin hevosajomatkan kustannuksista. On huomattava, että ensimmäisen kilometrin ajotaksa sisältää poikkeuksetta korvauksen tavaran kuormauksesta. Tästä syystä se on aina seuraavia kilometritaksoja korkeampi. Yleensä nimitetäänkin ensimmäisen kilometrin jälkeisiä taksoja lyhyesti kilometrilisiksi. Tässä tapauksessa on siis kysymys kahdesta kilometrilisästä.

Hakkuukauden 1936—37 keskimääränä oli kahden kilometrin lisä Etelä-Suomessa n. 3—5 % kantohinnasta. Kun otetaan huomioon, että korkeintaan 10 % mainitun hakkuukauden raakapuukauppamääristä oli maantievarastopuita, merkitsee kahden kilometrin lisällä suoritettu oikaisu alle 1 %:n muutosta mainituille hakkuukausille laskettuihin kantohintoihin. Kysymyksen ollessa näin vähäisistä korjauksista ei tutkimuksessa ole katsottu aiheelliseksi ryhtyä oikaisemaan kolmen kilometrin perusajomatkan päässä maanteistä saatuja hintoja vastaamaan yhden kilometrin perusajomatkaa. Hakkuukauden 1934—35 osalta ei tällaista muuntamista voida lainkaan ajatella tietojen rajoittuneisuuden vuoksi.

2. Ainespinotavaran kohdalla on huomattava, että niiden hinnat on muunnettu koko tutkimuskauden ajan vastaamaan puolipuhtaasta tavarasta saatua hintaa. Vaihtelua on esiintynyt vain tavaran pituudessa. Jos vuosijakson 1935—43 1-metrisen puolipuhtaan kuusipaperipuun hinnat muunnetaan vastaamaan jakson 1949—50 2-metrisen puolipuhtaan hintoja, aiheuttaa tämä toimenpide 4.6 %:n suuruisen hinnanalennuksen ensinmainitun vuosijakson hintoihin. (Tapion taskukirja 1947 s. 175). Eroa voidaan pitää varsin merkitsevänä. Niinpä suoritettavassa tutkimuksessa on kaikki kuusipaperipuun hinnat jaksolta 1935—43 muunnettu vastaamaan 2-metrisestä puolipuhtaasta tavarasta saatua hintaa. Tämän oikaisun vaikutus puustokuutiometrin hintoihin vaihteli suuruudeltaan 0.4—1.0 %. Sen johdosta, että mäntypaperipuun ja kaivospuun hinnat vuosina 1934—43 sekä kuusipaperipuun hinnat 1934—35 määrättiin puolipuhtaaksi kuoritulle tavaralle yleensä, ei näiden muuntamista vastaamaan 2-metrisestä puolipuhtaasta tavarasta saatua hintaa voitu suorittaa.

3. Sahapuun hintojen muuntaminen vastaamaan samaa keskikuutiota koko tutkimuskaudella kohtaa huomattavia vaikeuksia. Ne aiheutuvat

ennen kaikkea siitä, että 1930-luvulla ja vuosina 1949—54 käytetyt muuntamisasteikot olivat periaatteiltaan erilaiset. Vuosina 1935—43 käytetty oli vaikutukseltaan relatiivinen. Tämä merkitsi sitä, että saman keskikuutioluokan hintakorjauksen suuruus vaihteli samassa suhteessa kuin kantohinnatkin. Vuosina 1949—54 hintakerroin sensijaan pidettiin tietyssä keskikuutioluokassa jatkuvasti markkamäärältään saman suuruisena. Näin ei syntynyt minkäänlaista riippuvaisuussuhdetta kantohintoihin. Niinpä hintakertoimet näiltä kahdelta vuosijaksolta eivät ole vertailukelpoisia. Niiden saattaminen vastaamaan toisiaan on myös hyvin vaikeaa. Jonkinlainen vertailukelpoisuus näiden jaksojen hintojen välillä voidaan kuitenkin saavuttaa, jos jommankumman asteikon puitteissa suoritetaan hintojen muuntaminen vastaamaan samaa keskikuutiota kuin toisessakin. Esilläolevassa tutkimuksessa on tämä tehtykin jakson 1935—43 osalta. Oikaisun suuruus muunnettaessa 8-keskikuutiojalan rungoista saatuja hintoja vastaamaan 10-keskikuutiojalan puista saatuja oli keskimäärin 6.0 %. Tämä oikaisu, joka voidaan suuruudeltaan katsoa varsin merkitseväksi otettiin huomioon myös puustokuutiometrin hinnoissa.

Hakkuukauden 1934—35 osalta, jolloin ei suoritettu lainkaan sahapuiden hintojen muuntamista vastaamaan tietyn keskikoon puista saatua hintaa, voitiin originaaliaineistosta otettujen pistokokeiden avulla todeta, että sahapuiden keskikuutio asettui tuolloin varsin lähelle 9 j^3. Kun tämän kokoisten puiden hinnat oikaistiin vastaamaan v. 1935—43 käytetyllä asteikolla 10 j^3:n puista saatua hintaa, merkitsi se keskimäärin 3 %:n oikaisua mainitun hakkuukauden sahapuun hinnoissa sekä vastaavasti 1—2 %:n oikaisua tuon ajankohdan puustokuutiometrin hintoihin. Hakkuuvuoden 1954—55 osalta, jolloin ei myöskään suoritettu hintojen muuntamista vastaamaan 10 j^3:n rungoista saatua hintaa, ei edellä esitetyn kaltaista oikaisua suoritettu.

4. Hankintakustannusten erilaisista määräämisperusteista aiheutuneita eroja on suoritettavassa tutkimuksessa ollut vaikea todeta. Kaiken todennäköisyyden mukaan ne eivät ole olleet merkittäviä.

5. Ainespinotavaran ja polttopuun kohdalla ei ns. ylimitan esiintyminen ole päässyt vaikuttamaan tutkimuksen tuloksiin sen johdosta, että niinä hakkuukausina, jolloin tätä esiintyi, hinnat määrättiin ylimitatonta pinokuutiometriä kohden. Muuntoluvut, joilla ylimittaisen tavaran kantohinnat jaettiin ylimitattoman yksikköhinnan määräämiseksi, olivat taulukko-osan taulukko 1:n osoittamat. Paperi- ja kaivospuiden hinnat tulivat samalla muunnetuiksi puolipuhtaasta tavarasta saaduiksi.

Yhdistelmänä edellä esitetystä voidaan todeta, että tutkimuksen yhteydessä esitettävät puutavaralajittaiset kantohinnat ynnä puustokuutiometrin hinnat ovat varsin vertailukelpoisia niin ajallisesti kuin alueellisestikin seuraavista syistä:

1. Ne on muunnettu vastaamaan samojen hevosajomatkojen päässä tietyiltä kaukokuljetusreiteiltä ja menekkipaikoilta saatuja hintoja.

2. Paperi- ja kaivospuun hinnat on muunnettu vastaamaan 2-metrisestä puolipuhtaasta tavarasta saatuja. Eräiden vuosien osalta on kuitenkin ollut pakko tyytyä vain puolipuhtaasta tavarasta saatuun hintaan.

3. Sahapuiden hinnat on muunnettu samankokoisista runkokeskikuution puista saaduiksi.

4. Aikaisempina vuosina esiintyneen ylimitan vaikutus hintoihin on otettu huomioon.

5. Primääriaineisto on käsittänyt aina sekä pysty- että hankintakauppoja.

6. Näytteeseen on sisällytetty eri vuosina pääosiltaan yksityismetsissä tehtyjä raakapuukauppoja.

36. Kunnittaisten keskimääräishintojen laskeminen

Raakapuumarkkinoilla hakkuukauden kuluessa tapahtuneiden hintatason muutosten toteaminen on jo aikaisemmin eräissä yhteyksissä todettu vaikeaksi (S a a r i 1931 s. 8). Koska tämänlaatuisen tutkimuksen puitteissa ei ole aiheellista ryhtyä yksityiskohtaisesti erittelemään edellämainittujen vaikeuksien syitä, luodaankin niiden osittaiseksi ymmärtämiseksi vain suppea katsaus eräisiin raakapuumarkkinoittemme ilmiöihin.

Raakapuukaupalla on maassamme voimakkaasti kausimainen luonne. Kauppatoiminta keskittyy yleensä syyskauteen, kevään ja kesän muodostaessa normaalisesti hiljaiselon kaudet. Niinpä hintanoteeraustenkin saaminen viimeksimainituilta ajanjaksoilta on usein työlästä. Jos kantohintoja koskevan tutkimuksen aikayksikkönä käytetään yksinomaan hakkuukautta tai kalenterivuotta, niin on olemassa vaara, että kaikki hintakehitykseen vaikuttavat tekijät eivät tule tarpeellisella yksityiskohtaisuudella huomioon otetuiksi. Toisaalta taasen esimerkiksi kuukausi on liian lyhyt aikayksikkö tämän ilmiön tarkkailussa. Yksinomaan näistä vaikeuksista johtuen on raakapuun kantohintoja osoittaviin keskiarvoihin syytä suhtautua tietyllä varovaisuudella (S a a r i 1931 s. 6).

Esillä olevan tutkimuksen aineistokeräyksessä ja käsittelyssä on noudatettu menettelyä, joka merkitsee jonkinlaisen keskitien käyttöä edellä esitettyjen aikayksiköiden suhteen. Tutkimuksen alkuosassa jo mainittiin, että aikayksikkönä oleva hakkuukausi on jaettu aineiston keräyksessä ja käsittelyssä kolmeen osaan, nimittäin kesäkauteen, syyskauteen ja talvi—kevätkauteen. Näin laaditun kolmijakson on käytäntö osoittanut etenkin

jyrkissä nousu- ja laskusuhdanteissa hyvin käyttökelpoiseksi. Tämä on itse asiassa ymmärrettävääkin, koska tällainen jako mukautuu puutavarakauppamme kausimaiseen luonteeseen. Aiemmin jo todettiin, että meillä raakapuukaupat pyrkivät keskittymään syyskauteen useistakin syistä, joista hakkuiden ja ajojen talvikausiluonne ei liene vähäisin. Kuitenkin tapahtuu toisinaan talvi- ja kevätkautena suurehkoja täydennysostoja. Näin on asianlaita erityisesti silloin, kun suhdanteet ovat kehittymässä suotuisasti. Jos hakkuukausi tällaisessa tilanteessa pidetään yhtenä kokonaisuutena, on mahdollista, että koko tällaisen tapahtumasarjan vaikutus jää huomioon ottamatta. Kerättäessä aineisto osakausittain tämä mahdollisuus jää hyvin pieneksi. Samanlainen tilanne saattaa syntyä kesällä vientipaperipuun täydennyslaivausten yhteydessä.

Esitetyllä osakausijaolla ei kuitenkaan voiteta suuria, ellei ole tietoa myös siitä, millä painolla kunkin osakauden hinta saa vaikuttaa koko hakkuukauden keskiarvossa. Luonnollisin painotusperuste on kunakin osakautena myydyt puumäärät. Tässä tutkimuksessa onkin käytetty näitä. *Täten jokaisen puutavaralajin kunnittainen keskimääräishinta kunakin hakkuukautena on määrätty kolmen edellämainitun osakauden hintojen puumäärillä painoteltuna aritmeettisena keskiarvona.* Ennenkuin tähän asti on päästy, on kuitenkin täytynyt ensin laskea kunkin osakauden keskimääräishinnat. Hakkuukausien 1934—35, 1935—36 ja 1936—37 suhteen on kuitenkin huomattava, että osakausien hintojen painotus jouduttiin tuolloin suorittamaan melkoisessa määrin harkinnanvaraisesti, sillä tietoja myyntimäärien jakaantumisesta osakausille ryhdyttiin varsinaisesti keräämään vasta hakkuukaudesta 1937—38 alkaen.

Kunkin puutavaralajin osakausittainen keskimääräishinta laskettiin 1930-luvulla painotettuna aritmeettisena keskiarvona. Painoluvut määrättiin tuolloin niiden tietojen perusteella, mitä metsätalousneuvojat olivat ilmoittaneet tiedustelulomakkeen sarakkeessa »hintojen yleisyys». Täten painotus sai osittain harkinnanvaraisen luonteen. Vuosijaksona 1949—55 painotus voitiin perustaa jo huomattavasti luotettavampiin arvoihin. Käytetty painotusmenettely on merkinnyt sitä, että sellaiset hinnat, joilla oli tehty runsaimmin kauppoja ovat muodostuneet määräävimmiksi keskiarvossa. Kun pidetään mielessä, että suuria puumääriä käsittäviä pystymyyntejä tapahtuu suhteellisen harvoin, mutta pieniä hankintaeriä myydään tuhkatiheään, on tästä seurauksena, että pienissä ja keskisuurissa hankinnoissa saadut kantohinnat pääosiltaan tulivat määräämään kantohintatason. Näin ollen esillä olevassa *tutkimuksessa esittävät kantohinnat edustavat sellaista hintatasoa, millä useimmat raakapuukaupat on tehty.* On ilmeistä, että nämä keskiarvot poikkeavat puumäärillä painotetuista. Lienee paikallaan tarkastella, miksi osakausien keskimääräishintojen laskenta on tutkimuksessa joutunut näille raiteille.

Jos palautetaan mieliin se seikka, että tutkimuksen perustana oleva aineisto on alunperin kerätty verotustarkoituksia varten, niin käytetty painotusmenettely tulee varsin ymmärrettäväksi. On nimittäin huomattava, että kauppojen lukumäärillä painotettu keskiarvo on veronmaksajain kannalta puumäärillä painotettua ehdottomasti oikeudenmukaisempi sen johdosta, että se edustaa sellaista hintatasoa, minkä useimmat metsänomistaja-veronmaksajat ovat osakauden kuluessa saaneet. Kunnittaisessa puumäärillä painotetussa keskiarvossa voi sen sijaan yksi tai kaksi suurta pystykauppaa saada sellaisen painon, että näin lasketulla keskiarvolla ei ole paljoakaan tekemistä niiden kantohintojen kanssa, millä pääosa kunnan metsänomistajista on saanut puunsa myydyksi. Esitettyyn perustuen voidaan myös väittää, että lukumäärillä painotettu osakausikeskiarvo on kunnan suuruisella alueella puumäärillä painotettua vakaampi, sillä sitä eivät mitkään satunnaishintoihin solmitut suurkaupat pääse horjuttamaan. Eräänä syynä lukumäärillä painotetun keskiarvon käyttöön tutkimuksessa ovat olleet myös käytännölliset seikat. Metsätalousneuvojien on nimittäin ollut helpompi määritellä jonkin hinnan yleisyys lukumäärän kuin massan perusteella.

Vuosijakson 1943—48 poikkeuksellisissa olosuhteissa, joista jo aiemmin on mainittu, ei keskiarvojen laskennassa ole voitu noudattaa esitettyjä periaatteita. Hintojen pysyessä vakaina ja kiinteinä säännöstelyn ansiosta eivät esitetyn kaltaiset menettelyt ole olleet tarpeellisiakaan. Hakkuukaudesta 1949—50 lähtien on osakausien keskimääräishintojen laskennassa noudatettu 1930-luvun menettelytapoja. Tarkistusaineistojen osalta on koko tutkimusajan pysytelty lukumäärilläpainotuksessa osakausien keskiarvojen ollessa kysymyksessä.

Ennenkuin kunnittaiset osakausien keskiarvohinnat hyväksyttiin koko hakkuukauden keskimääräishinnan laskentaan, suoritettiin niiden vertailu tarkistusaineiston hintojen kanssa tilastokartoilla. Tämän tapahduttua laskettiin jokaisen puutavaralajin koko hakkuukauden keskimääräishinta osakausien hintojen puumäärillä painotettuna keskiarvona.

37. Puustokuutiometrin hinnoittaminen

Siinä työssä, jota Metsäntutkimuslaitos suorittaa vuosittaisten metsän tuoton verotusperusteiden määräämiseksi, on puustokuutiometrillä varsin keskeinen osa. Tämä käsite tunnettiin aikaisemmin tuotto- ja puukuutiometrin nimellä ja eräinä ajankohtina myös käsitteellä verokuutiometri ymmärrettiin samaa. Nykyinen käytäntö on kuitenkin vakiinnuttanut näille termeille sellaisen merkityksen kuin aiemmin on mainittu.

Puustokuutiometrin hinta edustaa nykyisessä metsän tuoton verotusperusteiden laskennassa erästä verokuutiometrin hinnanmäärittelyn osavaihetta. Vuonna 1943 annettuun lakiin perustuen (laki 888/43) määrätään nimittäin tietyn verotusvuoden verokuutiometrin hinta kolmen viimeksikuluneen hakkuukauden puustokuutiometrihintojen aritmeettisena keskiarvona. Puustokuutiometrin hinta edustaa siten yhden hakkuuvuoden kantohintojen perusteella laskettua kuutiometrin raha-arvoa. Aiemmin jo mainittiin, että tämä kuutiometri on kiintomittainen, ja pantu kokoon eri puutavaralajeista siinä määräsuhteessa kuin niitä valtakunnan metsien arvioinnin mukaan sisältyy lähinnä yksityismetsille laskettuun metsänhoidolliseen hakkuuseen. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että kiintomittaiselle, eri puutavaralajeja käsittävälle kuutiometrille lasketaan eri lajeista saatujen kantohintojen perusteella painotettu keskiarvohinta, ollen eri lajien hintojen painolukuina valtakunnan metsien arvioinnissa todetun metsänhoidollisen hakkuun puutavaralajittaiset määräsuhteet.

Vaikka metsänhoidollisen hakkuun rakenne eroaakin eräissä kohdin markkinahakkuun rakenteesta (Metsäverotuksen uudistamissuunnitelma

Asetelma 2. Eri puutavaralajien kiintomittainen osuus puustokuutiometrissä koko maan keskimääränä

Analysis 2. The proportion, in terms of solid measure, of different types of timber in the yield-cu.m., as an average for the country as a whole.

1. Järeätä puuta — *Large-sized timber*	8.2 tekn engl. j³ kuoretta *tech. English cu.ft., barked*	= 0.23	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
2. Pyöreätä pinotavaraa — *Round cordwood*	0.36 pm³ puolipuht. *piled cu.m., incompletely barked*	= 0.26	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
josta kuusipaperipuuta — *of which pulpwood*	0.18 pm³ puolipuht. *piled cu.m., incompletely barked*	= 0.13	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
josta mäntypinotavaraa — *of which pine cordwood*	0.18 pm³ puolipuht. *piled cu.m., incompletely barked*	= 0.13	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
3. Poltto- ja hiiltopuuta — *Firewood and charcoal wood*	0.63 pm³ kuorineen *piled cu.m., unbarked*	= 0.34	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
josta lehtipuuta — *of which hardwood* ..	0.36 pm³ kuorineen *piled cu.m., unbarked*	= 0.19	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
josta havupuuta — *of which softwood* ...	0.27 pm³ kuorineen *piled cu.m., unbarked*	= 0.15	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
4. Tähde-erät — *Residual lots*		= 0.17	k-m³ kuoretta *solid cu.m., barked*
		Yhteensä = 1.00	k-m³ kuoretta
		Total = 1.00	*solid cu.m., barked*

142. s. 56), muodostaa hakkuukausittain laskettu puustokuutiometrin hinta varsin käyttökelpoisen välineen raakapuumarkkinoittemme kokonaiskantohintatason tarkkailulle.

Nykyisin käytännössä oleva puustokuutiometrin rakenne on peräisin vuodelta 1942 (Metsäverotuksen uudistamissuunnitelma 1942 s. 57). Tuona ajankohtana siitä käytettiin kuitenkin nimitystä verokuutiometri. Sen perusrakenne eri osissa maata on taulukko-osan taulukko 2:n osoittama.

Asetelmasta 2 käy taasen ilmi koko maan keskimäärinä, kuinka suuri kiintomittainen osuus kullakin puutavaralajilla on puustokuutiometrissä (ks. Metsäverotuksen uudistamissuunnitelma 1942 s. 56).

Kun puustokuutiometri hinnoitellaan verotustarkoituksia varten, ei asetelman 2 kohdassa 4 mainituille tähde-erille anneta mitään hintaa. Suoritettavassa tutkimuksessa on menetelty samalla tavoin. Täten ei hinnoittelu käsitä kiintomittaisena ilmaistua verokuutiometriä kokonaisena, vaan on aina ns. tähde-erien verran vajaa. Eri hakkuukausien välisiä hintavertailuja ei mainittu seikka kuitenkaan häiritse, kun vain pidetään huoli siitä, että tähde-erien osuus jatkuvasti on samansuuruinen.

Taulukko-osan taulukossa 2 esitettyä puustokuutiometrin alueittaista perusrakennetta ei ole kuitenkaan voitu soveltaa laskelmiin sellaisenaan. Tämä on tapahtunut siksi, että raakapuumarkkinoilla ei pääpuutavaralajien joukossa esiinny sellaista lajiketta kuin lehtipuupolttopuu tai paremminkin lehtipuuhalko. Kaupallisina halkolajeina tunnetaan tavallisesti koivu-, havu- ja sekahalko. Rakenteen mukauttamiseksi näihin lajeihin onkin suoritettu polttopuun osalta uudelleenryhmittelyä. Poltto- ja hiiltopuun kokonaisosuus on kuitenkin pidetty muuttumattomana. Taulukko-osan taulukko 3 osoittaakin millainen puustokuutiometrin rakenne on ollut hinnoittelua suoritettaessa hakkuukaudesta 1942—43 lähtien. Vuonna 1954 se virallisesti vahvistettiin valtiovarainministeriön päätöksellä (176/54). Käsityksen saamiseksi siitä, miten puustokuutiometrin hinnoittelu, niin suoritettavassa tutkimuksessa kuin verotuslaskelmissakin on tapahtunut, esitetään seuraavassa esimerkki Kalvolan kunnan osalta hakkuukaudelta 1954—55.

Ensimmäiseksi todetaan, että Kalvolan kunta sijaitsee Hämeen läänissä. Hinnoittelussa käytettävä rakenne nähdään silloin taulukko-osan taulukosta 3 kohta 1. Toiseksi tiedetään, että eri puutavaralajien kantohinnat ovat mainitussa kunnassa hakkuukautena 1954—55 olleet seuraavat:

havusahapuu	102	mk/j³
kuusipaperipuu	1 110	mk/pm³
mäntypinotavara	714	»
koivuhalko	327	»
sekahalko	75	»

Näihin toteamuksiin perustuen muodostuu hinnoittelulaskelmasta seuraava:

	havu-saha-puu tekn.j³	kuusi-paperi-puu pm³	mänty-pino-tavara pm³	ko-halko pm³	se-halko pm³
rakenne	9.0	0.22	0.14	0.15	0.36
yksikköhinnat, mk	102	1 110	714	327	75
rakenneosa × vastaava hinta	918	244	100	49	27

puustokuutiometrin hinta mk = 918 + 244 + 100 + 49 + 27 = 1 338

Esillä olevassa tutkimuksessa ovat kaikki puustokuutiometrin hinnat määrätyt ylläolevan esimerkin osoittamalla tavalla. Mitään vähennyksiä metsätalouden liikekustannuksista yms. ei ole suoritettu. Täten ovat tutkimuksessa esiintyvät puustokuutiometrin hinnat luonteeltaan samanlaisia kuin tuonnenpana esitettävät kantohinnatkin.

Väärinkäsitysten välttämiseksi lienee paikallaan mainita, että verotuslaskennassa tällainen edustaa vain tietyn laskentavaiheen hintaa, josta tämän jälkeen on vielä suoritettava eräitä verotusnäkökohtien määräämiä vähennyksiä.

Vuosina 1934—41 oli puustokuutiometrin rakenne kuitenkin erilainen kuin v. 1942—55. Niinpä näiden kahden vuosijakson hinnat eivät ole ilman oikaisua vertailukelpoisia. Tutkimuksessa onkin vuosien 1934—41 puustokuutiometrien hinnat oikaistu vastaamaan jälkimmäisen vuosijakson rakenteen edellyttämiä hintoja. Täten on saatu, kun otetaan huomioon kaikki aiemmin suoritetut oikaisutkin, koko 20-vuotisjakson puustokuutiometrin hinnat vertailukelpoisiksi.

4. Tutkimuksen tulokset

41. Puustokuutiometrin hinnat lääneittäin v. 1934—55

Tutkimuksen tarkoitusta esittelevässä kappaleessa asetettiin erääksi tärkeimmistä tavoitteista selvyyden saaminen reaalisesta ja nimellisestä kantohintatasosta yksityismetsissämme kuluneelta 20-vuotiskaudelta. Käytettävissä olleiden aineistojen rajoittuneisuuden vuoksi tätä ei kuitenkaan ole voitu suorittaa koko tutkimuskaudelta puutavaralajeittain, vaan koko tutkimuskautta koskeva tarkastelu on ollut pakko rajoittaa tapahtuvaksi puustokuutiometrin hintojen puitteissa. Siten on jouduttu yksityisten puutavaralajien kantohintojen sijasta seuraamaan näiden muodostaman hintakokonaisuuden eli eräänlaisen kokonaiskantohintatason liikkeitä.

Lopputulokset tässä tutkimuksessa on esitetty neljän erilaisen aluejaon puitteissa. Pääasiallisimpana syynä näin moninaisen aluejaon käyttöön on ollut se, että maassamme vallitsee melko suuri kirjavuus tilastollisten aluejakojen suhteen. Kun kaiken lisäksi yleinen hallinnollinen aluejakomme — läänit, kihlakunnat ja kunnat — on varsin epätarkoituksenmukainen taloustilastollisiin tarkoituksiin, aiheutuu tästä vielä erinäisiä lisähaittoja. Läänijakomme suurimpia heikkouksia tilastollisissa selvittelyissä on se, että läänit ovat ensinnäkin liian suuria sekä toiseksi käsittävät taloudellisesti verrattain erilaisia alueita. Todennäköisimmin nämä kaksi seikkaa ovat pakottaneet metsätilastojen laadinnassakin pyrkimään tarkoituksenmukaisempiin alueyksiköihin. Niinpä tällä hetkellä voidaan todeta maamme metsätalouden käytössä olevan neljä erilaista tilastollista aluejakoa.

Yksityismetsätalous on katsonut soveliaimmaksi julkaista tilastonsa metsänhoitolautakuntien toimintapiireittäin. Valtion metsätalouden tilastot taas nojautuvat hoitoalueisiin ja piirikuntiin. Työvoimaviranomaiset puolestaan esittävät tietonsa ns. työvoimapiirien puitteissa. Tieteellisissä esityksissä ovat sensijaan vesistöalueet melko usein syrjäyttäneet kolme ensinmainittua. Niinpä metsävarojemme inventointien eli valtakunnanmetsien arviointien sekä valtakunnallisten puunkäyttötutkimusten tulokset esitetään tämän aluejaon puitteissa.

Esillä olevan tutkimuksen osalta ei kysymys käytettävistä aluejaoista ole tuottanut vaikeuksia. Sen johdosta, että tutkimusaineisto oli peräisin pääosiltaan yksityismetsistä, oli aivan luonnollista käyttää eräänä aluejakona metsänhoitolautakuntien toimintapiirejä. Tuloksien laskeminen vesistöalueittain oli taas välttämätöntä mm. siksi, että niitä voitiin verrata

eräisiin 1930-luvulla laskettuihin vesistöalueittaisiin tuloksiin. Näiden kahden aluejaon puitteissa on tässä tutkimuksessa esitetty havusahapuun, kuusipaperipuun, mäntypinotavaran sekä koivu- ja sekahalon kantohinnat vuosijaksolta 1949—55 sekä hakkuukausilta 1934—35 ja 1938—39. Kolmantena aluejakona on jouduttu käyttämään eräiden keskiarvolaskelmien vuoksi työvoimapiirejä.

Puustokuutiometrin hinnat vuosijaksolta 1934—55 on kuitenkin tutkimuksessa esitetty lääneittäin. Tällaista epäkäytännöllistä aluejakoa jouduttiin käyttämään sen aiheuttaman suuren työnsäästön vuoksi. Tämä aiheutui lähinnä siitä, että verokuutiometrin hinnoittelulaskelmissa, joista puustokuutiometrin hinta muodostaa erään osan, lopullisten yhdistelmien laatiminen suoritetaan lääneittäin. Soveltamalla suoritettavassa tutkimuksessa tätä hallinnollista aluejakoa on voitu merkittävässä määrin käyttää hyväksi näitä aiemmin laadittuja yhdistelmiä. Ottaen huomioon läänien puumarkkinallisesti epähomogeenisen rakenteen on näin saavutetusta työn ja ajan säästöstä jouduttu kuitenkin maksamaan hinta lopputulosten epäkäytännöllisyyden muodossa.

Taulukko-osan taulukosta 6 nähdään puustokuutiometrin hinnat lääneittäin vuosijaksona 1934—55. Taulukossa esitetyt läänittäiset puustokuutiometrin hinnat on laskettu kuhunkin lääniin kuuluvien maalaiskuntien ns. ensimmäisten menekki- eli verotusvyöhykkeiden puustokuutiometrihintojen painottamattomana keskiarvona. Kukin lääni on yritetty mahdollisuuksien mukaan saada alueellisesti sellaiseksi kuin se oli v. 1955. Tämä on merkinnyt esimerkiksi entisen Viipurin läänin kohdalla sitä, että kaikki ne alueet, jotka vuosina 1940 ja 1944 jouduttiin luovuttamaan Neuvostoliitolle, ovat jääneet laskelmien ulkopuolelle 1930-luvun osaltakin. Tästä syystä ei taulukossa 6 esiinny myöskään Viipurin läänin nimeä, sillä itse asiassa koko tutkimuskauden ajan on ollut kysymys nykyisen Kymen läänin alueesta. Paitsi valtakunnallisia alueluovutuksia on tutkimuksessa otettu huomioon myös ne alueelliset muutokset, mitä tapahtui Kymen lääniä muodostettaessa. Koko valtakunnan arvot on laskettu läänien puustokuutiometrihintojen aritmeettisena keskiarvona.

Tarkasteltaessa taulukon 6 perusteella hintojen alueellisia vaihteluita voidaan todeta mm. seuraavaa:

1. Puustokuutiometrin hinnat ovat olleet korkeimmat Turun ja Porin läänissä.

2. Edellämainittua hieman alemmat, mutta muiden läänien hintoja selvästi korkeammat ovat puustokuutiometrin hinnat olleet Uudenmaan ja Hämeen lääneissä.

3. Kymen ja Vaasan läänit ovat seuraavina muodostaneet melko samanhintaiset alueet. Näitä hieman alemmaksi ovat jääneet Mikkelin läänin hinnat.

4. Kuopion ja Oulun läänien hinnat ovat jääneet koko maan keskiarvoa alhaisemmiksi.

5. Alhaisimpien hintojen alueen on muodastanut Lapin lääni.

Raakapuun alueellisille hinnanvaihteluille on siten koko 20-vuotiskauden ajan ollut ominaista se, että hintataso on painunut sitä alhaisemmaksi, mitä kauemmaksi pohjoiseen ja itään on menty.

Tässä tutkimuksessa todettu alueellinen hintojen vaihtelu on siten vahvistanut eräiden aikaisempien selvittelyiden tuloksia. (Saari 1931 s. 8, 1923 s. 78, 1929 s. 852, Pöntynen 1939 s. 14, 52—56, Harve 1937 s. 114—115, 117—118, 1938 s. 164—167, 1940 s. 5—7, Selin 1954 a s. 1—4, 1954 b s. 1—2.)

Pääasiallisimmat syyt tällaiseen alueelliseen hintavaihteluun ovat varsin selvät. Maamme tärkeimmät vientisatamat, joiden kautta niin metsäteollisuuden valmisteet kuin raakana ulosviety puukin kulkeutuvat maailman markkinoille, sijaitsevat maamme etelä- ja lounaisrannikolla. Pohjanlahden keski- ja pohjoisosissa on kylläkin myös huomattavia vientisatamia, mutta näiden merkitys on vähäisempi sen johdosta, että niitä voidaan pitää avoinna läpi vuoden vain erittäin leutoina talvina. Mitä kauempana metsät sijaitsevat vientisatamista, sitä alhaisemmaksi jää raakapuusta saatu kantohinta. On nimittäin huomattava, että puu on kuljetusominaisuuksiltaan, jollei uittoa oteta lukuun, varsin huomattavia kustannuksia aiheuttavaa. Toisena huomattavana pohjois- ja itäosien kantohintoja alentavana tekijänä esiintyy mainittujen alueiden rauta- ja maantieverkoston harvuus sekä niiden heikohko kuljetuskyky. Sijoittamalla teollisuutta lähemmäksi raaka-ainelähteitä voitaisiin epäilemättä jossain määrin pienentää auto- ja rautatiekuljetusten osalta kokonaiskuljetuskustannuksia vientisatamiin sen johdosta, että täysivalmisteen kuljetuksen täytyy tulla halvemmaksi kuin puun tapaisen raaka-aineen, joka vaikeiden käsittelyominaisuuksiensa lisäksi sisältää huomattavia määriä vettä sekä melko arvottomia kuoriaineksia. Suuria kustannussäästöjä kuljetuksissa ei tällä tavoinkaan voitane saavuttaa sen johdosta, että raakapuun uitto pystynee osittain kilpailemaan täysivalmisteen rautatie- ja autokuljetuksen kanssa. Valtion rautateiden kulloinkin harjoittamalla tariffipolitiikalla on tietenkin oma merkityksensä tässä aiassa.

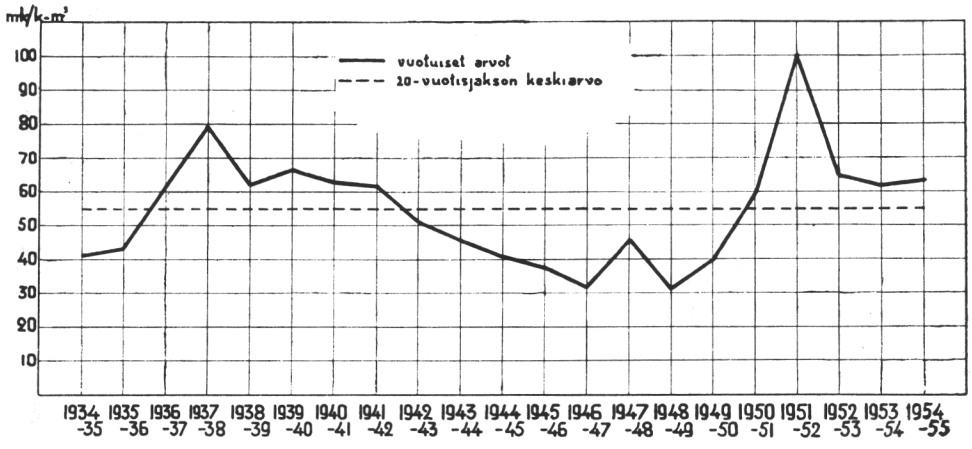
Aivan oman erillisen lukunsa kantohintojen vaihtelussa muodostavat kuitenkin ns. Maanselän vedenjakajan takaiset alueet, joilla jokien kulkusuunta on itää ja koillista kohti. Unohtaa ei pidä myöskään sen seikan vaikutusta kantohintoihin, että puun ulosottokustannukset metsästä, siis hakkuu ja lähikuljetus, tulevat maamme pohjoisosissa, missä ns. Lapin markka vaikuttaa, yksikköä kohden keskimäärin suuremmiksi kuin etelässä.

Lisäksi maamme eteläisiin osiin sijoittuneet lukuisat piensahat ja ns. pyöreän puun viejät kilpailevat suuryritysten kanssa samoista leimikoista ja aiheuttavat hintojen nousua. Pohjoisosissa maata tällainen kilpailu on vähäisempää.

42. Raakapuun reaaliset kantohinnat sekä niiden trendi- ja suhdannekehitys v. 1934—55

Käsityksen saamiseksi siitä, miten puustokuutiometrin reaaliarvot ovat vaihdelleet v. 1934—55 on taulukko-osan taulukon 6 puustokuutiometrin nimellisarvot saatettu tukkuhintaindeksillä (kotimarkkinatavarain yleisindeksi) vastaamaan basiskauden 1934—35 rahan arvoa. Tukkuhintaindeksi on tutkimuksessa valittu reaaliarvon mittariksi lähinnä siitä syystä, että se tämänlaatuisissa selvittelyissä on saavuttanut verraten yleisen käytön (vrt. Heikinheimo 1954 ja Koskikallio 1951). Se lieneekin virallisista indekseistä soveliain tähän tarkoitukseen. Sen käytöstä tällaisissa laskelmissa voidaan tehdä kuitenkin eräitä huomautuksia. Tavallisimmin korostetaan sitä, että kotimarkkinatavarain yleisindeksin laskentaperusteista pitäisi poistaa ainakin raakapuun kantohintoja koskevissa sovellutuksissa puutavaroiden osuus. Lienee syytä palauttaa mieliin, että tukkuhintaindeksissä on puutavaroilla verrattain suuri paino (13.63 %). Esitetty vaatimus tulee ymmärrettäväksi lähinnä siitä syystä, että puutavaran hintavaihtelut ovat hyvin jyrkkiä ja suurelta osaltaan kansainvälisten markkinaheilahtelujen määräämiä, mistä syystä yhteys niiden ja kotimarkkinatavaroiden hinnanvaihtelujen välillä on verraten löyhä. Kotimainen hintataso saattaa nimittäin pysytellä hyvinkin vakaana, vaikka puutavaroiden hinnat kohoavat jyrkästi. Jos tukkuhintaindeksi hyväksytään nyt ilman varauksia rahan arvon muutosten mittariksi, seuraa tästä, että mittari saattaa osoittaa kohtalaisen inflaation sellaisena ajankohtana, jolloin hintataso yleensä on kuitenkin pysytellyt verrattain vakaana. Kantohintojen reaaliarvoihin vaikuttaa tukkuhintaindeksin varaukseton sovellutus ainakin sen, että ne huippusuhdanteitten osalta jäävät todellista alhaisemmiksi. Näin on tapahtunut tässäkin tutkimuksessa. Korjauslaskelmia ei kuitenkaan ole ryhdytty suorittamaan lähinnä niiden suuritöisyyden vuoksi.

Hakkuukausittaiset tukkuhintaindeksit on tutkimuksessa laskettu siihen kuuluvien kuukausi-indeksien aritmeettisena keskiarvona. Hakkuukauden 1934—35 indeksinä käytettiin 100, vaikka se ei sitä aivan tarkalleen ole. Menettelystä aiheutuneet virheet eivät kuitenkaan ole merkitseviä. Mainittakoon, että nykyisessä tukkuhintaindeksissä kalenterivuoden 1935 hinnat = 100.



Kuva 1. Raakapuun reaaliset kantohinnat vuosijaksona 1934—55. Puustokuutiometrin hintojen tukkuhintaindeksillä mitattuihin reaaliarvoihin perustuva esitys. Lähde: taulukko 7. Koko valtakunnan keskiarvot.

Fig. 1. The real stumpage price of raw timber in the period 1934—1955. Based on the real yield-cu.m. price, measured by the wholesale price index. Source: Table 7. Averages for the country as a whole.

Puustokuutiometrin tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot on esitetty lääneittäin taulukossa 7. Kuvassa 1 on asian havainnollistamiseksi esitetty vielä koko maan arvot graafisesti. Kuvasta 1 nähdään myös, että käsittelyn kohteena oleva tutkimusajanjakso käsittää yhden kokonaisen suhdanneaallon. Huiput osuvat hakkuukausiin 1937—38 ja 1951—52. Aallon pohja sattuu hakkuukausiin 1946—47 ja 1948—49. Tähän suhdanneaaltoon täytyy kuitenkin suhtautua varauksin, sillä hinnanmuodostus ei kaikkina sen käsittäminä vuosina ole ollut vapaa, vaan on siihen puututtu valtiovallan taholta säännöstelytoimenpitein.

Trendi- ja suhdannekehityksen selvittämiseksi on koko maan reaalisen aikasarjan arvoista laskettu 5 ja 7 vuoden liukuvat keskiarvot. Tämän jälkeen alkuperäiset reaaliarvot on jaettu trendiarvoilla, jolloin on saatu trendistä puhdistettu aikasarja. Suhdannevaihteluita on sitten tarkasteltu tämän aikasarjan valossa. Asetelmasta 3 käyvät mainitut asiat selville.

Asetelma 3:n suhdannevaihteluindekseistä käy varsin korostuneesti ilmi jo edellä todetut hakkuukausien 1937—38 ja 1951—52 suhdannehuiput. Aallon pohja asettuu hakkuukauteen 1948—49. Hakkuukauden 1947—48 verraten korkea indeksi on katsottava epäsäännöllisten vaihteluiden aiheuttamaksi. Esitetty aikasarja on varsin epäkiitollinen kohde jo aiemmin todetuista syistä tämänlaatuisille tarkasteluille. Tämän johdosta ei liene asiallista ryhtyä suorittamaan pitempiä analyysejä.

Asetelma 3. Puustokuutiometrin reaaliarvot v. 1934—55. Trendi ja suhdannevaihteluindeksi. Koko valtakunnan arvot.

Analysis 3. The real yield-cu.m. value in 1934—1955. Trend and business cycle index. Values pertain to the country as the whole. 1934—1935 = 100. Source: Table 7.

Hakkuukausi *Logging season*	Puusto-m³:n reaaliarvot mk *Real yield-cu.m. value marks*	Trendi[1]) 5 v. *Trend 5 years*	Suhdannevaihteluindeksi *Business cycle index*	Trendi[1]) 7 v. *Trend 7 years*	Suhdannevaihteluindeksi *Business cycle index*
1934—35	41	..		..	
1935—36	43	..		..	
1936—37	61	57	107	..	
1937—38	79	62	127	59	134
1938—39	62	66	94	62	100
1939—40	67	67	100	64	105
1940—41	63	61	103	61	103
1941—42	62	58	107	56	111
1942—43	51	53	96	53	96
1943—44	46	48	96	48	96
1944—45	41	42	98	45	91
1945—46	38	41	93	41	93
1946—47	32	38	84	39	82
1947—48	46	37	124	41	112
1948—49	31	42	74	50	62
1949—50	40	55	73	53	75
1950—51	60	59	102	58	103
1951—52	100	65	154	60	167
1952—53	65	70	93	..	
1953—54	62	..		..	
1954—55	64	..		..	

Tulosten havainnollistamiseksi on tutkimuksessa laskettu vielä lääneittäin puustokuutiometrin reaaliarvojen indeksi. Laskelman tulokset ovat löydettävissä taulukko-osan taulukosta 8. Hakkuukauden 1934—35 reaaliarvot = 100. Taulukon yksityiskohtaisessa tarkastelussa voidaan havaita, että suhdanteiden vaikutuksesta tapahtunut reaaliarvojen vaihtelu on ollut voimakkainta Kuopion, Oulun ja Lapin lääneissä. Niinpä esimerkiksi hakkuukausien 1948—49 ja 1951—52 osalta voidaan todeta, että reaaliindeksi on tullut Oulun ja Lapin läänien osalta 3.8 ja 4.5 kertaiseksi siirryttäessä edellisestä hakkuukaudesta jälkimmäiseen. Vastaavana ajankohtana on sama indeksi tullut Uudenmaan läänissä vain 2.7 kertaiseksi. Tutkimuksen mukaan ovat siis kantohintatason vaihtelut olleet sitä jyr-

[1]) Trendit on määrätty 5 ja 7 vuoden liukuvien keskiarvojen avulla. — *The trends are determined by means of the sliding averages of 5 and 7 years.*

kempiä, mitä metsätaloudellisesti huonomenekkisimmistä alueista on kysymys. Tulokset käyvät siten yhteen eräiden aikaisemmin suoritettujen tutkimusten kanssa (S a a r i 1931 s. 18, P i h a 1941 s. 105 ja S e l i n 1954 a s. 4).

Edellä todetun ilmiön syitä on mm. P i h a (1941 s. 101—106) eritellyt. Hän on päätynyt siihen, että ilmiön esiintyminen aiheutuu raakapuun ostoalueen supistumisesta ja laajenemisesta. Lamakauden vallitessa se raja, jonka takaa raakapuuta ei kannata enää ostaa, siirtyy sitä lähemmäksi teollisuuslaitoksia ja kulutuskeskuksia, mitä vaikeammaksi tilanne tulee. Siten raakapuun menekki syrjäseutujen metsien osalta huononee hyvin voimakkaasti. Lähellä kulutuskeskuksia sijaitseville metsille jää sensijaan verrattain taattu menekki ja hintataso tällaisinakin aikoina. Niinpä sitten noususuhdanteen taas vuorostaan alkaessa ei näillä teollisuuden lähialueilla tapahdu aikaisemmin kiinteän hintatason johdosta kovinkaan suuria muutoksia. Toisin on laita syrjäalueiden metsissä. Sinne alkaa yhtäkkiä ilmestyä ostajia ja melkein nollassa olleet hinnat kohoavat. Ne eivät kuitenkaan tavallisesti saavuta sitä tasoa, mikä maksetaan ns. rintamailla, vaan saattavat jäädä siitä huomattavastikin jälkeen. Suhteellinen muutos hinnoissa on sitävastoin voimakkaampi.

Tässä tutkimuksessa ei edellä käsitelty ilmiö ole tullut esiin niin voimakkaana kuin se esiintyy todellisuudessa. Tämä on tapahtunut siitä syystä, että tutkimuksessa on pyritty, kuten jo aiemmin on tehty selkoa, määrittämään raakapuun *kantohintatasossa* tapahtuneet muutokset. Tätä varten on ollut tarpeen saada raakapuun ostoalue pysytetyksi suhdanteista riippumatta samana, ns. ensimmäisen verotus- eli menekkivyöhykkeen alueina. Menettely on aiheuttanut sen, että suuri osa edellä käsitellyistä syrjäseutujen metsäalueista on itse asiassa jäänyt tämän tutkimuksen piirin ulkopuolelle. Siten ei niillä esiintyvä voimakas hintojen vaihtelu ole päässyt vaikuttamaan tutkimuksen tuloksiin.

Jonkinlaisen käsityksen siitä, kuinka suuria nämä tutkimuksen ulkopuolelle jääneet alueet ovat olleet, antavat taulukko-osan taulukot 44 ja 45. Taulukosta 44 nähdään miten yksityisten, yhtiöiden, kuntien ja seurakuntien omistuksessa oleva metsämaa jakaantui vuonna 1955 maamme eri osissa verotusvyöhykkeisiin. Sen mukaan keskimäärin koko maassa yksityisluontoisten ynnä kuntien ja seurakuntien veronalaisesta metsämaasta kuului ensimmäiseen vyöhykkeeseen 70 %, toiseen 23 % ja kolmanteen 7 %. Taulukko-osan taulukosta 45 taas nähdään, miten valtion omistuksessa olevat metsämaat, lähinnä Metsähallituksen valvonnassa olevat jakaantuivat vuonna 1953 verotusvyöhykkeisiin. Taulukossa 45 esitetyt sadannekset poikkeavat oleellisesti edellisen taulukon vastaavista. Erityisen merkittävää on, että valtion omistamasta veronalaisesta metsämaasta 70 % kuuluu toiseen ja kolmanteen verotusvyöhykkeeseen. Esi-

tettyjen sadannesten valossa voidaan nyt tarkastella, miten suuriksi ne metsäalueet muodostuvat, jotka eri vuosina ovat jääneet tutkimuksen piirin ulkopuolelle.

Tutkimuksen rajoittuessa yksityismetsiin merkitsee tämä, että kaikki metsähallinnon valvonnassa olevat veronalaiset metsämaat, pinta-alaltaan vuonna 1953 yhteensä 5.8 milj. ha sekä verotuksen ulkopuolelle jäävät suojametsäalueet ynnä muut valtion metsämaat, yhteensä 0.9 milj. ha, ovat selvittelyn ulkopuolella. Yksityismetsien kohdalla ei voida vetää aivan yhtä varmoja rajoja sen johdosta, että yhtiöiden, kuntien ja seurakuntien metsät esiintyvät yhtenä kokonaisuutena tätä tarkoitusta varten käytettävissä olevassa tilastossa, mutta kohtalaisella luotettavuudella voidaan katsoa n. 4.1 milj. ha suuruisen alueen olevan tältä osalta tutkimuksen ulkopuolella. Tutkimuksen piiriin kuuluu siten n. 11 milj. ha maamme kokonaismetsäalasta, mikä valtakunnanmetsien III arvioinnin mukaan on 21.85 milj. ha. Keskimäärin voidaan tilanteen tämän tutkimuksen osalta katsoa olleen tällaisen vuosina 1950—52. Ennen siirtoväen asutustoiminnan alkamista vuonna 1944 ynnä 1930-luvulla ja 1940-luvun alkupuoliskolla sekä vielä vuosina 1945 ja 1946 tutkimuksen piiriin kuuluvan metsämaan ala pysytteli n. 10 milj. ha:n paikkeilla, mistä vuosien 1947, 1948 ja 1949 kuluessa sitten vähitellen siirryttiin yhä lähemmäksi 11 milj. ha. Hakkuukaudesta 1952—53 lähtien voidaan kuitenkin tutkimuksen piiriin kuuluvan metsämaan alan katsoa laajentuneen n. 15 milj. hehtaariksi, lähinnä siitä syystä, että aineistojen käsittelyperusteissa tehtiin tuolloin ratkaiseva muutos (ks. siv. 20).

Jos nyt edellä esitettyjen tietojen valossa rinnastetaan valtion omistuksessa olevien metsämaiden sijaintia osoittava kartta erääseen kuusipaperipuun hintavaihteluja vuosina 1949/50—1951/52 osoittamaan karttaan (ks. Selin 1954 a s. 3), saadaan jonkinlainen käsitys siitä, miten yksinomaan valtion metsissä maksettujen kantohintojen eliminoiminen on vaikuttanut tasoittavasti tutkimuksessa esitettäviin aikasarjoihin.

Taulukko-osan taulukosta 8 voidaan vielä edellä esitetyn lisäksi todeta, että hakkuukautena 1951—52 huippunsa saavuttanutta ns. Korean suhdannetta seuranneina hakkuuvuosina 1952—53, 1953—54 ja 1954—55 reaalinen kantohintataso oli varsin kiinteä ja melko korkeata luokkaa. Sen pystyivät ylittämään vain mainitut kaksi suhdannehuippua sekä hakkuukausi 1939—40. Käytännöllisesti katsoen on näiden kolmen hakkuukauden reaalinen hintataso vastannut lähinnä toista maailmansotaa edeltäneen hakkuukauden 1938—39 tasoa. Taulukossa 8 kiintyy huomio myös vuosiin 1944—47, jolloin hintasäännöstely oli voimassa. Hintataso lähenee tuolloin koko tutkimuskauden alhaisimpia. Vain hakkuukauden 1948—49 hinnat ovat näihin verrattavissa. Ilman säännöstelyä kantohinnat olisivat todennäköisesti pysytelleet korkeammalla tasolla kuin mitä nyt tapahtui.

Hakkuukauden 1948—49 hintatasoon palataksemme voimme varsin hyvällä syyllä olettaa sen olleen verrattain läheisessä syy-yhteydessä maassamme tuolloin noudatettuun valuuttapolitiikkaan. Vuoden 1948 aikana sekä erityisesti vuoden 1949 alkupuoliskolla olivat nimittäin tärkeimpien ulkomaisten valuuttojen viralliset kurssit niiden todellista arvoa huomattavasti alhaisemmat. Toisin sanoen inflaation pahasti alaspainama markkamme oli tuolloin ostovoimaltaan ulkomaanvaluuttoihin verrattuna yliarvostettu. Inflaation maassamme yhä jatkuessa tuli tilanne tämän yliarvostuksen kohdalla sellaiseksi, että vientiteollisuutemme alkoi sen johdosta vuoden 1949 kuluessa joutua melkein voittamattomien vaikeuksien eteen. Asiaa pahensi vielä se, että selluloosan, sahatavaran ja paperin hinnat maailmanmarkkinoilla olivat tuolloin laskussa. Tilanteen pelastamiseksi suoritettiinkin heinäkuussa 1949 markkamme uudelleen arvostaminen ulkomaisiin valuuttoihin nähden. Sen johdosta, että tällä ensimmäisellä toimenpiteellä ei ollut odotettua vaikutusta, suoritettiin syksyn 1949 kuluessa vielä toinen tällainen uudelleen arvostaminen. Nämä kaksi oman markkamme devalvaatiota saivat ilmeisesti aikaan huojennuksen vientimarkkinatilanteeseen.

Kysymykseen siitä, kykenikö vientiteollisuutemme näiden kahden devalvaation ansiosta maksamaan raakapuusta korkeampaa hintaa kuin aikaisemmin, tulisi tämän tutkimuksen puitteissa liian vaikeaksi vastata. Ilmeiseltä kuitenkin tuntuu, että näin tapahtui, sillä taulukosta 7 voidaan todeta puustokuutiometrin reaaliarvojen koko maan keskimääränä nousseen 31 mk:sta 40 mk:aan siirryttäessä hakkuukaudesta 1948—49 hakkuukauteen 1949—50. Ymmärrettävästi tällaista nousua ei voida suoralta kädeltä panna yksinomaan valuuttakurssien muutosten ansioksi, sillä selluloosasta, sahatavarasta ja paperista saatujen hintojen muutoksilla kansainvälisillä markkinoilla on saattanut olla oma vaikutuksensa asioiden kulkuun.

Tässä tutkimuksessa esitettyihin hakkuukauden 1948—49 hintoihin on myös syytä suhtautua varauksin, sillä kuten jo aiemmin on mainittu, muodostuivat tämän hakkuukauden puustokuutiometrin hintalaskelmat varsin vaikeiksi sen johdosta, että säännöstely- tai sopimushintoja ei ollut enää käytettävissä eikä toisaalta oltu vielä ehditty suorittaa määrätietoisen näytteen poimintaa.

43. Raakapuun kantohintaindeksi v. 1934—55

Monistakin syistä johtuen ei maamme virallisissa tilastoissa ole puhdasta raakapuun kantohintojen vaihtelua osoittavaa indeksiä. Eräänlaisiksi raakapuun hintaindekseiksi voidaan kylläkin katsoa Suomen tilastollisessa vuosikirjassa julkaistu tukkuhintaindeksin erikoisindeksi —

metsätaloustuotteet sekä samassa vuosikirjassa esiintyvä sahaamattomien tavaroiden eli pyöreän puutavaran vientihintaindeksi. Sen johdosta, että kummankin indeksin laskentaperusteissa kantohinta muodostaa vain tietyn osan hinnoiteltavasta kokonaisuudesta ei näiden indeksien perusteella ole mahdollista tehdä kantohintatason vaihteluita koskevia johtopäätöksiä kuin tietyin varauksin.

Metsätaloustuotteiden indeksi lasketaan raakapuun tehdashintojen perusteella. Lisäksi nämä tehdashinnat ovat eräänlaisia ohjehintoja [1]). Sahaamattomien tavaroiden vientihintaindeksi perustuu taasen jäljempänä mainittujen puutavaralajien fob-hintoihin. Täten muodostuu kummankin indeksin laskentaperuste, paitsi kantohinnasta niin myös hakkuu- ja vetopalkoista sekä erinäisistä kaukokuljetuskustannuksista. Siten ovat molemmat indeksit ikäänkuin liian jäykkiä kantohintavaihteluiden osoittajina. Työpalkat sekä useimmat kaukokuljetuksen kustannuserät ovat nimittäin tunnetusti vähemmän alttiita suhdanne- ynnä muille vaihteluille kuin kantohinnat. Siten ne joutuvat esillä olevissa indekseissä toimimaan ikäänkuin huippujen tasaajina sekä kuoppien täyttäjinä.

Niiden merkitys kantohintojen suhdannehuippujen tasaajina vähenee kuitenkin sen johdosta, että korkean kantohintatason vallitessa työpalkkojen ja kuljetuskustannusten suhteellinen osuus raakapuun tehdas- ja fob-hinnoista voimakkaasti alenee. Sahaamattomien tavaroiden vientihintaindeksin kohdalla on lisäksi korostettava, että se osoittaa hintavaihtelut jyrkempinä kuin metsätaloustuotteiden indeksi. Tämä tapahtuu siitä syystä, että sen laskeminen perustuu pääasiallisesti ainespinotavaraan, jonka hintavaihtelut ovat tunnetusti jyrkempiä kuin järeän ainespuun. Molempien indeksien laskeminen suoritetaan kuukausittain ja kalenterivuoden indeksi lasketaan kuukausi-indeksien keskiarvona.

Käsillä olevan tutkimuksen erääksi päätavoitteeksi asetettiin hakkuukausittaisen raakapuun kantohintaindeksin laskeminen vuosijaksolle 1934—55. Käytettävissä olevan tilastomateriaalin rajoittuneisuus ei kuitenkaan ole tehnyt mahdolliseksi kuukausi-indeksien laskemista.

Aineiston käsittelyä koskevassa osassa tehtiin selkoa, miten puustokuutiometriin sisältyvien puutavaralajien hakkuukausittaiset keskimääräishinnat laskettiin kolmen osakauden myyntimäärillä painotettuna keskiarvona. Suoritettavan indeksilaskelman osalta tämä merkitsee, että hakkuukausi-indeksin laskemiseksi on ollut käytettävissä kolme hintanoteerausta 12 kuukauden pituiselta ajanjaksolta. Tällaisen tutkimuksen puitteissa ei ole mahdollista ryhtyä yksityiskohtaisesti erittelemään, millaisia eroja raakapuun hakkuukausi-indeksiin tulee, jos se lasketaan kolmen tai kahdentoista hintanoteerauksen perusteella. Eräiden raakapuukauppaamme liittyvien ilmiöiden tarkastelu saattaa kuitenkin tuoda valaistusta asiaan.

[1]) tri Mickwitzin ilmoituksen mukaan.

Raakapuukauppamme kausiluonteisuudesta johtuen lienee kuukausi yleensä liian lyhyt ajanjakso kantohinta-indeksilaskelman peruskaudeksi. Hiljaisina kesäkuukausina saattaa käydä niin, että hintanoteerauksia ei ole lainkaan saatavissa. Viime vuosina suorittamissaan kokeiluissaan on Tilastollinen päätoimisto kohdannut erityisiä vaikeuksia juuri tässä suhteessa. Myös S a a r i on esittänyt, että kuukausi on liian lyhyt ajanjakso raakapuumarkkinoiden hintavaihtelujen tarkkailussa (S a a r i 1931 s. 6). Useampia kuukausia käsittävien perusjaksojen käyttö saattaa taas kohdata vaikeuksia noususuhdannekausien aiheuttamana liiallisena aineistorunsautena. Näytteen otto tällöin hidastuu ja virhemahdollisuudet saattavat kasvaa. Ottaen huomioon edellä esitetyt näkökohdat tuntuisikin neljännesvuosi varsin soveliaalta kantohintaindeksin tarkoituksiin.

Tässä tutkimuksessa laskettu raakapuun hakkuukausittainen kantohintaindeksi on määräytynyt kolmannesvuosinoteerausten painotettuna keskiarvona. Tämä kolmannesjako ei kuitenkaan ole ollut aivan täydellinen 1930-luvun alku- ja keskivaiheitten osalta. Hakkuukauden 1934—35 kantohinnat ovat olleet indeksiä laskettaessa = 100. Näin laskettu indeksi



Kuva 2. Puustokuutiometrin hintaindeksi sekä sahaamattomien tavaroiden viennin hintaindeksi vuosijaksona 1934—55. Lähde: asetelma 4. Hakkuukauden 1934—55 ja kalenterivuoden 1935 hinnat = 100. Puolilogaritminen asteikko.

Fig. 2. The price index of the yield-cu.m. and the price index of export of unsawed goods in the period 1934—1955. Source: Analysis 4. Prices of the logging seasons 1934—1955 and calendar year 1935 = 100. Semi-logarithmic scale.

sekä Suomen tilastollisessa vuosikirjassa julkaistu »sahaamattomien puutavaroiden viennin hintaindeksi» on esitetty asetelmassa 4 sekä vielä graafisesti kuvassa 2.

Asetelmasta nähdään, että puustokuutiometrin hintoihin perustuvan kantohintaindeksin mukaan raakapuun kantohinnat ovat hakkuukausina 1952—53, 1953—54 ja 1954—55 olleet keskimäärin n. 25—27 kertaiset basiskauden tasoon verrattuna. Rinnalla esitetty pyöreän puutavaran vientihintaindeksi osoittaa samantapaista kehitystä.

Asetelma 4. Puustokuutiometrin ja sahaamattomien puutavaroiden viennin hintaindeksit. Hakkuukauden 1934—35 ja vuoden 1935 hinnat = 100. Lähde taulukko 6 ja Suomen tilastollinen vuosikirja.

Analysis 4. Price indices of the yield-cu.m. and the exports of unsawed timber. The prices of the logging season 1934—1955 and the year 1935 = 100. Source: Table 6 and the Statistical Year-book of Finland.

Hakkuukausi ja vuosi *Logging season and year*		Puusto-kuutiometrin hintaindeksi *Price index of yield-cu.m.*	Sahaamattomien puutavaroiden viennin hintaindeksi *Price index of exports of unsawed timber*
1934—35	1935	100	100
1935—36	1936	105	101
1936—37	1937	161	155
1937—38	1938	234	194
1938—39	1939	168	168
1939—40	1940	215	218
1940—41	1941	266	231
1941—42	1942	317	266
1942—43	1943	320	311
1943—44	1944	320	351
1944—45	1945	320	506
1945—46	1946	495	1 120
1946—47	1947	561	1 193
1947—48	1948	1 049	1 567
1948—49	1949	844	1 676
1949—50	1950	1 110	1 656
1950—51	1951	2 180	2 658
1951—52	1952	4 568	4 729
1952—53	1953	2 761	3 008
1953—54	1954	2 583	2 642
1954—55	1955	2 659	2 959

Vertailtaessa edellä esitettyjä sarjoja keskenään täytyy kuitenkin pitää mielessä eräitä seikkoja. Ensinnäkin on muistettava, että vertailtavat indeksit eivät edusta samoja puutavaralajeja. Sen, miten puustokuutiometrin hinta jakaantuu eri puutavaralajien kesken, osoittaa taulukko-osan taulukko 4, missä tällainen jakaantuma on laskettu hakkuukauden 1953—54 puustokuutiometrihintojen perusteella.

Siitä nähdään, miten ratkaiseva osuus järeällä havupuulla on puustokuutiometrin hinnassa. Niinpä asetelmassa 4 esitetyn puustokuutiometrin hintaindeksisarjan on katsottava edustavan suuressa määrin järeän raakapuumme hintaliikkeitä. Näin ei kuitenkaan ole laita sahaamattomien puutavaroiden viennin hintaindeksin kohdalla, sillä tämän indeksin pääasiallisen perustan muodostaa ns. pyöreä pienpuu, joskin järeämpääkin tavaraa kuuluu sen piiriin, mutta suhteellisesti vähäisessä määrin. Viimeksi mainittu indeksisarja lasketaan tullihallituksessa ja sieltä [1]) saadun tiedon mukaan se lasketaan seuraavien puutavaralajien fob-hintoihin perustuen.

40 009—10 paperi- ja hiomapuut
40 011—12 kaivospylväät ja -paalut
40 018 haapapuut
40 020 parrut

Lisäksi on muistettava, että nämä kaksi indeksiä kuvastavat eri markkinoiden hintatasoa. Puustokuutiometrin hintaindeksin kuvastaessa teollisuuden ja vientiostajien kotimaassa maksamaa raakapuun kantohintatasoa osoittaa sahaamattomien puutavaroiden viennin hintaindeksi lähinnä maamme vientisatamissa maksettuja hintoja ja tässä mielessä eräänlaista maailmanmarkkinoilla vallitsevaa raakapuun hintatasoa.

Molemmat indeksisarjat on esitetty graafisesti kuvassa 2. Kuviosta voidaan todeta molempien indeksien kehityksen olleen suuressa määrin samantapaisen, mikä siis erinäisin varauksin merkitsee, että kotimainen raakapuun kantohintataso on yleensä vastannut sitä tasoa, mitä raakapuun ulkomaiset ostajat, olettaen, että maatamme ei heidän keskuudessaan ole pidetty missään poikkeusasemassa, ovat yleensä olleet valmiit raakapuusta maksamaan. Täysin yksityiskohtaisen käsityksen muodostamiseksi näiden eri markkinoiden välisistä riippuvaisuussuhteista olisi tietystikin tarpeen tuntea vielä eräiden hankinnan ja jalostuksen kustannuserien sekä valuuttakurssien muutosten vaikutus sekä pyöreän puun että metsäteollisuutemme valmisteiden vientihintoihin.

Edellä esitetty pitää paikkansa luonnollisestikin vain silloin, kun raakapuun kantohinnan muodostuminen on vapaata. Jäädyttämällä kotimainen kantohintataso säännöstelyn avulla johonkin tiettyyn korkeuteen syntyy

[1]) Maisteri Sampon antama tieto.

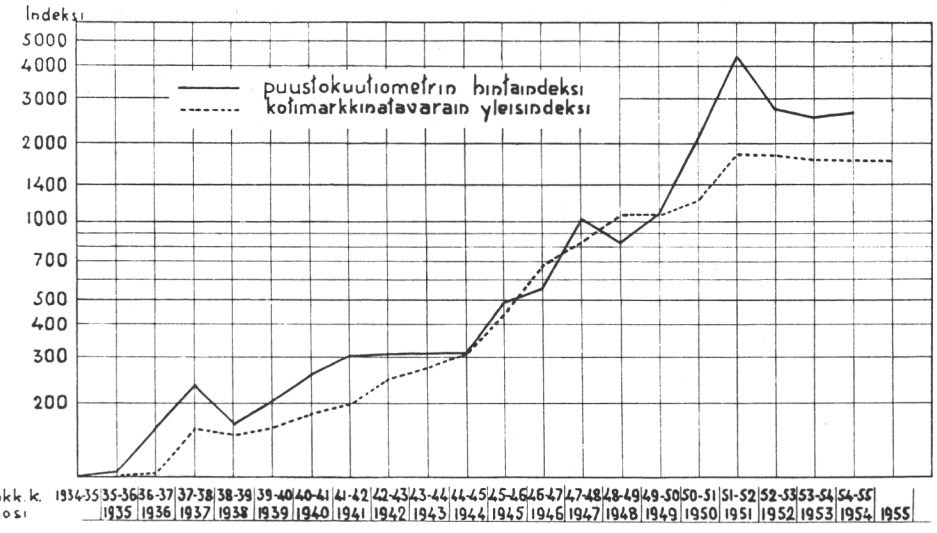
luonnollisestikin eroja kansainvälisen tason kanssa heti, kun jälkimmäisen kohdalla tapahtuu muutoksia suuntaan tai toiseen. Valuuttakursseja muuttamalla voi kuitenkin Suomen pankki ja valtiovalta valvoa, ettei liiallisen suuria erotusvoittoja tai toisaalta tappioita tällaisen tilanteen johdosta pääse syntymään. Vuosien 1944—47 osalta, jolloin hintasäännöstely oli voimassa, nähdään esimerkki hintatasoerojen syntymisestä, erojen, jotka säilyivät aina ns. Korean suhdanteen alkuun saakka. Tämän vuosijakson osalta kiintyy huomio erityisesti hakkuukauteen 1947—48, jolloin hintasäännöstely päättyi ja hintataso määräytyi ns. sopimushintojen perusteella. Sarjojen graafisia kuvaajia tarkastellessa saattaisi väittää, että pyöreän puun fob-hinta on sopimusneuvotteluissa näytellyt kenties melkoistakin osaa.

Edellä esitetyn suhteen lienee vielä paikallaan huomauttaa, että on jossain määrin uskallettua verrata puhdasta puun hintaa, jota puustokuutiometrin arvot edustavat, sellaisiin hintoihin, joissa varsinainen puun kantoarvo on vain osa kokonaisuudesta. Pyöreän puun fob-hintojen osaltahan asiain laita on tämä. Kun lisäksi työpalkoissa tapahtuneilla muutoksilla on erisuuntainen vaikutus kantohintaan ja fob-hintoihin, aiheutuu tästä lisähäiriöitä vertailuihin. Niinpä vuosien 1944—47 osalta todettu ero indeksisarjoissa johtunee myös osittain tuolloin vallinneesta verrattain korkeasta metsätyöpalkkatasosta (vrt. Heikinheimo 1954 s. 8—9).

Varsin usein näkee nykyisin pohdittavan kysymystä, ovatko jonkin elinkeinoalan palkat tai tuotteiden hinnat jääneet jälkeen ns. yleisen hintatason kehityksestä. Näissä vertailuissa käytetään yleisen hintatason kuvaajana varsin usein kotimarkkinatavarain yleisindeksiä eli tavallisimmin nimitettynä — tukkuhintaindeksiä. Tällaisten vertailujen ajankohtaisuuden vuoksi on tutkimuksessa otettu myös tarkasteltavaksi kuluneen 20-vuotisjakson kantohinnat yleisen hintakehityksen valossa.

Kuvassa 3 on esitetty graafisesti tukkuhintaindeksin kehitys vv. 1935—55 sekä puustokuutiometrin hintoihin perustuva kantohintaindeksi vastaavalta ajanjaksolta. Kuvaajista nähdään, että raakapuun kantohintataso on ollut kuluneena 20-vuotiskautena pääosiltaan yleisen hintatason yläpuolella. Vain hakkuukautena 1948—49 ja sodanjälkeisenä poikkeuksellisena säännöstelykautena se on jäänyt jälkeen yleisestä hintakehityksestä. Tutkimuksen käsittämän kolmen viimeisen hakkuukauden kantohintataso on varsin kunnioitettava, sillä eroa sen ja yleisen, indeksin kuvaaman hintatason välillä on lähes tuhat indeksipistettä. Mutta niinpä ovatkin kantohinnat tulleet yli 26-kertaisiksi siirryttäessä hakkuukaudesta 1934—35 hakkuukauteen 1954—55. Samana ajanjaksona tukkuhintaindeksi on saavuttanut vain 17-kertaisen arvonsa.

Valitsemalla 1930-luvulta jonkin muun hakkuukauden kuin 1934—35 hinnat perushinnoiksi ja vertaamalla niitä sitten viralliseen tukkuhinta-



Kuva 3. Puustokuutiometrin hintaindeksi ja kotimarkkinatavarain yleisindeksi vuosijaksona 1934—55. Lähde: asetelma 4 ja Suomen tilastollinen vuosikirja. Hakkuukauden 1934—55 ja kalenterivuoden 1935 hinnat = 100. Puolilogaritminen asteikko.

Fig. 3. The price index of the yield-cu.m. and the overall index of home market goods in the period 1934—1955. Source: Analysis 4 and the Statistical Year-book of Finland. Prices of the 1934—1955 logging seasons and calendar year 1935 = 100. Semi-logarithmic scale.

indeksiin, jonka perusvuosi on 1935, saadaan kyllä varsin erilaisia tuloksia kuin edellä. Voidaan ottaa vaikkapa suhdannehuipun 1937—38 hinnat perustaksi, jolloin saadaan hakkuukauden 1954—55 kantohintataso siihen verrattuna vain 11-kertaiseksi. Näin erilaisiin tuloksiin johtavia vertailuja voidaan tehdä lähinnä sen seikan perusteella, että raakapuun hintataso vaihtelee suhdanteista johtuen hyvin voimakkaasti, kun taas yleisen hintatason liikkeet ovat hitaita ja verraten tasaisia. Valitsemalla näistä kahdesta eriluonteisesta indeksisarjasta aina kuhunkin tarkoitukseen sopivat vuodet ja niitä vastaavat luvut, saadaan aineksia monenlaisille väitteille.

Varsin mielenkiintoisen vertailukohteen puustokuutiometrin hintaindeksille tarjoaa Heikinheimon laskema sahapuun kantohinnan indeksi vv. 1913—53 (Heikinheimo 1954 s. 4—9). Valitettavasti tämä sarja koskee vain valtion metsistä pystyyn myytyjen sahapuiden kauppoja. Siten tämän indeksisarjan perustana olevan aineiston peittävyys on huomattavasti erilainen kuin puustokuutiometrin hinnoitteluaineistojen.

Kuitenkin se muodostaa näistä eroavaisuuksista huolimatta niin arvokkaan vertailukohteen, että sitä on syytä tarkastella lähemmin. Asetelmassa 5 on esitetty rinnakkain Heikinheimon laskema sahapuun kanto-

Asetelma 5. Valtion metsistä pystyyn myytyjen sahapuiden ja puustokuutiometrin tukkuhintaindeksillä mitattujen reaaliarvojen indeksi vv. 1933—55. 1938 = 100 ja 1938—39 = 100.
Lähde: Taulukko 8 ja Heikinheimo 1954 taulukko 2.

Analysis 5. The index of the real values of sawn timber and yield-cu.m. measured by the wholesale price index in 1933—1955. 1938 = 100 and 1938—1939 = 100. Source: Table 8 and Heikinheimo 1954 Table 2.

Vuosi *Year*	Hakkuukausi *Logging season*	Sahapuu *Saw timber*	Puustokuutiometri *Yield-cu.m.*
1933	—	73	—
1934	1934—35	86	68
1935	1935—36	73	69
1936	1936—37	129	98
1937	1937—38	166	127
1938	1938—39	100	100
1939	1939—40	114	108
1940	1940—41	126	102
1941	1941—42	95	100
1942	1942—43	78	82
1943	1943—44	77	74
1944	1944—45	79	66
1945	1945—46	57	61
1946	1946—47	47	52
1947	1947—48	47	74
1948	1948—49	48	50
1949	1949—50	50	65
1950	1950—51	95	97
1951	1951—52	174	161
1952	1952—53	104	105
1953	1953—54	81 [1])	100
1954	1954—55	96 [2])	103

hintojen reaali-indeksi, jossa vuoden 1938 reaaliarvot = 100, sekä puustokuutiometrin arvojen reaali-indeksi vastaavalta ajanjaksolta, jolloin hakkuukauden 1938—39 reaaliarvot = 100.

Näiden kahden sarjan suhteen on kuitenkin huomattava, että toinen niistä edustaa yksinomaan sahapuun reaaliarvoja toisen käsittäessä pää-

[1]) Heikinheimon laskelma vuoden 1953 osalta perustui ennakkoarvioon, joka on tässä oikaistu Metsähallituksen tilastokonttorista saatujen lopullisten tietojen perusteella. — *Heikinheimo's calculation for 1953 was based on a preliminary estimate which has been corrected here from the final data obtained from the Statistical Office of the Board of Forestry.*

[2]) Metsähallituksen tilastokonttorin ilmoitukseen perustuva. — *Based on information from the Statistical Office of the Board of Forestry.*

osansa sahapuun lisäksi myös muita puutavaralajeja (ks. taulukko-osan taulukkoa 4). Yksinomaan jo tästä syystä, ei sarjojen voida olettaa osoittavan samanlaista arvojen vaihtelua. Kun vielä lisäksi on niin, että H e i k i n h e i m o n valtionmetsien pystymyyntien perusteella laskemat kantohintakeskiarvot edustavat useissa tapauksissa juuri niitä maantieteellisiä alueita, jotka tässä tutkimuksessa on määrätietoisesti pyritty jättämään ulkopuolelle, käy asetelmassa 5 esitettyjen sarjojen eroavaisuus yhä ilmeisemmäksi.

Edellä on jo huomautettu siitä, että mitä syrjäisemmistä ja metsätaloudellisesti huonomenekkisimmestä alueista on kysymys, sitä voimakkaampia ovat kantohinnoissa tapahtuvat vaihtelut. Jos nyt tarkastellaan asetelmassa 5 esitettyjä sarjoja, niin nähdään, että valtion metsistä pystyyn myytyjen sahapuiden reaaliset kantohinnat ovat vaihdelleet huomattavasti voimakkaammin kuin puustokuutiometrin vastaavat hinnat. Ilmiön toteamiseksi melkein riittää, kun tarkastelee huippusuhdannevuosia ja -kausia 1937 ja 1937—38 sekä 1951 ja 1951—52, mutta samaa voidaan todeta myös lamavuosien osalta.

Huomioonottaen edellä esitetyt näkökohdat voitaneen sarjat katsoa melko samantapaista kehitystä osoittaviksi. Puustokuutiometrin suhteellisesti alhaisemmat indeksiarvot eräänlaisiksi normaaleiksi katsottavina hakkuukausina 1934—35 ja 1935—36 johtunevat osiltaan vielä tuolloin melko vähäarvoisen mäntypaperi- ja polttopuun hinnoista (vrt. taulukot 21, 23 ja 25).

44. Puutavaralajittaiset kantohinnat vesistöalueittain v. 1949—55

Seuraavassa tarkastellaan aluksi, miten kaupallisesti tärkeimpien puutavaralajiemme kantohinnat ovat vaihdelleet vesistöalueittain v. 1949—55. Tarkastelun rajoittaminen koskemaan vain näin lyhyttä vuosijaksoa, aiheutuu lähinnä, kuten jo on mainittu, käytettävissä olevien aineistojen rajoittuneisuudesta. Taulukko-osan taulukoissa 11, 12, 13, 14 ja 15 on esitetty havusahapuun, kuusipaperipuun, mäntypinotavaran, koivu- ja sekahalon keskimääräiset kantohinnat vesistöalueittain ja hakkuukausittain. Sen johdosta, että tutkimusaineisto on kerätty ja käsitelty kunnittain, on luonnolliset vesistöalueiden rajat mukautettu mahdollisuuksien mukaan kuntien rajoihin. Eräitä suurempia kuntia on kuitenkin ollut pakko jakaa osiin. Vesistöaluejako perustuu Y r j ö I l v e s s a l o n II:ssa valtakunnanmetsien arvioinnissa käyttämään jakoon sovellettuna vastaamaan nykyistä Suomen aluetta. Kunkin puutavaralajin keskimääräinen kantohinta tietyllä vesistöalueella ja määrättynä hakkuuvuonna on las-

kettu mainittuun vesistöalueeseen kuuluvien kuntien keskimääräisten yksikkökantohintojen myyntimäärillä painotettuna keskiarvona eli kaavasta

$$P_{av} = \frac{(i_{1a} \times q_{1a}) + (i_{2a} \times q_{2a}) + \ldots\ldots\ldots (i_{na} \times q_{na})}{q_{1a} + q_{2a} + \ldots\ldots q_{na}} = \frac{\Sigma\, i_{na}\, q_{na}}{\Sigma\, q_{na}}$$

P_{av} = puutavaralajin a yksikköhinta vesistöalueella tiettynä hakkuukautena
i_{na} = puutavaralajin a yksikköhinta kunnassa tiettynä hakkuukautena
q_{na} = vastaavan tavaralajin myyntimäärä kunnassa tiettynä hakkuukautena

Tietyn puutavaralajin hakkuukausittainen keskihinta koko maassa on laskettu edellä esitetyllä tavalla kunnittaisilla myyntimäärillä painotettuna keskiarvona.

Painolukuina käytetyt myyntimäärät v. 1949—55 ovat olleet vesistöalueittain ja hakkuukausittain taulukko-osan taulukkojen 42 ja 43 osoittamat. Näiden määrien suhteen on huomattava, että niissä on eräitä merkittäviä puutteita, ja niitä voidaan käyttää puhtaasti puun kaupallisia määriä koskevien tilastolaskelmien perustana vain tietyin varauksin. Niiden käyttöä painolukuina kantohintalaskelmissa voidaan kuitenkin puolustaa. Asiaan palataan tutkimuksen tulosten luotettavuutta käsittelevässä osassa.

Taulukoista 11—15 käy ilmi, että alueittainen hintojen vaihtelu kaikkien puutavaralajien osalta noudattaa samoja linjoja kuin puustokuutiometrin hinnatkin. Siten numerot vahvistavat myös niitä käsityksiä, mitä aiemmat tutkijat ovat asiasta esittäneet, ja joihin jo edellä on viitattu.

Ajallisesti sarjoja tarkasteltaessa kiintyy huomio erityisesti siihen, että kantohintataso jäi ns. Korean suhdannehuipun jälkeen huomattavasti korkeammaksi kuin mitä se oli ennen sitä. Poikkeuksen muodostavat kuitenkin halot. Lienee jo tässä yhteydessä paikallaan todeta eräitä seikkoja käsillä olevassa tutkimuksessa esitettävistä halkojen hinnoista. On nimittäin huomattava, että halkojen hinnat puustokuutiometrin hinnoittelussa edustavat erästä niistä keinoista, joiden avulla pyritään ottamaan laskelmissa huomioon ns. nolla-alueiden merkitys. Tämä tapahtuu siten, että huonomenekkisinä vuosina halkojen kantohintoja määrättäessä noudatetaan erittäin suurta varovaisuutta. Tästä syystä niiden hinnat pyrkivät jäämään jonkin verran todellisuutta alhaisemmiksi. Vaikka esitetyt kantohinnat edustavatkin ensimmäisen menekki- eli verotusvyöhykkeen hintoja, on käytetyn varovaisuusperiaatteen vaikutuksen täytynyt tuntua niissäkin.

Sen johdosta, että kantohintojen nimelliset arvot voimakkaina rahan arvon muutosten kausina tarjoavat jossain määrin epäkiitollisen tarkastelukohteen jätetäänkin tutkimuksessa niiden enempi analysointi sikseen ja siirrytään reaaliarvojen ja niiden indeksien tarkasteluun.

45. Hakkuukausien 1934—35 ja 1938—39 sekä vuosijakson 1949—55 kantohinnat eräiden indeksilaskelmien valossa

Viime vuosina on varsin usein kaivattu tietoja siitä, mille tasolle tärkeimpien puutavaralajiemme nykyinen kantohintataso on asettunut verrattuna II maailmansotaa edeltäneeseen tasoon. Eräät suoritetut selvittelyt ovat luoneet kysymykseen valaistustakin (K o s k i k a l l i o 1951 ja H e i k i n h e i m o 1954). Molempien tutkimuksien suorittaminen on kuitenkin kohdannut huomattavia vaikeuksia käytettävissä olevien aineistojen rajoittuneisuuden vuoksi. Nyt käsillä oleva aineisto tarjoaa sensijaan verrattain hyviä mahdollisuuksia erilaisten vertailujen suorittamiselle.

Niinpä tutkimuksessa onkin valittu sotaa edeltäneeltä ajalta vertailuperusteeksi kaksi hakkuuvuotta, nimittäin 1934—35 ja 1938—39. Edellämainittu on tullut valituksi vertailujen perusvuodeksi sen johdosta, että tämän hakkuukauden kantohinnat edustavat lähinnä nykyisen tukkuhintaindeksin perusvuoden hintoja. Jälkimmäinen hakkuuvuosi on taasen pääsyt mukaan lähinnä siitä syystä, että sen käsittämiä vuosia on sotiemme jälkeen pidetty yleisesti jonkinlaisina taloudellisen ihannetilan aikoina, jonka tasolle sotiemme alaspainama talouselämä on ponnistellut.

Jonkinlaisen käsityksen saamiseksi siitä, millaisia nämä hakkuukaudet olivat kantohintatasoltaan, verrattuna muihin 1930-luvun kausiin, olen lainannut taulukko-osan taulukkoon 9 eräitä numeroita H a r v e e n suorittamasta selvittelystä (H a r v e 1940 s. 6—7). Taulukon 9 kantohinnat on laskettu saman primääriaineiston perusteella, mitä tässäkin tutkimuksessa on käytetty. Keskimääräishinnat taulukossa 9 on kuitenkin laskettu punnitsemattomina keskiarvoina, joten ne eivät sellaisinaan ole vertailukelpoisia tutkimuksessa esiintyvien kunnittaisilla myyntimäärillä painotettujen keskiarvohintojen kanssa. Taulukosta 9 nähdään, että niin sahapuun kuin kuusipaperipuunkin kantohintataso on hakkuuvuonna 1938—39 ollut hakkuukautena 1937—38 koetun suhdannehuipun vaikutuksen alainen. Tästä syystä hakkuukausi 1938—39 ei muodosta erityisen sopivaa lähtökohtaa indeksilaskelmille. Hakkuukausi 1934—35 on sensijaan tällaiseen tarkoitukseen jo paljon parempi. Käsityksen muodostamista siitä, millainen on kantohintataso ollut hakkuuvuotta 1934—35 edeltäneinä lähivuosina, vaikeuttaa suuresti tietojen puute. Kuitenkin voidaan valtion metsistä pystyyn myytyjen havusahapuiden hintojen perusteella tehdä asiasta päätelmiä (S a a r i 1940 s. 28—29). Tässä yhteydessä riittänee, kun todetaan, että hakkuukauden 1934—35 kantohinnat eivät ole olleet minkään poikkeuksellisen voimakkaan lasku- tai noususuhdanteen vaikutuksen alaisia.

Ennen varsinaisten indeksilaskelmien tulosten esittelyä lienee vielä paikallaan tarkastella, miten tutkimuksen yhteydessä lasketut kunnittai-

silla myyntimäärillä painotetut vesistöalueittaiset keskimääräishinnat eroavat painottamattomista. Samassa yhteydessä on myös mahdollista saada esiin eräiden aineiston käsittelymenetelmien vaikutus tuloksiin. Taulukkoosan taulukko 10 valaisee asiaa. Sen lukuja tarkastettaessa on vielä myös syytä palauttaa mieliin, missä määrin painotetut ja painottamattomat keskiarvohinnat edustavat samaa pituutta, keskikokoa ja kuorima-astetta.

Tutkimuksen alkuosassa tehtiin selkoa, miten sahapuun hinnat hakkuukautena 1934—35 oikaistiin vastaamaan 10 runkokeskikuution puista saatua hintaa. Oikaisun vaikutuksesta mainitun hakkuukauden sahapuun hinnat kohosivat keskimäärin 3 %:lla. Sarakkeessa 4 esitettyjen Harveen laskemien hintojen kohdalla ei tällaista oikaisua ole suoritettu. Jos se tehdään, nousee koko maan keskiarvo 3.00 mk:sta 3.09 mk:aan. Viimeksimainittu arvo jää kuitenkin alhaisemmaksi kuin sarakkeen 2 vastaava arvo. Voitaneen siis päätellä, että kunnittaisilla myyntimäärillä painotetut keskimääräishinnat sahapuun osalta hakkuukautena 1934—35 jäävät hivenen korkeammiksi kuin painottamattomat. Hakkuukauden 1938—39 osalta sahapuun keskikuution aiheuttaman oikaisun suuruus oli keskimäärin 6 %. Kun painottamattomat hinnat oikaistaan tällä, voidaan todeta myyntimäärillä painotettujen hintojen koko maan keskiarvona jäävän hieman korkeammaksi kuin painottamattomien. Kuusipaperipuun osalta hakkuukauden 1934—35 sekä painotetut että painottamattomat keskiarvohinnat edustavat puolipuhtaasta paperipuusta yleensä maksettua hintaa ja ovat siis tavallaan vertailukelpoiset. Painotetut hinnat jäävät tällöin keskimäärin korkeammiksi. Hakkuukauden 1938—39 osalta muistettaneen, että painotetut hinnat edustavat 2-metrisestä puolipuhtaasta saatua hintaa, kun taas Harveen laskemat painottomat keskiarvot perustuvat 1-metrisen puolipuhtaan hintoihin. Kun nämä jälkimmäiset oikaistaan vastaamaan 2-metrisen puolipuhtaan hintoja, alenee koko maan keskimäärä 69.6 mk:sta 66.4 mk:aan. Yleisesti voidaan siis todeta, että kunnittaisilla myyntimäärillä painotetut vesistöalueittaiset ja koko maan keskiarvohinnat jäävät painottamattomia keskiarvoja korkeammiksi. Edellä on tarkasteltu vain saha- ja kuusipaperipuuta, mutta on hyvin todennäköistä, että tilanne on sama muidenkin puutavaralajien osalta.

Hakkuukausien 1934—35 ja 1938—39 kantohintojen painotuksessa käytettyjen kunnittaisten myyntimäärien suhteen on vielä huomattava seuraavaa. Kuten muistettaneen, niin 1930-luvulla ei kerätty lainkaan myytyjä määriä koskevia tietoja. Niinpä suoritettavassa tutkimuksessa jouduttiin kappaleen alussa mainittujen hakkuukausien osalta käyttämään painolukuina sotiemme jälkeisen ajan myyntimääriä. Jotta jonkin tietyn hakkuukauden kuluessa esiintyneet sattumanvaraiset ja tilapäiset myyntimäärien vaihtelut eivät olisi päässeet häiritsevästi vaikuttamaan laskettaviin keskiarvoihin, päätettiin hakkuuvuosien 1934—35 ja 1938—39 hintojen

painotuksessa käytettävät kunnittaiset myyntimäärät laskea viiden hakkuuvuoden keskiarvona. Laskelma perustettiin hakkuuvuosiin 1949—50, 1950—51, 1951—52, 1952—53 ja 1953—54. Tällaista painotusmenettelyä vastaan voidaan tehdä huomautuksia, mutta tässä tilanteessa se oli ainoa käytettävissä oleva keino 1930-luvun vesistöalueittaisten keskimääräishintojen laskemiseksi samoilla perusteilla kuin vuosien 1949—55 hinnatkin.

Vuosien 1949—55 kantohintojen reaaliarvojen vertaaminen peruskausiksi valittujen hakkuukausien 1934—35 ja 1938—39 reaaliarvoihin on suoritettu kahdessa osassa. Ensin on suoritettu vertailu hakkuukauden 1934—35 hintoihin. Se on esitetty taulukko-osan taulukoissa 16—25. Niistä nähdään havusahapuun, kuusipaperipuun, mäntypinotavaran sekä koivu- ja sekahalon tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot sekä näiden reaaliarvojen indeksit. Indekseissä hakkuukauden 1934—35 hinnat = 100.

Tarkasteltaessa puutavaralajeittain koko valtakunnan keskimäärinä edellä mainituissa taulukoissa esitettyjä kantohintoja, voidaan reaaliarvojen indekseistä todeta, että kantohintojen reaaliarvojen kehitys on ollut suotuisinta mäntypinotavaran osalta. Suhdannehuippu kautena 1951—52 oli varsin korkea, sillä mainitun puutavaralajin reaaliarvot olivat tuolloin yli 5-kertaiset peruskauden 1934—35 tasoon verrattuna. Hakkuukauden 1954—55 taso on myös huomattavasti yli kaksinkertainen. Näin suotuisa ei kuitenkaan ole ollut toisen ainespinotavaralajimme, kuusipaperipuun hintakehitys. Suhdannehuippu jää vain puoleen edellisen lajin vastaavasta ja hakkuuvuoden 1954—55 reaaliarvot ovat vajaat puolitoistakertaiset peruskauden tasoon nähden. Yllättävimmiksi muodostuvat laskettujen reaaliarvojen valossa ehkä kuitenkin polttopuun hinnat. Nähdään, että hakkuukauden 1954—55 reaalinen kantohintataso niin koivu- kuin sekahaloillakin on käytännöllisesti katsoen sama kuin hakkuukautena 1934—35. Kun muistetaan, että halkojen hinnat saavuttivat tarkasteltavana olevana kuusivuotisjaksona alhaisimmat arvonsa juuri hakkuukautena 1954—55, niin voitanee ehkä todeta, että on palattu siihen, mistä kerran on lähdetty. Toisin sanoen halkojen reaaliset kantohinnat ovat palanneet tuonne 1930-luvun alkupuoliskon hintatasoon eivätkä pääse lähiaikoina ilmeisesti osallisiksi lisääntyneen väestön ja valtakunnallisesti supistuneen alueen suomista edullisemmista markkinamahdollisuuksista. Todettakoon kuitenkin, että vuosina 1949—54 näin on tapahtunut. Halkojen osalta lienee paikallaan vielä huomauttaa, että tutkimuslaitoksen laskelmissa sekahalon kantohinnat eivät edusta mistään ns. nalikkahaloista saatuja hintoja, vaan ovat rinnastettavissa lähinnä täysimittaisesta havuhalosta saatuun hintaan. Tässä tutkimuksessa esitetyt koivu- ja sekahalon kantohinnat jäänevät ainakin koko valtakunnan keskiarvoina korkeammiksi kuin maamme suurimman polttopuun ostajan, Valtionrautateiden Polttoainetoimiston (VAPO) maksamat. Tämä tapahtuu seuraavista syistä:

1. VAPOn ostotoiminnan painopiste sijaitsee niissä osissa maatamme, missä polttopuun kantohinnat ovat suhteellisen alhaisia. Tärkein on alue, joka sijaitsee Päijänteen altaan itäpuolella ja kuuluu hallinnollisesti Mikkelin ja osittain Kuopion lääniin.

2. VAPO ei yleensä ryhdy hintakilpailuun muiden polttopuun ostajien kanssa, vaan pyrkii sellaisille alueille, missä kilpailu on vähäisin.

3. Siellä, missä VAPO olosuhteiden pakosta joutuu kilpailemaan ns. paikallisten polttopuiden hankkijoiden kanssa, sen maksamat hinnat yleisen käsityksen mukaan ovat ainakin eräissä osissa maata alhaisempia kuin jälkimmäisten.

4. VAPOn ostojen piiriin kuuluvat myös metsähallinnon metsät.

Havusahapuun reaaliarvojen hintasarjassa esiintyvät vaihtelut ovat vähäisempiä kuin ainespinotavaran ja polttopuun. Kuitenkin ne poikkeavat kauden 1934—35 tasosta edulliseen suuntaan varsin huomattavasti. Eri hakkuukausien reaali-indeksejä vuosilta 1949—50 tarkasteltaessa nähdään sahapuun reaaliarvojen olleen ainoastaan hakkuukautena 1949—50 alapuolella kauden 1934—35 tason.

Tarkasteltaessa tutkimuksen piiriin kuuluvan viimeisen hakkuukauden, nimittäin 1954—55 kantohintatasoa eri puutavaralajeilla nähdään, että ainespuun kantohinnat tuolloin nousivat edellisen kauden tasosta, mutta polttopuun laskivat. Ilmiö liittyy ainespuun osalta tuolloin vallinneeseen verrattain hyvään metsäteollisuustuotteiden vientihintatasoon ja polttopuun osalta maahan tuotuihin runsaisiin ulkolaisiin polttoaineisiin sekä suuriin ylivuotisiin halkovarastoihin.

Taulukko-osan taulukoissa 19—28 esitettyjen, tukkuhintaindeksillä mitattujen reaaliarvojen vertaaminen esimerkiksi K o s k i k a l l i o n (1951 s. 19) samalla tavoin laskemiin reaaliarvoihin kohtaa eräitä vaikeuksia. Ensinnäkin on huomattava, että taulukoissa 16—25 esitetyille hinnoille löytyy vastineet K o s k i k a l l i o n selvittelystä vain hakkuuvuosien 1934—35 ja 1949—50 osalta. Hakkuukauden 1950—51 hinnat hänellä on katsottava ennakkoarvioksi. Kun otetaan huomioon tuolloin vallinnut erittäin kiihkeä nousevien hintojen tendenssi, täytyi ennakkoarvioiden teon tuolloin muodostua osittaiseksi arvaamiseksi. Tästä syystä mainitussa artikkelissa esitettyjä lukuja kaudelta 1950—51 voidaan tuskin rinnastaa sarjan aikaisempiin arvoihin. K o s k i k a l l i o ei mainitse artikkelissaan selvästi, mihin hinta-aineistoon selvittely perustuu, mutta todennäköisesti se on perustunut pääasiassa P e l t t a r i n laskemiin arvoihin (vrt. P e l t t a r i 1947 s. 31—32). Hakkuukauden 1934—35 osalta tässä tutkimuksessa esitetyt eri puutavaralajien kantohinnat ovat alhaisempia kuin K o s k i k a l l i o n. Hakkuukauden 1949—50 osalta ne sensijaan ovat korkeampia. Erot eivät kuitenkaan ole suuria, ja ne ovat varsin ym-

märrettäviäkin, kun pidetään mielessä se määrittely, mikä Pelttarin laskemista kantohinnoista on esitetty. Niistä sanotaan: »Esitetyt hinnat ovat summittaisesti laskettuja keskimääräisiä hintoja, eivätkä siis kuvaa yksityistapauksissa maksettuja hintoja eivätkä niiden vaihteluja» (Peltt a r i 1947 s. 32).

Huomattavasti edellistä paremman vertauskohteen kuusipaperipuun kantohintojen nimellisarvoille hakkuukaudelta 1934—35 muodostavat ne laskelmat, joita on tehty kuusipaperipuun hinnoista Pohjoismaissa (P ö n t y n e n 1939 s. 13—14). Suomen puuvanuketeollisuuden ostamien kuusipaperipuiden keskimääräiseksi kantohinnaksi koko maassa hakkuukautena 1934—35 on P ö n t y n e n saanut 41 mk (40: 80). Tämä arvo sopii erittäin hyvin yhteen suoritettavassa tutkimuksessa päädyttyyn hintaan, joka on ollut 42 mk (41: 80). Kun lisäksi otetaan huomioon, että molemmissa tutkimuksissa on kantohinta käsitetty samalla tavoin eli ostajan myyjälle maksamaksi hinnaksi pystymetsän kaupoissa, vahvistaa tämä tutkimusten tulosten yhtäpitävyyttä varsin oleellisesti. Pienempien alueiden puitteissa tapahtuva vertailu kohtaa vaikeuksia sen johdosta, että P ö n t y s e n laskelmat käsittävät vain puuvanuketeollisuuden raaka-aineen, kun sen sijaan esillä olevan tutkimuksen lukuihin sisältyy tämän lisäksi ns. pyöreän puun viejien ostotkin.

Tarkasteltaessa taulukko-osan taulukoiden 19—28 perusteella reaaliarvojen vaihteluita vesistöalueittain nähdään, että kantohintojen kehitys on ollut vuosina 1949—55 keskimääräistä heikompi mm. Saimaan, Pielisen, Oulu- ja Kemijoen päävesistöalueilla. Erityisesti tämä on koskenut polttopuuta. Tällainen kehitys onkin varsin ymmärrettävää Saimaan ja Pielisen päävesistöalueiden osalta, sillä vuoden 1944 alueluovutuksien vaikutus kohdistui kaikkein raskaimmin juuri näihin vesistöalueisiin. Muiden edellämainittujen päävesistöalueiden osalta asia sensijaan on hieman vaikeasti ymmärrettävissä.

Keskimääräistä suotuisamman kantohintakehityksen alaisia vuosina 1949—55 ovat erityisesti olleet Kokemäenjoen ja Päijänteen päävesistöalueet. Erityisesti kiintyy huomio Päijänteen pohjoisen vesistöalueen kuusipaperipuun ja mäntypinotavaran korkeisiin reaali-indekseihin. Ilmeisesti metsäteollisuuden ei tarvinnut vielä 1930-luvun alkupuolella kovin suuressa määrässä turvautua tämän alueen pienpuureserveihin, koska tällaista puuta oli mahdollista tuolloin saada lyhyemmiltäkin etäisyyksiltä. Tästä syystä kantohintatasokin pysyi verrattain vaatimattomana. Päijänteen vesistöalueiden sodanjälkeisiä menekkisuhteita on epäilemättä ollut omiaan parantamaan myös se, että Saimaan ja Pielisen vesistöalueiden kuljetussuhteet vaikeutuivat huomattavasti alueluovutusten johdosta. Tästä syystä lienee eräiden raakapuun ostajien ollut suorastaan pakko kannattavaisuussyistä luopua ostoistaan Saimaan ja Pielisen alueilla sekä

siirtyä Päijänteen vesistöihin. Uuden valtakunnanrajan taakse jäänyt teollisuus merkitsi myös pahaa takaiskua Saimaan ja Pielisen päävesistöalueiden menekkisuhteille.

Toiseksi vertailukaudeksi 1930-luvulta on valittu, kuten jo on mainittu, hakkuukausi 1938—39. Vuosien 1949—55 kantohintojen vertaaminen mainittuna kautena saatuihin hintoihin on suoritettu samalla tavoin kuin tapahtui kauden 1934—35 osalta. Indekseissä on vain hakkuukausi 1938—39 = 100. Vertailun tulokset on esitetty taulukko-osan taulukoissa 26—35. Lasketuissa reaali-indekseissä hakkuukauden 1938—39 reaaliarvot = 100. Taulukoista nähdään, että havusahapuun ja kuusipaperipuun sekä mäntypinotavaran reaalinen kantohintataso ns. Korean suhdannetta seuranneina hakkuuvuosina 1952—53, 1953—54 ja 1954—55 on ylittänyt koko maan keskimääränä hakkuuvuoden 1938—39 tason. Tuntuvin tämä ylitys on ollut mäntypinotavaran osalta.

Halkojen kohdalla ei hakkuuvuosien 1949—50 ja 1954—55 kantohintataso vastannut kauden 1938—39 tasoa. Sensijaan hakkuuvuosien 1950—51, 1951—52, 1952—53 ja 1953—54 reaalinen kantohintataso haloilla ylitti mainitun peruskauden tason. Taulukoissa kiintyy huomio vielä siihen, että kuusipaperipuun reaaliarvot ovat vuosina 1949—55 jääneet jälkeen jopa koivuhalkojen vastaavista. Sama ilmenee taulukkoryhmästä 16—25, missä perusvuotena ovat hakkuukauden 1934—35 hinnat. Yleisesti voitaneenkin todeta, että kuusipaperipuun reaalinen kantohintakehitys vuosina 1949—55 ei ole ollut yhtä suotuisa kuin havusahapuun ja mäntypinotavaran.

Tutkimuksessa käytettyjen 1930-luvun vertailukausien suhteen lienee paikallaan vielä kerran korostaa, että hakkuuvuosi 1938—39 ei ole tällaiseen tarkoitukseen erityisen sopiva. Kuitenkin sen käyttöä voidaan vielä puolustaa. Näin ei kuitenkaan ole laita erään toisen 1930-luvun hakkuukauden kanssa. Käyttämällä nimittäin huippusuhdannekautta 1937—38 indeksilaskelmien perusvuotena saadaan tuloksia, joiden arvo on enemmän kuin kyseenalainen. On nimittäin muistettava se jo edellä mainittu seikka, että tämä hakkuukausi edusti 1930-luvulla samantapaista suhdannehuippua kuin ns. Korean korkeasuhdanne 1950-luvulla. Syy sen syntymiseenkin oli suunnilleen sama — sodanpelko.

Tutkimuksessa ei ole ryhdytty käyttämään useampien vuosien hintakeskiarvoja vertailuperusteena lähinnä siitä syystä, että tällaiset keskiarvot edellyttäisivät ainakin yhden suhdanneaallon puolikkaan pituista ajanjaksoa — pohjasta harjaan tai harjasta pohjaan. Käytettävissä oleva tutkimusaineisto 1930-luvulta ei olisi ollut tähän riittävä. Jos keskiarvolaskelmia olisi tehty, niin ne olisivat pakosta muodostuneet tyypillisiksi 5-vuotiskeskiarvoiksi, joista mm. S a a r i on oikeutetusti esittänyt varsin tuomitsevan käsityksen (S a a r i 1940, s. 30—32).

Niinpä ainoaksi mahdollisuudeksi jäi yksityisten hakkuuvuosien hintojen käyttö vertailuperusteena. Tällaisten käyttö saattaa kuitenkin olla vielä uskalletumpaa kuin edellä moitittujen 5-vuotiskeskiarvojen. Näin on laita etenkin sellaisissa tapauksissa, jolloin tutkija ei tee itselleen ja lukijalle selväksi, missä kohdin suhdanneaaltoa valittu vertailuvuosi tai — vuodet sijaitsevat. Jos tämä seikka kuitenkin selvitetään ja lukijalle jätetään vapaat kädet omien käsitystensä muodostamiseen, voidaan tällaistakin menettelyä puolustaa.

Suoritettavassa tutkimuksessa onkin päädytty yhden hakkuuvuoden hintojen käyttöön vertailuperusteena lähinnä siitä syystä, että 1920- ja 1930-luvun hakkuukausittaisista kantohinnoista ja niiden suhdanneliikkeistä on mahdollisuus muodostaa käsitys eräiden aikaisempien tutkimusten perusteella (S a a r i 1940 ja H e i k i n h e i m o 1954).

Aiemmin tuli jo todetuksi, että puustokuutiometrin hinnat kuvastavat lähinnä järeän raakapuun hintavaihteluita. Asian havainnollistamiseksi on taulukko-osan taulukossa 41 esitetty koko maan arvona havusahapuun ja puustokuutiometrin hintaindeksit vuosilta 1949—55. Vertailun vuoksi on taulukkoon otettu vielä kuusipaperipuun ja mäntypinotavaran hintaindeksit samoilta vuosilta. Hakkuukauden 1934—35 hinnat ovat indekseissä = 100.

Jos ei oteta lukuun huippusuhdannekautta 1951—52, seuraavat havusahapuun hinnat varsin kiinteästi puustokuutiometrin hintoja. Kun asetelmassa 4 esitetty sahaamattomien puutavaroiden viennin hintaindeksi rinnastetaan taulukon 41 arvoihin, nähdään, että se pysyttelee kuusipaperipuun ja mäntypinotavaran indeksiarvojen välissä. Taulukossa 41 huomio kiintyy erityisesti mäntypinotavaran harvinaisen korkeaan indeksiin hakkuuvuonna 1951—52. Mainitun puutavaralajin indeksit ovat kautta linjankin varsin korkeita. Osittainen selitys tällaiseen edulliseen hintakehitykseen on löydettävissä mäntypaperipuun voimakkaasti kasvaneesta kysynnästä. Asetelma 5 valaisee tapahtunutta kehitystä. Siinä on esitetty maamme sulfaattitehtaiden käyttämä pyöreä raaka-aine v. 1932—53. (P ö n t y n e n 1936 s. 188). Myöhempiä vuosia koskevat vielä julkaisemattomat tiedot on P ö n t y n e n ystävällisesti antanut allekirjoittaneen käytettäväksi.

Nähdään, että sulfaattiselluloosateollisuuden pyöreän raakapuun käytön määrä oli tullut vuodesta 1934 vuoteen 1953 siirryttäessä yli kolminkertaiseksi, määrän ollessa huippusuhdannevuonna 1951 jopa yli nelinkertainen. Kuitenkin on huomattava, että vuoden 1934 käyttömäärä oli melko alhainen. Vuoden 1933 määrät pysyttelivät myös alhaisenlaisina. Näiden vuosien käyttömääriä tarkasteltaessa on olemassa varsin suuri houkutus johtopäätökseen, että mäntypaperipuun kantohintataso hakkuuvuonna 1934—35 on ollut suhteellisesti alhaisempi kuin muiden ainespuu-

Asetelma 6. Maamme sulfaattiselluloosatehtaiden käyttämä pyöreä raaka-aine Pöntysen mukaan v. 1932—53.

Analysis 6. The round raw material utilised by Finland's sulphate cellulose mills, 1932—1953, according to Pöntynen.

Vuosi *Year*	Mäntyä milj.p-m³ *Pine million piled cu.m.*	Vuosi *Year*	Mäntyä milj.p-m³ *Pine million piled cu.m.*	Vuosi *Year*	Mäntyä milj.p-m³ *Pine million piled cu.m.*
1932	0.90	1940	1.36	1948	2.64
1933	0.79	1941	1.39	1949	1.86
1934	0.71	1942	1.24	1950	2.49
1935	0.99	1943	1.35	1951	2.94
1936	1.57	1944	1.01	1952	2.31
1937	1.81	1945	1.19	1953	2.27
1938	2.64	1946	2.01		
1939	1.56	1947	2.63		

tavaralajien. Niinpä tutkimuksessa esitettyihin mäntypinotavaran indekseihin, joissa perustana on hakkuuvuoden 1934—35 hinnat lienee syytä suhtautua varauksin. Kuitenkaan sitä seikkaa, että mäntypinotavaran hintakehitys on ollut suotuisampi kuin muiden tutkimuksen piiriin kuuluvien puutavaralajien, ei voida kieltää. Hakkuukauden 1938—39 mäntypinotavarana hintojen ei nimittäin voida katsoa jääneen jälkeen muista, ja kun tämän kauden hintoja käytetään perustana ylittävät mäntypinotavaran indeksit muiden puutavaralajien vastaavat (vrt. taulukko-osan taulukkoa 31).

Tässä yhteydessä lienee paikallaan korostaa, että tutkimuslaitoksessa lasketut mäntypinotavaran hinnat edustavat pääosiltaan sulfaattipuusta maksettuja hintoja (Harve 1940 s. 7). Tästä syystä ei niiden perusteella voida tehdä luotettavia arviointeja kaivospuun hintakehityksestä. Tällaisen varovaisuuden noudattamista ovat omiaan painostamaan myös ne havainnot, joihin tohtori Piha on eräissä julkaisemattomissa laskelmissaan päätynyt. Niiden mukaan kaivospuun hintakehitys olisi 1950-luvun alkupuoliskolla ollut keskimäärin heikompi kuin kuusipaperipuun, jos vertailuperusteena käytetään 1930-luvun hintoja.

Mäntypaperipuun kohdalla tapahtunut hintakehitys tulee ehkä vielä ymmärrettävämmäksi, jos tarkastellaan eräitä Pöntysen selvittämiä muiden puutavaralajien käyttömääriä. Asetelmassa 6 on esitetty maamme sulfiittiselluloosatehtaiden käyttämät kotimaiset pyöreät raaka-aineet sekä sahateollisuutemme ns. oman sahauksen kotimaiset tukit v. 1932—53 (Pöntynen 1936 s. 163 ja 185).

Asetelma 7. Maamme sulfiittiselluloosateollisuuden käyttämät kotimaiset pyöreät raaka-aineet sekä sahateollisuuden ns. oman sahauksen kotimaiset tukit v. 1932—53 Pöntysen mukaan.

Analysis 7. Round raw materials utilised by Finland's sulphite cellulose mills and logs used by the sawmill industry for its »own sawing» in 1932—1953, according to Pöntynen.

Vuosi *Year*	Sulfiittiselluloosateollisuus kuusta milj.p-m³ *Sulphite cellulose industry Spruce million piled cu.m.*	Sahateollisuus Yhteensä sahatukkeja milj.tekn.j³ *Sawmillindustry Total Saw logs million technical cu.ft.*
1932	4.15	186.7
1933	4.43	235.6
1934	4.87	304.3
1935	5.48	262.2
1936	6.14	275.5
1937	6.86	309.3
1938	6.00	228.6
1939	4.14	176.9
1940	1.94	83.5
1941	2.37	96.9
1942	2.04	101.5
1943	1.86	119.2
1944	1.78	98.0
1945	2.06	130.5
1946	3.13	150.4
1947	3.89	181.9
1948	4.37	201.3
1949	3.77	210.9
1950	5.11	231.5
1951	5.69	265.5
1952	4.98	189.4
1953	4.49	209.7

Asetelmasta nähdään, että niin kuusipaperipuun kuin sahatukkien käyttöön tullut määrä on pienentynyt siirryttäessä vuodesta 1934 vuoteen 1953. Huippusuhdannevuonna 1951 jäi sahapuun käyttömäärä pienemmäksi kuin se oli vuonna 1934, ja teollisuuden kuusipaperipuun käyttömäärä suureni vain 17 %. Kun muistetaan, että teollisuuden mäntypaperipuun käyttömäärä tuli vastaavina ajankohtina yli kolmen ja nelinkertaiseksi, on tämän puutavaralajin hinnoissa tapahtunut kehitys varsin ymmärrettävää. Se olisi saattanut olla vieläkin suotuisampi ellei maasta ulosviedyn kaivospuun määrissä olisi tapahtunut saman aikaisesti voimakkaanlaista laskua. Pyöreänä ulosviedyn kuusipaperipuun määrä oli taasen v. 1953 suurin piirtein sama kuin v. 1934, mutta huippusuhdannevuonna 1951 yli kaksinkertainen.

46. Eräitä yhdistelmiä vuosien 1949—55 kantohinnoista metsänhoitolautakuntien toimintapiireittäin

Tutkimuksen tulosten esittelyn yhteydessä viitattiin jo siihen, että eräänä aluejakona on käytetty myös metsänhoitolautakuntien toimintapiirejä. Tämän aluejaon puitteissa on tutkimuksessa esitetty havusahapuun, kuusipaperipuun, mäntypinotavaran sekä koivu- ja sekahalon keskimääräiset kantohinnat vuosijaksolta 1949—55. Keskiarvot on laskettu kunnittaisten kantohintojen painotettuina keskiarvoina ja painolukuina on käytetty kunkin puutavaralajin kunnittaista myyntimäärää aina kyseessäolevana hakkuukautena. Keskiarvojen laskentamenettely on ollut siis aivan sama kuin vesistöalueittaisiakin hintoja määrättäessä v. 1949—55. Taulukko-osan taulukoista 36—40 käyvät metsänhoitolautakunnittaiset tulokset selville. Jos ne rinnastetaan eräisiin aikaisemmin julkaistuihin (Selin 1954 a) painottamattomiin keskiarvoihin nähdään, että erot eivät ole mainittavia. Sama voidaan todeta Tapion vuosikirjassa 1953 ja 1954 julkaistujen metsänhoitolautakunnittaisten tietojen suhteen. Poikkeuksen muodostavat kuitenkin halot. Niiden suhteen huomautettiin jo aiemmin, että ne ainakin hakkuukauden 1954—55 osalta olisivat alhaisempia kuin todellinen kantohintataso. Tapion vuosikirjassa esitetyt arvot vahvistavat tätä käsitystä (ks. Tapion vuosikirja 1954 s. 51).

Varsin arvokkaan vertailukohteen tässä tutkimuksessa esitetyille metsänhoitolautakunnittaisille keskiarvoille tarjoaa Metsätilastokomitean työskentelyn yhteydessä suoritetun esitutkimuksen tulokset (ks. Komiteanmietintö N:o 2 — 1956 ja Holopainen 1956).

Seuraavat numeroyhdistelmät valaisevat miten tämän esitutkimuksen tulokset Keski-Suomen metsänhoitolautakunnan osalta suhtautuvat nyt esillä olevan selvittelyn tuloksiin.

Kantohinnat hakkuukautena 1953—54

	havusahapuu mk/j³	kuusipaperipuu mk/pm³	mäntypinotavara mk/pm³	koivuhalko mk/pm³
Holopainen				
painotettu	87	893	543	318
painottamaton	84	827	528	271
Selin				
painotettu	79	856	523	342

Ainespuun osalta voidaan todeta, että Metsäntutkimuslaitoksen aineistoon perustuvat keskiarvot jäävät jonkin verran alhaisemmiksi Holopaisen laskemia arvoja. Koivuhalon kohdalla todettavissa oleva päinvastainen ero johtunee lähinnä siitä, että pystykaupoissa, joita Holo-

paisen aineisto edustaa, kantohintataso jäi tuolloin hankintojen vastaavaa tasoa jonkin verran alhaisemmaksi. Halkojen kohdalla on nimittäin huomattava, että pienillä hankintaerillä, etenkin jos ne vielä ovat kuivaa tavaraa, esiintyy kysyntää vielä silloinkin, kun pystykaupat ovat jo pysähdyksissä. Kysyntä taas puolestaan on omiaan nostamaan hintoja. Hankintakauppojen merkityksestä tutkimuslaitoksen aineistossa ks. sivuja 32—33.

47. Eräiden käytettävissä olevien kantohintasarjojen vertailukelpoisuus

Maamme metsätaloutta koskeville tilastoille ei ole yksinomaan ollut leimaa antavaa kantohintoja koskevien tietojen puute, vaan myöskin se, että ne vähäiset tiedot, mitä tästä asiasta on ollut käytettävissä, ovat olleet keräys- ja käsittelyperusteiltaan sangen kirjavia. Siten niiden vertailukelpoisuuskin on ollut varsin kyseenalainen. Koska niitä on silloin tällöin pyritty rinnastelemaan, lienee paikallaan tarkastella, mitä näkökohtia tässä on otettava huomioon. Luonnollisimmin tämä tapahtuu puutavaralajeittain.

Runsaimmin on löydettävissä erilaisilla perusteilla laskettuja kantohintasarjoja sahapuun osalta. Jos tämän puutavaralajin kohdalla tarkastelu rajoitetaan koskemaan vain pitempiä ajanjaksoja ja lähinnä koko valtakunnan käsittäviä sarjoja, niin tällaisia voidaan katsoa olevan nykyisin käytettävissä ainakin neljä kappaletta. Ne ovat seuraavat.

1. Metsäneuvos Pelttarin keräämä ja käsittelemä aikasarja vuosilta 1934/35—1946/47 (Pelttari 1947).

2. Metsäntutkimuslaitoksen lääneittäin laskettu ja painottamaton aikasarja vuosilta 1934/35—1954/55. Sarjassa esiintyy aukkoja 1940-luvun osalta (Komiteanmietintö N:o 2—1957).

3. Suomen Sahanomistajayhdistyksen toimesta kerätty sarja vuosilta 1933/34—1954/55 (Komiteanmietintö N:o 2—1957).

4. Valtion metsistä pystyyn myytyjen havusahapuiden hintojen perusteella laskettu sarja vuosilta 1913—55 (Heikinheimo 1954).

Nämä sarjat ovat rinnakkain asetelmassa 8.

Esitetyistä aikasarjoista perustuvat Pelttarin ja Metsäntutkimuslaitoksen sarjat yksityismetsissä tapahtuneeseen kauppatoimintaan. Siten ne peittävyydeltään ovat melko lähellä toisiaan.

Suomen Sahanomistajayhdistyksestä saadun tiedon mukaan ovat siihen kuuluvien suurehkojen sahojen raakapuun ostot käsittäneet vuodesta 1946 lähtien n. 75 % maamme koko sahapuun kaupasta. Tämä sadannes on vaihdellut jossain määrin eri vuosina useistakin syistä, joista vähäisin ei ole ollut se, että joiltakin yhdistyksen jäsensahoilta on jäänyt toisinaan

Asetelma 8. Havusahapuun kantohinnat koko maan keskimäärinä vuosina 1933—55 eräiden rinnakkaisaineistojen mukaan

Analysis 8. Softwood saw timber stumpage price, average for the country as a whole, in the years 1933—1955, according to certain comparable materials.

Vuosi *Year*	Hakkuukausi *Logging season*	Pelttarin mukaan *According to Pelttari*	Metsäntutkimuslaitoksen mukaan *According to the Forest Research Institute*	Suomen Sahanomistajayhdistyksen mukaan *According to the Finnish Sawmill Owners' Association*	Valtion metsien pystymyynnit *Sale on the stump from State-owned forests*
		mk/j³ — *marks cu.ft.*			
1933 ...	1933—34	—	—	2: 90	2: 38
1934 ...	34—35	3: 40	3: 01 (3: 01)	3: —	2: 80
1935 ...	35—36	3: 40	3: 11 (3: 30)	3: 30	2: 39
1936 ...	36—37	5: 10	4: 70 (4: 98)	4: 60	4: 26
1937 ...	37—38	6: 65	6: 08 (6: 44)	6: 50	6: 46
1938 ...	38—39	5: 35	5: 01 (5: 31)	5: —	3: 63
1939 ...	39—40	6: 50	6: 07 (6: 43)	5: 30	4: 35
1940 ...	40—41	7: 30	—	6: 55	6: 47
1941 ...	41—42	7: 30	7: 19	7: 70	5: 96
1942 ...	42—43	7: 50	8: 20	9: —	6: 07
1943 ...	43—44	8: 20	—	9: 43	6: 80
1944 ...	44—45	8: 30	—	10: 43	7: 74
1945 ...	45—46	11: —	—	12: 70	7: 98
1946 ...	46—47	12: 65	—	14: —	10: 20
1947 ...	47—48	—	20: 50 [1])	24: 50	12: 40
1948 ...	48—49	—	21: 50 [1])	25: 30	16: 80
1949 ...	49—50	—	33: —	27: —	17: 30
1950 ...	50—51	—	65: —	57: 80	38: 30
1951 ...	51—52	—	117: —	109: 20	100: —
1952 ...	52—53	—	80: —	78: 10	59: 70
1953 ...	53—54	—	81: —	73: 10	44: 40
1954 ...	54—55	—	89: —	82: 10	52: 70

ilmoitukset ostotoiminnasta saapumatta. Tähän tilastoon ovat sisältyneet myöskin ostot valtion metsistä. Näiden osuus yhdistyksen sahojen kokonaisostoista on vaihdellut eri vuosina 10—20 %. Tilasto on käsittänyt eräiden 1930-luvun vuosien osalta vain merenrantasahojen ostoja. Yksityiskohtaisia tietoja siitä, milloin näin on tapahtunut, ei ole käytettävissä. Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskema kantohintasarja poikkeaa siten peittävyydeltään merkittävästi kahdesta edellisestä.

[1]) Säännöstely- ja sopimushintoihin perustuvien arviolaskelmien avulla määrättyjä arvoja. — *Values determined from estimates based on controlled and contract prices.*

Footnote: 1 mk = 100 penniä. Hence 8: 20 = 8 mks, 20 penniä.

Valtion metsien pystymyyntien perusteella laskettu kantohintasarja edustaa jo aivan eri alueiden hintatasoa kuin kolme edellämainittua. Sen kohdalla ei oikeastaan ole enää kysymys yli koko maan ulottuvasta aineistosta, vaan lähinnä Pohjois-Suomen ja maamme itäisten syrjäosien olosuhteita kuvastavasta erikoisaineistosta.

Peittävyydessä esiintyvät eroavaisuudet eivät kuitenkaan ole ainoa seikka, joka on otettava huomioon esitettyjen sarjojen vertailukelpoisuutta arvosteltaessa. Yhtä tärkeä on kysymys siitä, millaisen painotusmenettelyn avulla on kussakin sarjassa koko maan ja eräissä tapauksissa myös pienempien alueiden hintakeskiarvot laskettu. Tämä kysymys on erityisen merkityksellinen juuri nyt esillä olevassa tapauksessa sen johdosta, että kaksi edellä esitetyistä sarjoista on käytännöllisesti katsoen laskettu ilman painotusta. Tämän johdosta ne edustavat myös sellaista kantohintatasoa, johon raakapuun hankinta-alueissa tapahtuneet muutokset eivät ole päässeet paljoakaan vaikuttamaan. Kahden jälkimmäisen sarjan hinnat ovat sensijaan hakkuukausittaisilla puumäärillä painotettuja ja niissä heijastuvat siten ostoalueiden laajenemisen ja supistumisen aiheuttamat vaihtelut. Lisäksi nämä sarjat on katsottava täydellisen laskennan tuloksiksi, kahden edellämainitun hintasarjan edustaessa näytteen perusteella määrättyjä arvoja.

Asetelmassa 9 on yritetty sadanneslukujen avulla saada esiin käsittelyn alaisina olevien sarjojen eroavaisuudet. Tämä on tapahtunut siten, että Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskemaa kantohintasarjaa on pidetty basiksena, johon muiden sarjojen arvot on rinnastettu. Sadanneksista nähdään, että alhaisimmaksi kantohinta on jäänyt valtion metsissä. Tämä vastaa niitä käsityksiä, mitä asiasta on aiemmin esitetty. Korkeimmat kantohinnat esiintyvät sensijaan P e l t t a r i n ja Metsäntutkimuslaitoksen sarjoissa. Myös tämä on varsin luonnollista sen johdosta, että ne edustavat vain yksityismetsiä. Eräänä voimakkaana syynä siihen, että Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskeman sarjan arvot ovat alhaisempia kuin näiden kahden edellisen, on se, että niihin sisältyvät ostot myös valtion metsistä. Tähän eroon ja sen suuntaan ei kuitenkaan pidä liiaksi kiinnittää huomiota, sillä se on loppujen lopuksi vain näennäinen. Se nimittäin aiheutuu suurelta osaltaan laskentaperusteiden erilaisuudesta. Asiaan palataan vielä tuonnempana. Tärkein seikka, mihin näissä neljässä tai paremminkin vain kolmessa sadanneslukusarjassa on kiinnitettävä huomio, lienee se, miten sarjat suhtautuvat toisiinsa koko tutkimuskauden pituisena ajanjaksona.

Sadanneksista nähdään ensi silmäyksellä, että sarjojen välisissä suhteissa on tapahtunut muutoksia siirryttäessä 1930-luvulta 1950-lukuun. Merkittävin näistä on se, että valtion metsien pystymyynneissä maksettu kantohintataso on 1940- ja 1950-luvun alkupuoliskolla jäänyt merkittävästi

Asetelma 9. Eräiden havusahapuuta koskevien rinnakkaisaineistojen vertailu sadanneslukuina vuosilta 1934—55. Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskemat kantohinnat = 100. Lähde: asetelma 8.

Analysis 9. Certain comparable materials on softwood saw timber, percentual values for the year 1934—1955. Stumpage price calculated by the Finnish Sawmill Owners' Association = 100. Source: Analysis 8.

Vuosi *Year*	Hakkuukausi *Logging season*	Pelttari *According to Pelttari*	Metsän tutkimuslaitos *According to the Forest Research Institute*	Suomen Sahanomistajayhdistys *According to the Finnish Sawmill Owners' Association*	Valtion metsien pystymyynnit *Sale on the stump from State-owned forests*
1934	1934—35	113	100 (100)	100	93
1935	1935—36	103	94 (100)	100	72
1936	1936—37	111	102 (108)	100	93
1937	1937—38	102	94 (99)	100	99
1938	1938—39	107	100 (106)	100	73
1939	1939—40	123	115 (121)	100	82
Keskimäärin					
1934—40		110	101 (106)	100	86
Keskimäärin		+10 %	+1 % (+6 %)	±	—14 %
1940—49		—	—	100	67
				±	—33 %
1949	1949—50	—	122	100	64
1950	1950—51	—	112	100	66
1951	1951—52	—	107	100	92
1952	1952—53	—	102	100	76
1953	1953—54	—	111	100	61
1954	1954—55	—	108	100	64
Keskimäärin					
1949—50		—	109	100	73
			+9 %	±	—27 %

jälkeen siitä, mitä se oli 1930-luvulla, kun vertailukohteena pidetään lähinnä yksityismetsien tasoa. Onhan eroa kokonaista 33 % ja 27 % kolmekymmentäluvun 14 %:n sijasta. Ero varsinaisten yksityismetsien hintatasosta on kylläkin ollut kaikkina aikoina näiden sadanneslukujen osoittamia arvoja suurempi, sillä on muistettava, että Suomen Sahanomistajayhdistyksen tilasto sisältää myös nämä nyt vertailun alaisena olevat valtion metsien pystymyynnitkin. Näiden numeroiden valossa tuntuisikin H e i k i n h e i m o n varovainen olettamus siitä, että valtion metsien pystymyynteihin perustuva aikasarja kuvaisi tyydyttävällä tavalla koko maan sahapuun kantohintojen trendiä, varovaisuudestaankin huoli-

matta jonkin verran rohkealta (vrt. Heikinheimo 1954 s. 7). Olisi odottanut hänen kiinnittävän huomionsa siihen seikkaan, että asutustoiminta on kuluneina vuosina siirtänyt valtiolta yksityisomistukseen merkittävässä määrin juuri sellaisia metsiä, joilla kantohinta vielä on suhteellisen korkea. Edellä todettua ilmiötä voidaan tuskin muulla tavoin perustella. Tietenkin myös valtion metsien pysty- ja hankintamyyntien vaihteluilla on ollut oma merkityksensä, mutta sen vaikutus voi tuskin kohota sellaiseen suuruusluokkaan, mistä nyt on kysymys.

Verrattaessa keskenään Metsäntutkimuslaitoksen ja Suomen Sahanomistajayhdistyksen aikasarjoja jää vaikutelmaksi, että 1950-luvun alkupuoliskon osalta olisi joko tutkimuslaitoksen laskelma taso hieman noussut tai Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskenut. Saattaa olla hyvinkin mahdollista, että tutkimuslaitoksen laskelmissaan soveltama varovaisuus oli 1930-luvun osalta voimakkaampaa kuin nykyisin, mutta mitään varmuutta siitä ei ole. Tällaista olettamusta vastaan sotii jossain määrin hakkuukausien 1935—36 ja 1937—38 kohdalla esiintyvät sadannekset. Nähdään, että noina kausina Metsäntutkimuslaitoksen sadannesluvut ovat seitsemän sadannesta kuusivuotiskauden 1934—40 keskimäärän alapuolella. Vaikutelmaksi tästä tahtoo väkisinkin jäädä, että ainakin näinä hakkuukausina on varovaisuusperiaatetta sovellettu poikkeuksellisen voimakkaasti. Jos kuitenkin tarkastellaan Pelttarin sarjaa, niin nähdään, että vastaavina kausina hänen sarjansa sadannesluvut ovat seitsemän ja kahdeksan sadannesta kuusivuotiskauden 1934—40 keskimäärän alapuolella. Kysymyksessä on siis aivan vastaavansuuruiset painautumat kahdessa täysin erilliseen aineistoon perustuvassa aikasarjassa. Tämän johdosta ei voida pitää varsin todennäköisenä sitä, että Metsäntutkimuslaitoksessa olisi noina kausina sovellettu mitään poikkeuksellista varovaisuusmenettelyä. Pikemmin voitaisiin ryhtyä erittelemään sitä, miksi Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskemassa sarjassa esiintyy näinkin korkeita arvoja. Jos jätetään mahdollisuuksien ulkopuolelle puhtaat laskuvirheet, niin erääksi merkittäväksi perusteluksi ilmiön esiintymiselle jää myytyjen puumäärien punnitukseen liittyvät seikat.

Voidaan nimittäin ajatella, että hakkuukausina 1935—36 ja 1937—38 myytiin korkeisiin hintoihin suhteellisesti enemmän puuta kuin tavallisesti. Näin jäivät nämä korkeat hinnat määrääviksi Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskemassa kantohintatasossa, jossa painotus oli sidottu puumääriin. Pelttarin ja tutkimuslaitoksen laskelmiin pääsi painotuksen puuttuessa vaikuttamaan sekä tavallisiin että alhaisiin hintoihin solmitut kaupat niiden todellista merkitystä voimakkaammin. Näin lienee tapahtunut ainakin hakkuukauden 1937—38 osalta, johon 1930-luvun suhdannehuippu osui. Sensijaan hakkuukauden 1935—36 kohdalta olisi syytä ainakin jossain määrin epäillä Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskeman

arvon vertailukelpoisuutta toisiin tämän saman sarjan arvoihin. Tämä lähinnä siitä syystä, että tutkimuslaitoksessa sovelletun laskentamenettelyn voidaan katsoa jo 1930-luvulla antaneen sangen vertailukelpoisia tuloksia sellaisina hakkuukausina, jolloin kauppatoiminta pysyi tasaisena.

Ryhdyttäessä etsimään syitä siihen, miksi tutkimuslaitoksen ja Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskemien sarjojen välinen ero suurenee siirryttäessä 1930-luvulta 1950-luvun alkupuoliskolle, on ensimmäiseksi kiinnitettävä huomio jo edellä todettuun valtion pystymyyntien alentuneeseen kantohintatasoon. Vaikka ostot valtion metsistä eivät käsitäkään kuin 10—20 % Sahanomistajayhdistykseen kuuluvien sahojen raakapuun kokonaishankinnasta, on tällä seikalla kuitenkin mainitsemisen arvoinen merkitys.

Huomattavasti suurempi merkitys on kuitenkin eräällä tutkimuslaitoksen laskentaperusteissa suoritetulla muutoksella. Tutkimuksen alkuosassa tehtiin jo selkoa siitä, miten 1930-luvulla sekä vielä 1940-luvun alkupuolellakin sahapuurunkojen hinnat muunnettiin tietyllä asteikolla vastaamaan keskimäärin kahdeksan runkokuutiojalan puista saatua hintaa. Poikkeuksen muodosti ainoastaan hakkuukausi 1934—35. Hakkuukaudesta 1949—50 lähtien tällainen muuntaminen suoritettiin vastaamaan keskimäärin kymmenen runkokuutiojalan puista saatua hintaa. Lisäksi muuntoasteikko oli tällöin erilainen kuin 1930-luvulla (ks. s. 23). Tästä ja eräistä muistakin syistä johtuen on ollut jossain määrin vaikea saattaa sahapuun hinnat tarkalleen vastaamaan toisiaan. Menettelyyn sisältyvistä virheriskeistä huolimatta on tutkimuksessa kuitenkin näin menetelty (ks. s. 30). Oikaisusadanneksena, jolla 1930-luvun hintoja korotettiin, käytettiin kuutta.

Jos nyt asetelmassa 8 esitetyt Metsäntutkimuslaitoksen kantohinnat oikaistaan tällä osittain arvionvaraisella sadanneksella vuosijakson 1935—40 osalta, saadaan asetelma 9:ssä vuosilta 1934—40 esiintyvän keskimääräisen sadannesluvun arvoksi 106. Vuosijakson 1949—55 osalta vastaava sadannes on 109. Kun nyt palautetaan mieliin valtion metsien pystymyyntien kohdalla tapahtunut kehitys, mikä on omiaan vielä pienentämään edellä esitetyn sadannesparin välistä eroa, niin voitaneen tutkimuslaitoksen painottamattoman kantohintasarjan katsoa osoittavan 1930-luvun ja 1950-luvun alkupuoliskon osalta hyvin suuressa määrin samantapaista sahapuun hintakehitystä kuin Suomen Sahanomistajayhdistyksessä laskettu aikasarjakin.

Metsäntutkimuslaitoksen toimesta aikaisemmin julkisuuteen saatetut sahapuun kantohinnat on yleensä otettu verotusperusteiden laskelmista sellaisenaan (Harve 1940, Selin 1954 a, b). Näin on ollut pakko menetellä lähinnä seuraavista syistä. Saattamalla oikaistuja ja oikaisemattomia hintasarjoja julkisuuteen olisi jouduttu jatkuvien lisäkyselyjen

kohteeksi. Muuntamisia tässä suhteessa on pyritty tahallisesti välttämään myös siksi, että ei tiedetä, mikä on ollut sahapuurunkojen todellinen keskikuutio 1930- ja 1950-luvuilla. Nyt käytetyn oikaisusadanneksen kohdalla on lähdetty olettamuksesta, että todellinen keskikuutio molempina ajankohtina on ollut lähempänä kymmentä kuin kahdeksaa. Jos lähdetään toisesta olettamuksesta, oikaisusadannes muuttuu. Sahapuun kantohintasarjojen alkuperäisinä säilyttämistä ovat siten suuressa määrin puoltaneet samantapaiset näkökohdat, mitkä esiintyivät aineiston peittävyydessä tapahtuneiden muutosten yhteydessä (vrt. s. 87).

Asetelma 8 osalta lienee paikallaan kiinnittää huomio vielä 1940-luvun kantohintoihin. Kuten aiemmin on jo mainittu perustuivat tutkimuslaitoksen laskelmat tämän vuosijakson osalta pääasiassa säännöstely- ja sopimushintoihin (ks. s. 25—26). Käytettävissä olevien aineistojen rajoittuneisuuden vuoksi ei ollut mahdollista saada selvyyttä siitä, miten yleisesti sovittuja tai valtiovallan toimesta määrättyjä hintoja ylitettiin. Vertaamalla nyt P e l t t a r i n ja Metsäntutkimuslaitoksen kantohintasarjoja tältä ajalta Sahanomistajayhdistyksen laskemiin arvoihin, voitaneen vain todeta, että ylitykset ovat olleet laajamittaisempia ja voimakkaampia kuin tähän saakka on yleensä kuviteltu. Siten tässä tutkimuksessa laskettu kantohintaindeksi antaa liian pessimistisen kuvan 1940-luvun raakapuumarkkinoiden hintakehityksestä. Sama on todettava puustokuutiometrin hintoihin perustuvan reaalisen kokonaiskantohintatason osalta. Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskema sahapuun kantohintasarja lieneekin ainoa nykyisin käytettävissä oleva lähde, josta saa luotettavan kuvan 1940-luvun kantohinnoista.

Aiemmin jo viitattiin siihen, että Metsäntutkimuslaitoksen ja Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskemien sahapuun kantohintojen välinen ero ja sen suunta etenkin 1950-luvun alkupuoliskon osalta olisivat vain näennäisiä. Lisäksi todettiin sen aiheutuvan laskentaperusteiden erilaisuudesta. Tämän kirjoittajan tiedossa ei ole, miten kantohinta on määritetty Sahanomistajayhdistyksen tilastoissa ja tästä seuraakin, että vertailuja on jossain määrin vaikea suorittaa. Jos kuitenkaan ei kiinnitetä huomiota tähän seikkaan, vaan tyydytään tarkastelussa niihin käsittelyperusteiden eroihin, jotka ovat selvästi todettavissa, niin ensimmäisenä ja voimakkaimpana nousee esiin kysymys, kuten jo edellä huomautettiin, painotuksen erilaisuudesta.

Lienee tullut jo parikin kertaa sanotuksi, että asetelmassa 8 esitetyn tutkimuslaitoksen aikasarjan koko valtakunnan keskimäärät on laskettu siten, että kuhunkin lääniin kuuluvien kuntien keskimääräisistä kantohinnoista on laskettu painottamaton keskiarvohinta koko läänille. Koko valtakunnan keskimääräishinta on taasen laskettu läänien hintojen painottamattomana keskiarvona.

Näin lasketulle koko valtakunnan keskiarvolle on ominaista, että siinä saavat maamme pienialaisimpien läänien, nimittäin Uudenmaan, Turun ja Porin, Hämeen, Kymen ja Mikkelin läänien kantohinnat ratkaisevimman painon. Kun lisäksi tiedetään, että juuri näillä alueilla on kantohintataso korkeimpia maassamme, seuraa tästä, että koko maan keskiarvo tulee voimakkaanlaisesti näiden alueiden hintatason värittämäksi.

Jos sensijaan lasketaan koko valtakunnan keskimääräishinta kunkin hakkuukauden myyntimäärillä painotettuna keskiarvona, seuraa tästä, että keskiarvoon pääsevät voimakkaimmin vaikuttamaan maamme itäisten ja pohjoisten alueiden kantohinnat. Tämä tapahtuu siitä syystä, että raakapuukaupan määrällinen painopiste asettuu näille alueille. Kun lisäksi tiedetään, että näillä alueilla hintataso pysyttelee verrattain matalana, täytyy tällä tavoin lasketun koko maan keskiarvon jäädä alhaisemmaksi kuin edellisessä tapauksessa. Suomen Sahanomistajayhdistyksen laskemat koko valtakunnan keskiarvot on katsottava lähinnä näin menetellen määrätyiksi.

Asetelma 10. Metsäntutkimuslaitoksen aineistoon perustuvat havusahapuun kantohinnat työvoimapiireittäin vuosijaksona 1949—55. Työvoimapiirien keskihinnat laskettu kunnittaisilla myyntimäärillä painotettuina. Koko maan keskihinta laskettu edellisten keskiarvona käyttäen painolukuina ns. kaupallisten hakkuiden määriä.

Analysis 10. Softwood saw timber stumpage price, labour districts, based on the Forest Research Institute's material of 1949—1955. The average prices for the labour districts are weighted by communal sales quantities. The average price for the country as a whole is a mean of the above, weighted by the quantities of so-called commercial loggings.

Työvoimapiiri *Labour district*	Hakkuukausi — *Logging season* 1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55	Painoluku — *Weight* 1 000 j³	% — *cu.ft.*
				mk/j³				
Rovaniemen	21	41	84	50	53	50	24 638	14.3
Oulun	27	54	94	67	63	64	12 101	7.0
Kajaanin ..	19	36	97	43	47	52	11 819	6.9
Joensuun ..	20	50	103	78	74	81	33 195	19.3
Kuopion ..	22	48	102	76	74	82	20 928	12.2
Jyväskylän.	28	57	125	82	79	91	18 137	10.5
Vaasan	39	79	129	91	95	98	3 140	1.8
Tampereen	44	87	149	97	97	107	15 325	8.9
Kouvolan ..	30	60	118	81	80	96	22 598	13.1
Turun	50	96	142	96	100	109	4 040	2.4
Helsingin ..	40	79	132	86	95	105	6 160	3.6
Koko maan punnittu keskiarvo *Weighted average for the whole country* ..	26: 88	55: 79	109: 93	74: 03	73: 48	80: 67	172 081	100.0

Olisikin varsin mielenkiintoista todeta millaisiksi muuttuvat tutkimuslaitoksen laskemat arvot, jos painotusmenettely mukautetaan tämän toisen aineiston kaltaiseksi. Tällaiseen tarjoutuu mahdollisuus myös sen ansiosta, että tutkimuslaitoksen alueellinen laskentayksikkö kunta, on painotusjärjestelyjä varten riittävän pieni. Tässä yhteydessä on kuitenkin käytettävä erästä uutta valtakunnallista aluejakoa, nimittäin työvoimapiirejä. Näin on meneteltävä siitä syystä, että ainoat tällaiseen tarkoitukseen sopivat painoluvut on laskettu työvoimapiireittäin kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriössä. Tätä tutkimusta varten saatiinkin mainitusta ministeriöstä eräitä sellaisia yhdistelmiä, joita ei esiinny Tilastollisen päätoimiston julkaisemissa »Tilastokatsauksissa», missä nämä tiedot kulkevat kaupallisten hakkuiden nimellä. Tilasto käsittää yksityismetsien hakkuiden lisäksi myös hakkuut valtion metsistä.

Jotta kunkin kunnan keskimääräishinta saisi edes jossain määrin oikean painon työvoimapiirin keskiarvossa, on näitä keskiarvoja laskettaessa käytetty painolukuina samoja kunnittaisia myyntimääriä kuin vesistöalueidenkin keskimääräishintoja laskettaessa (ks. s. 54). Näihin lukuihin ei kuitenkaan sisälly myynnit valtion metsistä. Asetelmassa 10 on esitetty työvoimapiireittäiset kantohintakeskiarvot vuosijaksolta 1949—55 sekä hakkuukausien 1951—52, 1952—53, 1953—54 hakkuumäärien keskiarvona määrätyt painoluvut, mitkä perustuvat kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön aineistoon.

Jos nyt asetetaan rinnakkain asetelma 10:ssä esitetyt koko maan keskiarvot ja Sahanomistajayhdistyksen toimesta lasketut vastaavien ajankohtien hinnat, saadaan siitä seuraavanlainen yhdistelmä:

Hakkuukausi	Metsäntutkimuslaitos mk/j³	Suomen Sahanomistajayhdistys mk/j³	Jälkimmäinen % edellisestä
1949—50	26: 88	27: —	100
1950—51	55: 79	57: 80	104
1951—52	109: 93	109: 20	99
1952—53	74: 03	78: 10	105
1953—54	73: 48	73: 10	99
1954—55	80: 67	82: 10	102
Keskimäärin 1949—55	70: 13	71: 22	102

Rinnastettujen sarjojen yhtäpitävyys voidaan katsoa melkeinpä hämmästyttäväksi. Se on kuitenkin vielä jossakin määrin näennäinen, vaikka painotus molempien sarjojen kohdalla likimain vastaakin toisiaan. Aineiston peittävyydessä nimittäin esiintyy sellaisia jo aiemmin mainittuja eroja,

että niihin ei voida olla kiinnittämättä huomiota. Kysymys on lähinnä valtion metsien myynneistä. Vaikka näiden myyntien käsittämät puumäärät sisältyvätkin molempien sarjojen painolukuihin, ei toisessa sarjassa pääse vaikuttamaan näiden myyntien keskimäärää alhaisempi kantohintataso. Jos Metsäntutkimuslaitoksen sarjassa voitaisiin saadaa huomioon otetuksi näiden alentava vaikutus, alenisivat tämän sarjan arvot jonkin verran ja siten molempien sarjojen välinen ero suurenisi.

Aiemmin myös jo mainittiin, että Suomen Sahanomistajayhdistykseen kuuluvien sahojen raakapuun ostot ovat keskimäärin käsittäneet n. 75 % sahapuun kokonaishankinnasta maassamme. Puuttuva 25 % muodostuu pääosiltaan yhdistykseen kuulumattomien piensahojen ostoista. Lisäksi on huomattava, että nämä piensahat sijaitsevat suurelta osaltaan niissä osissa maatamme, missä kilpailu on ankarin ja raakapuun hinnat sen johdosta verraten korkeita. Jos tutkimuslaitoksen aineistosta voitaisiin poistaa näiden vaikutus, niin painoluvuissa kuin hinnoissakin ja saattaa se siten tältäkin osalta vastaamaan Sahanomistajayhdistyksen tilastoa, aiheutuisi tästä myös sarjojen välisen eron suurenemista siten, että tutkimuslaitoksessa lasketun sarjan arvot alenisivat. Tutkimuslaitoksen aineistoon perustuvat työvoimapiireittäiset keskimäärät jäävät myös jonkin verran korkeammiksi kuin Sahanomistajayhdistyksen keskimäärät vastaavilta alueilta, sen johdosta, että tässä vaiheessa käytetyt painoluvut eivät käsitä valtion metsien myyntejä. Tämän vaikutus heijastuu myös koko maan keskimäärissä.

Edellä esiintulleen valossa voidaankin katsoa melko luotettavasti tulleen toteennäytetyksi, että Metsäntutkimuslaitoksessa aineistojen keräyksessä ja käsittelyssä 1950-luvun alkupuoliskolla käytetyt menetelmät ovat johtaneet sahapuun osalta todellista alhaisempaan kantohintatasoon. Valitettavasti muiden puutavaralajien kohdalla ei ole mahdollisuuksia näin yksityiskohtaisiin vertailuihin. Eräitä koko maan keskiarvoina laskettuja aikasarjoja on kylläkin olemassa kuusipaperipuun ja koivuhalon osalta, mutta niiden perustana olevien aineistojen käsittelymenetelmät ja ennen kaikkea peittävyys eroavat niin merkittävästi tutkimuslaitoksen vastaavista, että vertailujen suorittamista voidaan tuskin ajatella. Tästä huolimatta on tutkimuksessa yritetty kuitenkin saattaa edes jotain valaistusta asiaan.

Kuusipaperipuun osalta on käytettävissä koko tutkimuskauden käsittäviä yhtenäisiä sarjoja vain yksi, nimittäin Metsäntutkimuslaitoksen punnitsematon aikasarja vuosilta 1934—55, jota kaiken lisäksi on eräiden sota- ja säännöstelyvuosien osalta ollut pakko täydentää metsäneuvos P e l t t a r i n laskemilla arvoilla (ks. Komiteanmietintö N:o 2—1957). Tämän johdosta joudutaankin tarkasteluja suorittamaan lyhyempien ajanjaksojen puitteissa.

Sen johdosta, että edellisessä kappaleessa mainitussa komiteanmietinnössä on suoritettu 1930-luvun osalta asiallinen vertailu Metsäntutkimuslaitoksen ja Pelttarin aikasarjojen kesken, ei tähän liene aiheellista enempää puuttua. Molemmat sarjat edustavat yksityismetsiä ja koko maan keskiarvot on laskettu punnitsemattomina.

Sensijaan lienee paikallaan suorittaa eräitä tarkasteluja tutkimuslaitoksen ja Teollisuuden Paperipuuyhdistyksen laskemien aikasarjojen vertailukelpoisuudesta vuosijakson 1949—55 osalta. Paperipuuyhdistyksestä saadun selostuksen [1]) mukaan on Maatalouden taloudellista asemaa selvittävän komiteanmietinnön II osassa (ks. Komiteanmietintö 1956) esitetyt kuusipaperipuun hinnat laskettu tiettyjen pistehintojen punnitsemattomina keskiarvoina. Hintapisteet on valittu siten, että ne sijoittuvat tasaisesti yhdistyksen piiriin kuuluvien teollisuuslaitosten raakapuun ostoalueen ylitse. Siten pisteitä sijaitsee myös valtion metsien alueella. Sen johdosta, että teollisuus ei mielellään esiinny erityisen aktiivisena ostajana niillä alueilla, mistä ns. pyöreän puun vientiliikkeet hankkivat raakapuunsa, on pisteitä sijoitettu verraten harvaan tai ei laisinkaan Turun, Helsingin ja Vaasan sekä niiden lähiympäristön rannikkoseuduille. Alueellisesti Teollisuuden Paperipuuyhdistyksen aineisto edustaa siten olosuhteita lähinnä maamme keski- ja pohjoisosissa. Pisteverkosto on säilytetty vuodesta toiseen samana. Hinnat näissä pisteissä on saatettu vastaamaan 2-metrisestä puolipuhtaasta kuusipaperipuusta saatua hintaa, minkä lisäksi ne ovat yhden kilometrin hevosvetomatkan päässä pääuittoreittien varsilta ja rautatieasemilta saatuja hintoja. Järjestelmän jäykkyydestä johtuen sen puitteissa on ollut vaikea saada huomioon otetuksi niitä hintojen ylityksiä, mitä usein saattaa tapahtua tällaisten kiinteiden pisteiden ulkopuolella. Kuitenkin ns. Korean suhdanteen huippuvuonna, jolloin ylitykset olivat runsaimpia, ne pyrittiin saamaan huomioon otetuiksi.

Tutkimuslaitoksessa olevien aineistojen saattaminen edes alueellisesti vastaamaan Paperipuuyhdistyksen tilaston perustana olevaa pistejärjestelmää, kohtaa suuria vaikeuksia. Ainoa tie vertailukelpoisuuden järjestämiseksi olisi saada käytettäväksi mainittu pisteverkosto ja senjälkeen sijoittaa näihin pisteisiin tutkimuslaitoksessa lasketut kunnittaiset keskiarvot. Tutkimuslaitoksen taholta kuitenkin katsottiin, että kyseessäoleva pistejärjestelmä on siinä määrin liikesalaisuuden luontoinen, että sen pyytämistä ei voitu ajatella. Tämän johdosta jouduttiin vertailujen suorittamisesta luopumaan.

Seuraavassa onkin tyydytty vain esittämään vuosijakson 1949—55 osalta kuusipaperipuun koko maan keskiarvot kaupallisten hakkuiden määrillä punnittuina. Painoluvut on laskettu hakkuuvuosien 1951—52,

[1]) Metsänhoitaja L. Karttunen on ystävällisesti antanut nämä tiedot käytettäväksi.

Asetelma 11. Metsäntutkimuslaitoksen aineistoon perustuvat kuusipaperipuun kantohinnat työvoimapiireittäin vuosijaksona 1949—55. Työvoimapiirien keskihinnat laskettu kunnittaisilla myyntimäärillä painotettuina. Koko maan keskihinta laskettu edellisten keskiarvona käyttäen painolukuina kaupallisten hakkuiden määriä.

Analysis 11. Spruce pulpwood stumpage price, by labour districts, based on the Forest Research Institute's material of 1949—1955. The average prices for the labour districts are weighted by communal sales quantities. The average price for the country as a whole is a mean of the above, weighted by the quantities of commercial loggings.

Työvoimapiiri *Labour district*	Hakkuukausi — *Logging season* mk/pm³						Painoluku — *Weight*	
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55	1 000 pm³	% — *cu.ft.*
Rovaniemen ..	111	402	1 440	654	525	545	610	6.9
Oulun	350	691	1 832	912	815	905	532	6.0
Kajaanin	220	569	1 772	751	674	765	906	10.2
Joensuun	252	579	1 659	889	757	909	1 416	15.9
Kuopion	293	602	1 762	873	799	969	1 517	17.1
Jyväskylän ..	333	705	1 872	871	855	1 045	1 052	11.8
Vaasan	408	935	2 272	1 127	1 047	1 149	332	3.7
Tampereen ...	424	775	2 143	970	935	1 137	876	9.9
Kouvolan	383	713	1 948	991	912	1 171	887	10.0
Turun	466	888	2 248	1 124	1 000	1 152	282	3.2
Helsingin	438	856	2 126	980	1 036	1 169	470	5.3
Koko maan punnittu keskiarvo ..	314	662	1 852	895	822	974	8 880	100.0
Teollisuuden Paperipuuyhdistyksen keskiarvot .	311	586	1 872	832	715	995		

1952—53 ja 1953—54 keskiarvona. Työvoimapiirien keskiarvot on laskettu kunnittaisten keskihintojen myyntimäärillä punnittuina arvoina. Nämä myyntimäärät eivät käsittäneet valtion metsiä.

Edellä todettujen vertailuvaikeuksien lisäksi on vielä huomautettava, että tutkimuslaitoksen aineisto käsittää myös ns. pyöreän puun vientiliikkeiden ostot, jotka puuttuvat Paperipuuyhdistyksen aineistosta, ja joissa kantohintataso on korkeimpia maassamme (vrt. Harve 1940 s. 6 ja Selin 1954 a s. 1).

Sotiemme jälkeisenä aikana on tutkimuslaitoksen lääneittäin laskemia koivuhalon hintoja usein verrattu Valtionrautateiden Polttoainetoimiston (VAPO) laskemiin keskiarvoihin. Tällaisista vertailuista ei luonnollisestikaan voida sanoa muuta kuin hyvää, sillä osoittavathan ne pyrkimystä kriitillisyyteen. Tämä tietenkin sillä edellytyksellä, että asioita pyritään

selvittelemään ennakkoluulottomasti ja ilman tietynsuuntaista tendenssiä. Valitettavasti näin ei kuitenkaan aina ole tapahtunut. Tuoreimpana esimerkkinä voidaan pitää eräässä juuri ilmestyneessä komtieanmietinnössä suoritettuja vertailuja (ks. Komiteanmietintö 1956). Tässä mietinnössä on nimittäin lähdetty suorittamaan mainittujen aineistojen välisiä vertailuja siinä ilmeisessä a priori olettamuksessa, että molempien aineistojen perusteella laskettujen koko maan keskiarvojen pitäisi osoittaa samaa. Tätä ei kylläkään ole suoranaisesti ilmaistu, mutta sarjojen asettelu ja niiden tulkitseminen viittaavat tämänlaatuiseen ajatteluun.

Edellä sanotun johdosta lieneekin paikallaan ryhtyä ensimmäiseksi selvittelemään, onko olemassa reaalisia mahdollisuuksia ilmiölle, että tutkimuslaitoksen lääneittäin laskettu ja punnitsematon sekä toisaalta VAPO:n puumäärillä punnittu aikasarja osoittaisivat samanlaisia koko maan keskiarvoja. Tätä varten tarkasteltakoon aluksi kummankin aikasarjan perustana olevan aineiston laajuutta ja peittävyyttä.

Jos verrataan VAPO:n kokonaishankinnan vuotuiskeskimäärää vuosijaksolta 1948—54 vaikkapa kaupallisten hakkuiden vastaavan ajanjakson keskimäärään, niin nähdään, että se on ollut vain 44 % siitä (ks. VAPO 1945—54 ja Tilastokatsauksia 1954 ja 1955). Tässä yhteydessä ei ole mahdollisuuksia ryhtyä erittelemään millaisia halkomääriä jää kaupallisia hakkuita koskevan tilaston ulkopuolelle tai mitä siihen kuuluu sellaista, joka on tämän tutkimuksen ulkopuolella. Suuresti ei kuitenkaan erehdyttäne, jos katsotaan, että VAPO:n aineisto on määrällisesti alle puolen siitä, mistä tämän tutkimuksen kohdalla on kysymys. Todetulla seikalla on kuitenkin huomattavaa merkitystä nyt kyseessä olevassa asiassa vain siinä tapauksessa, että aineistojen painopisteet sijaitsevat eri osissa maata.

Tämä kysymys voitaneekin ottaa seuraavassa tarkasteltavaksi. VAPO:n aineistojen osalta riittänee viittaus jo edellisessä kappaleessa mainittuun julkaisuun, missä todetaan, että VAPO:n hankintojen painopiste vuosijaksona 1945—47 sijaitsi hyvin selvästi Itä-Suomessa ja vuosijaksona 1948—54 Itä-Suomi säilytti vielä entistä selvemmin valta-asemansa hankinnan voimakkuuteen nähden (ks. VAPO 1945—54 s. 20). Edellä esitetyn perusteella voitaneen katsoa, että VAPO:n koivuhalkoja koskevat puumäärillä punnitut koko maan hankintakeskiarvot edustavat suuressa määrin maamme itäisten osien kantohintatasoa.

Lieneekin nyt mielenkiintoista selvittää, mihin painopiste asettuu tutkimuslaitoksen punnitsemattomissa koko maan keskiarvoissa, jotka perustuvat läänijakoon. Tämän tutkimuksen sivulla 72 jo todettiin, että tällä tavalla määrätyssä keskiarvossa saavat ratkaisevimman painon maamme eteläosissa sijaitsevat pienialaiset läänit. Siten painopiste tutkimuslaitoksen aineistoon perustuvissa koko maan keskiarvoissa sijaitsee olennaisesti toisella alueella kuin VAPO:lla. Jos nyt kiinnitämme huomion siihen, millai-

Asetelma 12. Metsäntutkimuslaitoksen aineistoon perustuvat koivuhalon kantohinnat metsänhoitolautakunnittain vuosijaksona 1949—56. Metsänhoitolautakuntien keskihinnat laskettu kunnittaisilla myyntimäärillä painotettuina. Lähde: taulukko 39. Koko maan keskihinnat laskettu edellisten keskiarvona käyttäen painolukuina VAPO:n ostojen jakaantumista osoittavia sadanneslukuja.

Analysis 12. Birch firewood stumpage price, by district forestry boards, based on the Forest Research Institute's material of 1949—56. The average prices for the district forestry boards are weighted by communal sales quantities. Source: Table 39. The average prices for the country as a whole are a mean of the former calculated from the percentages indicating the distribution of VAPO's purchases.

Metsänhoitolautakunta *District Forestry Board*	Hakkuukausi — *Logging season*													
	1949—50		1950—51		1951—52		1952—53		1953—54		1954—55		1955—56	
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*													
Helsinki	304	1.4	597	1.4	907	1.1	728	1.4	554	1.3	427	1.4	485	1.4
LounS.	341	0.6	643	0.6	994	1.3	702	1.8	659	0.6	473	0.4	527	0.4
Satak.	298	4.6	565	4.6	1 020	4.7	534	3.9	529	2.3	317	2.2	368	2.2
UudHäm.	294	1.8	545	1.8	932	2.1	687	2.9	621	1.7	373	1.9	492	1.9
PohjHäm.	248	3.8	506	3.8	909	5.0	624	3.8	459	2.4	226	2.7	412	2.7
ItäHäme	188	5.1	418	5.1	792	5.6	545	6.2	444	6.0	297	5.8	377	5.8
EtSavo	168	10.6	327	10.6	705	7.7	426	10.0	365	10.1	198	7.9	238	7.9
EtKarj.	224	2.8	406	2.8	774	2.9	459	5.1	394	3.8	240	2.4	340	2.4
ItäSavo	156	6.4	248	6.4	615	4.9	353	6.6	298	6.3	138	6.1	209	6.1
PohjKarj.	125	11.7	191	11.7	438	17.1	297	12.7	225	18.5	83	13.9	114	13.9
PohjSavo	139	10.0	240	10.0	574	9.0	395	10.1	273	10.9	133	11.1	191	11.1
KeskiS.	196	11.1	342	11.1	687	10.2	512	11.8	342	15.6	199	13.8	278	13.8
EtPohjm.	284	2.4	443	2.4	818	2.8	628	2.6	506	1.3	313	1.7	345	1.7
Vaasa	322	0.2	559	0.2	931	0.5	892	0.4	679	0.5	318	0.7	443	0.7
KeskiPohjm.	195	9.2	322	9.2	620	7.6	450	6.0	290	2.5	224	8.6	292	8.6
Kainuu	108	4.9	190	4.9	486	4.3	311	2.9	335	4.9	58	7.6	86	7.6
PohjPohjm.	168	3.6	240	3.6	466	5.3	362	3.8	311	4.1	165	3.0	205	3.0
Lappi	107	9.8	166	9.8	435	7.9	244	8.0	207	7.2	73	8.8	111	8.8
		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0
	176		310		638		438		328		171		231	

nen on kantohintataso kyseessäolevilla painopistealueilla, selviää eräs olennaisimmista syistä, miksi ei ole olemassa reaalisia mahdollisuuksia siihen, että näiden kahden aineiston perusteella lasketut koko maan keskiarvot osoittaisivat samaa. Kyseisten painopistealueiden erilainen hintataso käynee parhaiten selville eräästä 1930-luvun tutkimuksesta (ks. H a r v e 1940 s. 7).

Nyt esillä olevassa tapauksessa on kuitenkin mahdollista eliminoida painopisteiden erilaisen hintatason vaikutus keskiarvoihin melkeinpä täydellisesti. Tämän saa aikaan se, että VAPO:n ostojen määristä on käytettävissä kunnittaiset tiedot. Painottamalla nyt tutkimuslaitoksen kunnittaisia yksikköhintoja näillä määrillä saadaan lasketuksi suurempien alueiden keskiarvoja, jotka painotuksen puolesta vastaavat melko yksityiskohtaisesti VAPO:n laskemia keskimääriä. Tutkimuksessa onkin suoritettu tämänlaatuisten keskiarvojen laskeminen. Asioiden havainnollistamiseksi on esitetty myös muutamia esimerkkejä siitä, miten erilaiset painotusmenettelyt vaikuttavat keskiarvoihin.

Asetelmassa 12 on laskettu koivuhalon koko maan keskiarvot vuosijaksolta 1949—56 käyttäen kahdenlaista painotusta. Metsänhoitolautakunnittaiset keskihinnat on laskettu kunnittaisten hintojen myyntimäärillä painotettuna keskiarvona. Nämä myyntimäärät ovat koostuneet kaikkien polttopuiden hankkijoiden ostoista. Tästä on jatkettu eteenpäin siten, että metsänhoitolautakunnittaisten keskihintojen painoluvuiksi on sijoitettu VAPO:n ostojen jakaantumista osoittavat sadannesluvut. Näin saadut valtakunnalliset keskiarvot jäävät jo selvästi alhaisemmiksi kuin vastaavat punnitsemattomat arvot (ks. Komiteanmietintö 1956). Samoin ne ovat alhaisempia kuin taulukko-osan taulukossa 39 esiintyvät keskiarvot, joiden laskemisessa painotusmenettely on pidetty koko ajan varsinaisten yksityismetsien halkomyynneissä.

Asetelmassa 13 on painotus jo metsänhoitolautakunnittaisissakin keskiarvoissa järjestetty VAPO:n ostojen mukaiseksi. Kuitenkin on huomattava, että kunnittaiset keskihinnat ovat vielä täsmälleen samoja kuin ne ovat olleet koko tutkimuksen ajan. Vain se paino, millä kukin kunnittainen keskihinta pääsee vaikuttamaan metsänhoitolautakunnittaiseen keskiarvoon, on asetettu VAPO:n ostojen mukaiseksi. Seuraus tällaisesta painotusmenettelystä on ollut, että tutkimuslaitoksen aineistoon perustuvat koko maan keskihinnat lähestyvät yhä selvemmin VAPO:n vastaavia arvoja. Hakkuuvuosien 1949—50 ja 1955—56 osalta ollaan jo käytännöllisesti katsoen samassa ja hakkuuvuonna 1954—55 VAPO:n keskiarvo jää jopa korkeammaksi. Muiden vuosien osalta VAPO:n keskihinnat kuitenkin pysyttelevät tutkimuslaitoksen vastaavia alempina.

Painolukuina VAPO:n aineistojen osalta on hakkuukausina 1949—50 ja 1955—56 jouduttu käyttämään viereisen hakkuukauden arvoja. Tämä

Asetelma 13. Metsäntutkimuslaitoksen aineistoon perustuvat koivuhalon kantohinnat metsänhoitolautakunnittain vuosijaksona 1949—56. Metsänhoitolautakuntien keskihinnat laskettu VAPO:n kunnittaisilla ostomäärillä painotettuina. Koko maan keskihinnat laskettu edellisten keskiarvona käyttäen painolukuina VAPO:n ostojen metsänhoitolautakunnittaista jakaantumista osoittavia sadanneslukuja.

Analysis 13. Birch firewood stumpage price, by district forestry boards, based on the Forest Research Institute's material of 1949—56. The average prices of the district forestry boards are weighted by VAPO's sales quantities by communes. The average prices for the country as a whole are a mean of the former calculated from the percentages indicating the distribution of VAPO's purchases by district forestry boards.

Metsänhoitolautakunta *District Forestry Board*	Hakkuukausi — *Logging season*													
	1949—50		1950—51		1951—52		1952—53		1953—54		1954—55		1955—56	
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*													
Helsinki	300	1.4	621	1.4	887	1.1	599	1.4	513	1.3	389	1.4	442	1.4
LounS.	335	0.6	643	0.6	963	1.3	718	1.8	647	0.6	491	0.4	545	0.4
Satak.	287	4.6	569	4.6	899	4.7	520	3.9	448	2.3	319	2.2	358	2.2
UudHäm.	278	1.8	363	1.8	935	2.1	664	2.9	590	1.7	361	1.9	471	1.9
PohjHäme	219	3.8	482	3.8	878	5.0	589	3.8	450	2.4	292	2.7	386	2.7
ItäHäme	190	5.1	401	5.1	788	5.6	526	6.2	418	6.0	238	5.8	332	5.8
EtSavo	160	10.6	323	10.6	697	7.7	441	10.0	315	10.1	171	7.9	280	7.9
EtKarj.	220	2.8	362	2.8	784	2.9	452	5.1	375	3.8	233	2.4	322	2.4
ItäSavo	159	6.4	248	6.4	606	4.9	336	6.6	275	6.3	135	6.1	201	6.1
PohjKarj.	113	11.7	171	11.7	438	17.1	308	12.7	212	18.5	45	13.9	72	13.9
PohjSavo	137	10.0	239	10.0	569	9.0	377	10.1	263	10.9	111	11.1	160	11.1
KeskiS.	166	11.1	352	11.1	613	10.2	464	11.8	278	15.6	157	13.8	271	13.8
EtPohjm.	242	2.4	427	2.4	816	2.8	607	2.6	477	1.3	292	1.7	289	1.7
Vaasa	307	0.2	541	0.2	871	0.5	621	0.4	521	0.5	280	0.7	460	0.7
KeskiPohjm.	180	9.2	329	9.2	646	7.6	391	6.0	227	2.5	176	8.6	256	8.6
Kainuu	128	4.9	203	4.9	410	4.3	248	2.9	238	4.9	60	7.6	64	7.6
PohjPohjm.	141	3.6	227	3.6	579	5.3	362	3.8	243	4.1	119	3.0	199	3.0
Lappi	91	9.8	168	9.8	459	7.9	239	8.0	199	7.2	47	8.8	104	8.8
		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0		100.0
	164		303		628		419		292		145		212	

Asetelma 14. Koivuhalon kantohinnat koko valtakunnan keskimäärinä MTL:n ja VAPO:n aineistojen mukaan vuosijaksona 1949—56.

Analysis 14. Birch firewood stumpage price, average for the country as a whole in 1949—1956, according to the materials of MTL and VAPO.

Hakkuukausi *Logging season*	MTL I	MTL II	MTL III	MTL IV	VAPO	MTL I	MTL II	MTL III	MTL IV
	mk/pm³ *marks/ piled cu.m.*					VAPO:n hinta % MTL:n hinnoista *VAPO's price as % of MTL prices*			
1949—50	219	198	176	164	161	74	81	91	98
1950—51	388	350	310	303	230	59	66	74	76
1951—52	726	679	638	628	536	74	79	84	85
1952—53	523	463	438	419	308	59	67	70	74
1953—54	419	383	328	292	208	50	54	63	71
1954—55	249	224	171	145	180	72	80	105	124
1955—56	323	269	231	212	206	64	77	89	97
Keskimäärin — *Average* 1949—56 ..	407	367	327	309	261	64	71	80	84

Käytetyt lyhennykset — *Abbreviations used:*

VAPO = Valtionratateiden Polttoainetoimisto — *State Railways Fuel Office*

MTL = Metsäntutkimuslaitos — *Forest Research Institute*

MTL I = koivuhalon lääneittäinen laskettu ja painottamaton aikasarja. Ks. Komiteanmietintö 1957 — *birch firewood time series, unweighted and calculated by provinces. See Komiteanmietintö (Committee report)* 1957.

MTL II . = varsinaisista yksityismetsistä myytyjen koivuhalkojen määrillä painotettu aikasarja. Lähde: taulukko 39 — *a time series weighted by the quantities of birch firewood sold from private forests proper. Source: Table* 39.

MTL III = varsinaisista yksityismetsistä myytyjen koivuhalkojen määrillä sekä VAPO:n polttopuun ostoilla painotettu aikasarja. Lähde: asetelma 12. — *a time series weighted by the quantities of birch firewood sold from private forests proper and by VAPO's firewood purchases. Source: Analysis* 12.

MTL IV. = VAPO:n polttopuun ostoilla painotettu aikasarja. Lähde: asetelma 13 — *a time series weighted by VAPO's firewood purchases. Source: Analysis* 13.

on johtunut siitä, että tutkimuslaitoksessa ei ollut valmiiksi eriteltyinä näiden kausien lukuja. Vain tätä tutkimusta varten ei katsottu aiheelliseksi ryhtyä keräämään VAPO:n arkistoista lisämateriaalia. Käytetty menettely aiheuttanee kyseessäolevien hakkuukausien osalta pientä harhaisuutta tuloksiin. Mainittaviksi virheet eivät kuitenkaan voi muodostua. Tutkimuksessa on jouduttu myös soveltamaan VAPO:n kalenterivuosittain selvitettyjä ostomääriä hakkuukausittaisina. Tämä on tapahtunut siten, että kunkin kalenterivuoden arvojen on katsottu vastaavan

sitä hakkuukautta, mikä käsittää pääosan kalenterivuodesta. VAPO:n ostomäärien suhteen on vielä huomattava, että ne käsittävät koivuhalon ohella myös havu- ja sekahalkoa.

Asetelmassa 14 on esitetty yhteenveto eri painotusmenettelyillä lasketuista koivuhalon koko maan keskihinnoista. Lisäksi on suoritettu vertailu Metsäntutkimuslaitoksen ja VAPO:n keskiarvojen suhteen. Yhteenvedosta voidaan todeta, että 7-vuotisjakson keskimääränä VAPO:n hintataso jää 16 % alhaisemmaksi kuin tutkimuslaitoksen, senjälkeen kun molempien sarjojen arvot on laskettu samaa painotusta käyttäen.

Lieneekin nyt paikallaan ryhtyä etsimään syitä, mistä tällainen ero aiheutuu. Yhtenäistetyn painotuksen ansiosta on sivulla 58, kohdassa 1 mainitun tekijän vaikutus tullut eliminoiduksi. Jäljelle jää siten kolme tekijää, jotka painavat VAPO:n hintatason alhaisemmaksi kuin tutkimuslaitoksen keräämien aineistojen perusteella on todettu. Ne ovat seuraavat:

1. VAPO:n edustaessa lähinnä valtakunnallista ostajaa halkomarkkinoillamme, se on luonnollisesti haluton ja osittain kykenemätönkin hintakilpailuun paikallis- ja maakuntamarkkinoiden ostajien kanssa.

2. Paikalliset ja maakunnalliset ostajat ovat kiinnostuneita suuremmassa määrin kuin VAPO pienistä kuivaa halkoa käsittävistä hankintaeristä. Näissä kantohinta pyrkii muodostumaan korkeammaksi kuin tuoreen tavaran kaupoissa.

3. VAPO:n ostojen piiriin kuuluvat hintatasoltaan alhaisemmat valtion metsät.

Tässä kohdin on syytä palauttaa mieliin, että tutkimuslaitoksen laskemissa keskiarvoissa vaikuttaa varsin suurella painolla juuri pikku hankinnoissa saadut kantohinnat, ja toisaalta valtion metsien alhaisempaa kantohintatasoa edustavat myynnit jäävät kokonaan laskelmien ulkopuolelle. Siten edellä todettu 16 % suuruinen ero on katsottava sangen luonnolliseksi. Kaiken esiintulleen valossa voidaan tuskin kiistää sitä, etteikö Metsäntutkimuslaitoksen ja VAPO:n laskemat koivuhalon kantohinnat osoittaisi suuressa määrin samantapaista hintakehitystä, jos olosuhteet ja laskentaperusteet kummankin sarjan osalta saatetaan vastaamaan toisiaan.

Tutkimuslaitoksessa sovellettu voimakas varovaisuus halkojen hinnoittelussa sellaisina vuosina, jolloin niiden menekki on ollut erityisen huono, näkyy parhaiten hakkuuvuoden 1954—55 osalta asetelmasta 14.

48. Raakapuumarkkinoittemme ns. nolla-alueet

Kysymystä kantohintojen ns. nollarajasta ei ole tieteellisessä mielessä tutkittu juuri lainkaan. Niinpä koko käsitekin on vielä tarkemmin määrittelemättä, mistä johtuen se usein ymmärretään ja tulkitaan varsin eri tavoilla.

Jos nollarajan takaisilla alueilla maassamme tarkoitetaan sellaisia metsäalueita, joilta ei minkäänlaisissa olosuhteissa ole millekään puutavaralle menekkiä, rajoittuvat ne yksityisluonteisten metsien osalta melkeinpä olemattomiin. Valtion omistuksessa olevista metsistä voidaan sensijaan löytää laajojakin tämänlaatuisia alueita. Nämä sijaitsevat pääosiltaan niillä vesistöalueilla, joissa vedet laskevat valtakunnan itärajan taakse sekä Lapin suojametsäalueilla.

Jos nollarajan takaisiksi alueiksi luetaan myös ne metsät, joista menekki on mahdollista vain noususuhdanteitten edullisissa markkinasuhteissa, laajenevat alueet jo käsittämään yksityisluonteisiakin metsiä. Jos käsitettä vielä laajennetaan siten, että nollarajan huonommalla puolella oleviksi alueiksi luetaan myös sellaiset metsät, joissa myyjäpuoli katsoo ostajan maksavan alhaisempaa kantohintaa kuin maailmanmarkkinasuhdanteet heidän käsityksensä mukaan sillä hetkellä edellyttävät ja kieltäytyvät tähän perustuen myymästä, laajenevat nollarajan takaiset alueet jo varsin huomattaviksi.

Kysymystä siitä, miten nolla-alueet yksityismetsissämme muodostuvat ja mitkä tekijät tässä esiintyvät määräävimpinä, ei myöskään ole selvitetty. Vastoin yleistä käsitystä ei nimittäin kantohintojen nollarajoja voida vapaan kilpailun vallitessa laskennallisesti johtaa käyttämällä lähtökohtana raakapuun satama- ja tehdashintoja. Tällaiset laskelmat jäävät puhtaasti teoreettisiksi jo yksinomaan siitä johtuen, että raakapuun ostajat saattavat laajassakin mittakaavassa maksaa jalostuslaitosten ja satamien lähialueilla alhaisempaa kantohintaa kuin sen hetken maailmanmarkkinatilanne edellyttää. Näin saavuttamansa kustannussäästön avulla he voivat sitten maksaa kohtuullista kantohintaa vielä sellaisillakin alueilla, jotka teoreettisten laskelmien mukaan ovat absoluuttisia nolla-alueita.

Nolla-alueista puhuttaessa on myös huomattava, että ne ovat suuressa määrin erilaiset eri puutavaralajeilla. Äärimmäisyyksiä korostavana esimerkkinä tässä suhteessa mainittakoon, että viime vuosina on saanut melkeinpä hakemalla hakea yksityisluontoisista metsistämme sellaisia alueita, jotka sahapuun osalta edustaisivat nolla-alueita. Sensijaan halolle ei vastaavana ajankohtana ole muodostunut verraten laajoilla alueilla kantohintaa lainkaan.

Kuitenkin on huomattava, että kysymys nolla-alueista ei ole sellaista suuruusluokkaa, kuin yleensä kuvitellaan. Viimeksikuluneena 7-vuotiskautena on esimerkiksi Metsäntutkimuslaitokseen saatu, Perä-Lapin muodostamaa poikkeusta lukuunottamatta, kantohinta-aineistoa jokaisesta maamme kunnasta. Näiden perusteella on voitu todeta kantohintaa muodostuneen joka hakkuuvuosi saha- ja kuusipaperipuulle kaikissa maamme metsäisissä kunnissa lukuunottamatta Inaria, Enontekiötä ja Utsjokea. Mäntypinotavaran osalta on tilanne ollut jonkin verran huonompi. Ylei-

sesti ottaen ovat ainespuun nolla-alueet yksityisluontoisissa metsissä vuosijaksona 1949/50—1954/55 rajoittuneet siten maamme pohjois- ja koillisosissa sijaitsevien kuntien syrjäosiin. Pinta-alaltaan ne eivät ole voineet muodostua suuriksi sen johdosta, että näillä alueilla valtion metsäomistus näyttelee ratkaisevaa osaa.

Polttopuun osalta tilanne on ollut olennaisesti toinen. Laskusuhdannevuosina on voitu todeta verraten laajojakin nolla-alueita yksityisluontoisissa metsissä. Tilannetta tältä osalta kuvastanee parhaiten se, että hakkuuvuonna 1954—55 oli esimerkiksi Mikkelin, Kuopion, Oulun ja Lapin lääneissä yhteensä 124 sellaista kuntaa, joissa ei kunnan parhaimmillakaan menekkialueilla voitu todeta muodostuneen sekahalolle kantohintaa lainkaan. Koivuhalon osalta vastaava kuntien lukumäärä oli 12. Nämäkään luvut eivät kuvasta tilannetta aivan sellaisena kuin se todellisuudessa esiintyy, sillä niissä ei tule esiin sellaisten kuntien syrjäosat, joissa polttopuun menekki on useissa tapauksissa ollut melkein olematon.

5. Tulosten luotettavuus

51. Aineiston peittävyys

Ryhdyttäessä tarkastelemaan tulosten luotettavuutta on palattava alkuperäiseen keräys- ja käsittely-yksikköön, kuntaan. Tutkimuksen alkuosassa tuli todetuksi, että perusjoukon eli kehikon, mistä määrätietoinen näyte poimittiin, muodostivat kunkin kunnan varsinaisissa yksityismetsissä tiettynä hakkuukautena tehdyt raakapuukaupat. Kysymys siitä, tulivatko kaikki varsinaisten yksityismetsien kaupat sisällytetyksi kehikkoon ennen näytteen poimintaa, ei määrätietoisessa poiminnassa näyttele niin ratkaisevaa osaa kuin umpimähkäisessä otannassa. Tärkeintä on saada varmuus siitä, kuinka hyvin perusjoukon tyypillisimmät ja yleisimmät yksiköt on tunnettu. Tyypillisimmistä yksikköhinnoista saadaan kylläkin varmempi käsitys, jos kehikko tunnetaan aivan tarkoin, mutta toisaalta ei sillä seikalla, onko joku satunnaishintaan solmittu kauppa jäänyt tulematta näytteen poimijan tietoon, ole tässä menetelmässä käytännöllistä merkitystä. Vastattavaksi jää näin ollen vain kysymys, onko metsänhoitolautakuntien metsätalousneuvojilla mahdollisuutta tuntea ja saada tietoonsa perusjoukon tyypillisimmät arvot riittävällä tarkkuudella. Kun muistetaan, että kunnittaisista perusjoukoista ei ole olemassa mitään aivan varmoja kortitettuja tietoja, joista mainittu seikka voitaisiin tarkistaa, täytyy vastaus kysymykseen perustaa melkein yksinomaan asiasta saatuihin kokemuksiin. Ne voidaan kiteyttää suunnilleen seuraavaan. Valtaosa metsätalousneuvojista on pystynyt hoitamaan tehtävän vaaditulla tarkkuudella ja heidän käsityksensä tyypillisistä arvoista ovat käyneet yhteen niiden kanssa, mitä tarkistuksissa on saatu. Poikkeuksen ovat muodostaneet kuitenkin sellaiset neuvojat, jotka eivät ilmeisesti ole välittäneet syventyä tehtävään. He ovat kuitenkin olleet häviävänä vähemmistönä. Lyhyesti sanoen kokemus on osoittanut, että virkeillä ja ammattitaitoisilla neuvojilla on ollut kaikki edellytykset täyttää tehtävän asettamat vaatimukset.

Aiemmin on jo esitetty, millaista suuruusluokkaa olevista perusjoukoista kunnan suuruisella alueella on kysymys. Tällöin todettiin, että esimerkiksi hakkuukautena 1953—54 tuli keskimäärin 27 kauppaa puutavaralajia ja kuntaa kohden. Tällaisen varsin vaatimattoman numeroaineiston valossa tulee ehkä parhaiten ymmärrettäväksi neuvojien mahdollisuudet perus-

joukon tuntemisessa ja määrittämisessä. Voitaisiin väittää, että hänen on melkein mahdoton elää metsätalousammattimiehenä kunnassa tuntematta mainittuja asioita.

Kysymys aineiston peittävyydestä ei ole siten niinkään paljoa kysymys siitä, onko kaikki asiaan kuuluva tullut sisällytetyksi kehikkoon, vaan siitä, onko sinne tullut jotain sellaista, mikä ei asiaan kuulu. Tällä tarkoitetaan, että neuvojat eivät mahdollisesti ole tarpeeksi pitäneet mielessään sitä, että kehikko käsitti vain varsinaisten yksityismetsälöiden myynnit. Niinpä on mahdollisuuksien rajoissa, että etenkin kuntien ja seurakuntien metsistä tapahtuneita myyntejä ei ole jätetty kehikon ulkopuolelle. Sensijaan valtion metsien raakapuukaupat sekä yhtiöiden metsien hakkuut ovat todetusti pysytetty perusjoukon ulkopuolella. Yhtiöiden osalta asia on senkin puolesta selvä, että kanto- tai hankintahintaa ei niissä muodostu muussa kuin kirjanpidollisessa mielessä. Kun muistetaan kuntien ja seurakuntien metsänomistuksen vähäisyys, ei sillä seikalla, että niistä tapahtuneita joitakin myyntejä olisi sisällytetty perusjoukkoon, ole merkittävää vaikutusta lopputuloksiin. Aineiston peittävyyden voidaan katsoa vastaavan sitä metsätaloutemme sektoria, mikä tutkimuksen alkuosassa määritettiin.

Aineiston peittävyydessä voidaan kuitenkin katsoa tapahtuneen huomion arvoisen muutoksen hakkuukautena 1952—53, jolloin luovuttiin laitokseen saapuneiden hintatietojen erittelemisestä verotusvyöhykkeittäin (vrt. s. 20). Muutosta ei kuitenkaan voida pitää aivan jyrkkänä, sillä jo vuodesta 1949 lähtien alkoi olla vaikeaa todeta eroja kantohinnoissa sellaisissakin Etelä- ja Keski-Suomen kunnissa, joissa oli kolmekin menekkivyöhykettä. Hakkuukausina 1949—50, 1950—51 ja 1951—52 vielä sentään yritettiin tällaista erittelyä suorittaa.

Sen seikan keskimääräiseksi selvittämiseksi, millaisia olivat erot kantohinnoissa eri verotusvyöhykkeillä niinä vuosina, jolloin laitokseen saapuneet hintatiedot vielä eriteltiin vyöhykkeittäin, on tutkimuksessa suoritettu laskelma vuoden 1952 vahvistetuilla verokuutiometrihinnoilla, jotka edustivat keskiarvoa hakkuuvuosien 1949—50, 1950—51 ja 1951—52 puustokuutiometrihinnoista.

Koko maan keskimääränä olivat vahvistetut verokuutiometrin hinnat tuolloin seuraavat:

I	vyöhyke	823 mk	100 %
II	»	725 »	88 »
III	»	640 »	78 »

Toisen vyöhykkeen hinnat olivat tuolloin 88 % ja kolmannen 78 % ensimmäisen vyöhykkeen hinnoista. Käyttämällä taulukko-osan taulukossa 44 esitettyjä vyöhykkeittäisiä pinta-aloja tai niiden sadanneksia paino-

lukuina, voidaan nyt suorittaa laskelma siitä, kuinka paljon hakkuuvuosien 1952—53, 1953—54 ja 1954—55 kantohintoja olisi keskimäärin oikaistava, jotta tutkimuksen perustana olevan aineiston peittävyys pysyisi entisellään. Laskelma saa silloin muodon:

$$\chi = \frac{(823 \times 70) + (725 \times 23) + (640 \times 7)}{100} = 788: —$$

$$823 — 788 = 35; \quad 35 : 788 \times 100 = 4.4\ \%$$

Tämän mukaan pitäisi hakkuuvuosien 1952—53, 1953—54 ja 1954—55 kantohintoja korottaa keskimäärin 4.4 %:lla aineiston peittävyydessä tuolloin esiintyvien vaihteluiden vaikutusten eliminoimiseksi. Tällaiseen oikaisuun ei kuitenkaan tutkimuksessa ole ryhdytty lähinnä seuraavista syistä.

1. Edellä määritetty oikaisusadannes on luotettava vain sen edellytyksen vallitessa, että hakkuuvuosien 1952—53, 1953—54 ja 1954—55 aineistokeräyksissä on kultakin verotusvyöhykkeeltä tullut hintatietoja niiden pinta-alojen edellyttämässä suhteessa. Varsin suurella todennäköisyydellä näin lienee tapahtunut, mutta varmuudella ei asiaa voida todeta.

2. Oikaisusadannes ei voi olla sama kaikille puutavaralajeille. Sen lajeittainen selvittäminen olisi hyvin vaikeaa.

3. Peittävyydessä esiintyvä muutos hakkuuvuosina 1952—53 ei itse asiassa ole ollut niin jyrkkä kuin sivulla 44 esitetyt pinta-alat osoittavat. Muutos voidaan katsoa tapahtuneen vähitellen, vaikka ratkaiseva leikkaus oli suoritettava jonakin tiettynä ajankohtana. Tästä syystä edellä lasketun oikaisusadanneksen käyttö ei voi johtaa todellista tilannetta osoittaviin tuloksiin

Näin ollen jää kehikko, mistä näyte on poimittu, erityisesti 1930-luvun osalta pinta-alataan pienemmäksi kuin mitä se oli 1950-luvulla sekä osittain 1940-luvullakin. Tutkimuksen puitteissa ei ole katsottu edellä esitetyn johdosta mahdolliseksi suorittaa yksityiskohtaisempia analyysejä tämän seikan vaikutuksesta lopputuloksiin.

52. Harhat näytteen poiminnassa

Kun on kysymys määrätietoisen näytteen poimimisesta, muodostavat tässä tapahtuneet virheet aivan erilaisen ongelman kuin harhat umpimähkäisessä otoksessa. Jälkimmäisen kohdalla vastausten kato (non response) näyttelee ratkaisevinta osaa harhojen joukossa. Määrätietoisessa poiminnassa, joka suoritetaan siten kuin esillä olevassa tutkimuksessa, ei tällä seikalla ole mainittavaa merkitystä. Jokainen tilastoasiamies poimii tietyn suuruisen näytteen vaaditulta alueyksiköltä annettujen ohjeiden

ja oman harkintansa perusteella. Näin menetellen ei määrätietoisessa näytteen otossa pääse syntymään edes suoranaista vastinetta käsitteelle kato. Sensijaan menetelmä aiheuttaa muita, aivan toisenlaatuisia virhemahdollisuuksia. Vaikein on epäilemättä kysymys siitä, kykenevätkö tilastoasiamiehet, tässä tapauksessa siis metsätalousneuvojat, poimimaan perusjoukosta todella tyypillisimmät ja yleisimmät arvot. Seuraavassa keskitytään pääasiassa tämän kysymyksen tarkasteluun. Edellä tuli jo todetuksi, että neuvojilla on varsin suuret mahdollisuudet perusjoukkojen tarkkaan tuntemiseen lähinnä niiden pienen koon vuoksi. Samasta seikasta johtuen ei määrätietoisen näytteen poimiminen tuottane vaikeuksia. Syyt mahdollisiin virheellisyyksiin onkin löydettävissä lähinnä eräistä inhimillisistä vajavaisuuksista.

Keskusteltaessa tämänlaatuisen näytteen poiminnasta on joskus huomautettu, että tiedot keskimääräistä korkeampiin hintoihin solmituista kaupoista leviävät kuntien metsätalousväen keskuudessa muita yleisemmin. Tämän lisäksi on esitetty, että ne metsänomistajat, jotka ovat joutuneet solmimaan kaupan epäedulliseen hintaan, vaikenevat tavallisesti tyystin. Täten kunnan metsänomistajain keskuudessa liikkuvat tiedot, joita metsätalousneuvojat käyttävät eräänä tietolähteenään, antaisivat kantohintatasosta todellisuutta edullisemman kuvan. On kuitenkin olemassa vaikutteita, jotka tasapainottavat edellä esitettyä. On nimittäin huomattava, että usein salataan myös keskimääräistä edullisimpiin hintoihin solmitut kaupat sen johdosta, että ei haluta herättää naapureissa kateutta. Toisinaan saattaa ostajakin asettaa vaikenemisvaatimuksen puolittaiseksi kauppaehdoksi tällaisissa korkeampiin hintoihin solmituissa kaupoissa. Siten ei kappaleen alussa esitetyt näkökohdat vaikuttane mainittavasti metsätalousneuvojien muodostamiin käsityksiin hintatasosta. Ratkaisevampi vaikutus niin metsätalousneuvojien käsityksiin kuin tutkimuksen tuloksiinkin on ollut sillä seikalla, että metsätalousneuvojat tietävät keräävänsä aineistoa verotustarkoituksia varten. Tästä syystä yleisimpiä hintoja määriteltäessä on ilmeisesti noudatettu tiettyä varovaisuutta. Niinpä H a r v e (1937 s. 110) on tullut johtopäätökseen, että metsätalousneuvojien poimiman näytteen perusteella lasketut hinnat lienevät keskimäärin jonkin verran todella saatuja alemmat.

53. Painolukuina käytetyt puumäärät

Aiemmin tutkimuksessa viitattiin jo siihen, että tutkimuksessa painolukuina käytetyt myyntimäärät kärsivät eräistä vakavista puutteellisuuksista. Koska ne heikkouksistaan huolimatta on esitetty tutkimuksen taulukko-osan taulukoissa 15—16, lienee paikallaan tarkastella niitä yksityiskohtaisemmin.

Käsityksensä kunakin hakkuukautena myydyistä kunnittaisista puumääristä ovat metsätalousneuvojat perustaneet pääasiallisesti kunnan metsälautakunnille saapuneisiin metsänhakkuuilmoituksiin. Metsänhoitolautakunnat laativat vuosittain näihin ilmoituksiin perustuvan tilaston, joka julkaistaan Metsänhoitolautakuntien toimintakertomuksien yhteydessä. Vuoden 1950 vuosikertomuksessa s. 40—41 mainitaan tästä tilastosta mm. seuraavaa: »Täten syntynyt hakkuutilasto on monessa suhteessa puutteellinen ja hatara. Ensinnäkin on pidettävä mielessä, että yksityismetsälaissa säädetty metsänhakkuiden ilmoitusvelvollisuus ei suinkaan tähtää minkäänlaisiin tilastollisiin päämääriin, vaan sen yksinomaisena tarkoituksena on metsänhoitolautakuntien lainvalvontatyön helpottaminen. Näin on esimerkiksi metsänomistaja vapautettu ilmoitusvelvollisuudesta mm. silloin, kun hän itse hakkauttaa metsäänsä sitä järkiperäisesti harventamalla. Täten hakkuuilmoituksiin perustuvasta tilastosta jo etukäteen on eliminoitu käytännöllisesti katsoen kaikki kotitarvehakkuut, mutta samalla myös runsain määrin varsinkin pieniä ja pienehköjä myyntihakkuita, joiden puumäärä kokonaisuutena muodostaa kuitenkin huomionarvoisen erän ..... Toiseksi on pantava merkille, että hakkuuilmoituksiin sisältyvät numerotiedot monesti ovat hyvinkin epätarkat .... Edelleen on huomattava, että metsänhoitolautakunnat eivät saa tietoonsa läheskään kaikkia ilmoitusvelvollisuuden alaisia hakkuita, sillä hakkuuilmoituksien teon laiminlyönnit ovat melko tavallisia.»

Edellä esitetystä tietoisena jouduttiin suoritettavassa tutkimuksessa vakavasti harkitsemaan, olivatko käytettävissä olevat tiedot riittävän luotettavia edes painoluvuiksi. Sen johdosta, että ilman painotusta laskettaessa eräät aivan pienetkin kunnat olisivat vesistöalueittaisissa ja metsänhoitolautakunnittaisissa keskiarvoissa päässeet vaikuttamaan liian voimakkaasti, päädyttiin lopulta painolukujen käytön kannalle.

Vaikka tutkimuksessa käytettyjen myytyjen määrien osalta voidaan todeta vakavia heikkouksia, pienenee niiden merkitys sen johdosta, että nämä heikkoudet huomattavassa määrin esiintyvät samantapaisina kautta koko maan. Täten estyy virheellisten suhteiden syntyminen painotuksen johdosta. Lienee enemmittä puheitta selvää, että tässä tutkimuksessa käytetyillä, hakkuukausittaisia myyntimääriä koskevilla painoluvuilla, ei ole mahdollista suorittaa metsänomistajain saamia kantorahatuloja koskevia selvittelyjä.

54. Tarkistusaineistojen käytön merkitys

Kaiken sen valossa, mitä edellä on esitetty määrätietoisen näytteen soveltamisesta tämänlaatuiseen selvittelyyn, voitaneen todeta, että tulosten luotettavuus on riippuvainen hyvin suuressa määrin tilastoasiamiesten

yksilöllisestä käsityskyvystä ja harkinnasta. Vaikka näytteen poiminnassa ja sen arvostelussa käytettäisiin kuinka pätevää työvoimaa tahansa, jää lopputuloksia myönteisessäkin mielessä tarkasteltaessa aina kaiken pohjalle kysymys, kuinka suuria virhemahdollisuuksia niihin sisältyy. Vaikka tällaisen näytteen perusteella määrätyille lopputuloksille ei voidakaan laskea eksakteja keskivirherajoja, on kuitenkin olemassa mahdollisuus tällaisenkin näytteen perusteella laskettujen tulosten luotettavuuden selvittämiseksi. Tämä on tarkistusaineistojen kerääminen ja niihin perustuvien erillisten laskelmien suorittaminen. Näiden aineistojen keräystä ei ole yleensä syytä jättää samojen tilastoasiamiesten tehtäväksi kuin perusaineiston, vaan on tarkoitukseen käytettävä toisia henkilöitä. Keräysmetodi voi olla määrätietoinen tai umpimähkäinen poiminta, mutta suppeammissa tarkistuksissa voidaan hyvällä syyllä käyttää täydellistä laskentaa tai jotain sitä lähentelevää menettelyä.

Esillä olevassa tutkimuksessa käytetty tarkistusaineistojen keräysmenettely voidaan katsoa varsin poikkeukselliseksi siinä mielessä, että sitä ei ole perustettu kumpaankaan edellä esitetyistä mahdollisuuksista, vaan sen on määrännyt eräs raakapuumarkkinoillamme todettu ilmiö. Tutkimuksen alkuosassa (s. 17—18) on tästä tehty jo selkoa, joten siihen ei liene aiheellista enää puuttua.

Mainituin perustein suoritetun tarkistuslaskennan tulokset ovat pääosiltaan käyneet odottamattoman hyvin yhteen perusaineistosta laskettujen tulosten kanssa. Tämän tarkistuksen avulla on myös saatu todetuksi se seikka, että metsätalousneuvojien poimimien näytteiden perusteella lasketuissa kantohinnoissa ei ole ollut havaittavissa mitään selvää, tietyn suuntaista tendenssiä. Eräille neuvojille on ollut ominaista saada näytteeseen korkeampia hintoja niiden todellista osuutta enemmän, eräillä taas alhaisempia. Erot tarkistusaineistojen kanssa, kuten jo mainittiin, eivät kuitenkaan ole olleet näissäkään tapauksissa kovin merkittäviä.

Tästä huolimatta ei laskelmia ole ryhdytty suorittamaan ilman tarkistusaineistoja. Tämä on tapahtunut yksinomaan jo siitä syystä, että tarkistusten käyttö pelkällä olemassaolollaan on saattanut tilastoasiamiehet suurempaan valppauteen. Kun lisäksi pidetään mielessä määrätietoisen poiminnan perusteella laskettujen tulosten alttius jopa aiheettomallekin kritiikille, on tämä lisännyt tarkistusaineistojen merkitystä huomattavasti. Tärkeintä kuitenkin on, että tarkistusaineistot luovat mahdollisuuden niiden yksityistapauksien oikaisemiseen, joissa ilmeisiä harhoja on ollut syntymässä, sillä kuten jo viitattiin, niin mitään yleistä, yli koko maan ulottuvaa oikaisua ei ole koskaan tarvinnut suorittaa. Kun pidetään mielessä etenkin viime vuosien tarkistusaineistojen laajuus, osoittaa tämän seikka omalta osaltaan määrätietoisen näytteen käyttökelpoisuutta tämänlaatuisissa selvittelyissä.

55. Käsittelyvirheet

Kysymyksen ollessa näinkin laajasta ja pitkää ajanjaksoa koskevasta tutkimuksesta, jonka aineistojen käsittelyä ovat vuosien kuluessa valvoneet eri henkilöt, tuntuu ilmeiseltä, että joidenkin virheiden syntymistä ei ole voitu estää. Kuitenkin ns. kardinaalivirheiden mahdollisuus on katsottava tulleen eliminoiduksi sen johdosta, että tarkistus näiden suhteen on vuosien kuluessa ollut varsin tiukka. Aineiston käsittelyssä syntyneet suuremmat virheet tulevat nimittäin melkeinpä automaattisesti eliminoiduksi tilastokartoilla tapahtuneessa kunnittaisessa hintavertailussa. Käsittelyssä syntyneitä pikkuvirheitä lienee jossain määrin päässyt kulkeutumaan loppuun saakka, mutta niillä ei voida katsoa olleen mainitsemisen arvoista merkitystä lopputuloksiin. Sensijaan ovat eräät aineiston käsittelyssä käytetyt metodit olleet omiaan aiheuttamaan eräitä harhoja. Näistä tärkeimmät ovat olleet seuraavat kaksi:

1. Perusajomatkat.

Muuntamalla kaikki hinnat vastaamaan tietyn perusajomatkan päässä saatuja hintoja on tuloksiin tullut systemaattinen virhe sen johdosta, että *todelliset hevosmatkat* ovat tutkimuksen alaisina vuosina olleet maamme pohjois- ja koillisosissa tunnetusti pidemmät kuin maan keski- ja eteläosissa. Tarkkoja johtopäätöksiä tämän menettelyn aiheuttamista harhoista ei voida tehdä sen johdosta, että ei ole olemassa tietoja siitä, millaisia ovat keskimääräiset hevosvetomatkat eri puutavaralajeilla maamme eri osissa. Valtion metsäkauppakomitean mietinnössäkin (ks. Komiteanmietintö 1948 s. 35—36) esitetyt keskimääräiset eri puutavaralajien vetomatkat edustavat sodan ja välittömästi sen jälkeisen ajan poikkeuksellisia olosuhteita ja ovat siten sopimattomia sovellettavaksi sellaisenaan nykytilanteessa. Kaiken lisäksi tiedot koskevat vain valtionmetsiä. Yleisesti voitaneen todeta, että tutkimuksessa käytetyn menettelyn johdosta kaikkien puutavaralajien hinnat maamme pohjois- ja koillisosissa ovat tutkimuksessa varsin todennäköisesti tulleet todellisuutta korkeammiksi. Etelä- ja Keski-Suomen osalta harhan suuruus ja suunta riippuu siitä, kuinka lähellä todellisia olosuhteita käytetyt keskimääräiset vetomatkat ovat olleet.

2. Havusahapuun keskikuutio

Ottamalla käytäntöön menettely, että kaikkien sahapuiden hinnat muunnettiin vastaamaan tietyn runkokeskikuution puista saatua hintaa, aiheutettiin lopputuloksiin samansuuntainen virhe kuin edellisessä kohdassakin. Seurauksena menettelystä siis on ollut, että todennäköisesti

Pohjois- ja Koillis-Suomen sahapuiden kantohinnat ovat tulleet todellisuutta korkeammiksi. Tämä on tapahtunut kuitenkin vain sillä edellytyksellä, että siellä hakattujen sahapuiden keskimääräinen runkokeskikuutio jää alle 10 j^3:n. Etelä- ja Keski-Suomen osalta on vaikea mennä tekemään johtopäätöksiä. Huomautettakoon vielä tässä yhteydessä, että sahapuun hinnat laskettiin 1930-luvulla 8-runkokeskikuution puille, mutta ne esiintyvät tässä tutkimuksessa muunnettuina vastaamaan 10 j^3:n runkoja. Jonkinlaisen käsityksen menettelyn aiheuttamien virheiden suuruudesta voi muodostaa niistä asteikoista, joilla muuntamiset on suoritettu.

Eräs epätarkkuus sahapuiden hintoihin aiheutuu myös siitä, että pystykaupoissa on runkohintaan usein sisältynyt myös latvasta saadun pinotavaran hinta. Sen johdosta, että käytäntö tässä asiassa vaihtelee, ei tutkimusaineiston keräyksessä ja käsittelyssä ole voitu mainittua seikkaa ottaa huomioon. Siten on pystyyn myytyjen sahapuiden hinta saattanut jäädä hieman todellisuutta korkeammaksi. Tällä ei kuitenkaan ole todennäköisesti ollut mainittavaa vaikutusta tämän tutkimuksen lopputuloksiin sen johdosta, että lukumääräpainotetuissa osakausikeskiarvoissa pienet hankintaerät pääasiallisesti määräävät hintatason, ja näiden osalta latvaosan hinta jää pois automaattisesti.

Edellä käsiteltyjen seikkojen vaikutuksesta lienevät myös puustokuutiometrin hinnat Lapin ja Oulun lääneissä jonkin verran todellisuutta korkeampia. Niin omituiselta kuin tällaisen harhoja aiheuttavan menettelyn käytäntöön ottaminen tuntuukin, on asialla kuitenkin omat hyvätkin puolensa. Jos ajatellaan jonkin puutavaralajin koko maan käsittävän hintavertailun suorittamista, on siinä ensimmäisiä kysymyksiä, joka joudutaan ratkaisemaan, minkä kokoisella ja laatuisella tavaralla tämä suoritetaan. Kun muistetaan se varsin kiinteä suhde, mikä raakapuumarkkinoillamme vallitsee tavaran koon ja laadun sekä toisaalta sen hinnan välillä, on esitetty kysymys luonnollinen. Jotta jonkinlainen hintavertailu olisi mahdollinen, on vertailevien hintojen edustettava samanlaista tavaraa. Ei olisi paljoakaan järkeä vertailla esimerkiksi 7 keskikuution ja 4—5 hevosvetomatkan päässä olevan leimikon hintoja sellaisenaan leimikkoon, jossa keskikuutio on vaikkapa 13 ja keskimääräinen hevosvetomatka 0—1 km. Muuntamalla mainitut leimikot samaan keskikuutioon ja samojen vetomatkojen päähän voidaan vasta tarkastella leimikoiden reaalisia hintaeroja. Onkin sanottava, että tietyt muuntamiset hintavertailuissa ovat suorastaan välttämättömiä. Niiden soveltamisessa ei kuitenkaan pitäisi menetellä liian kaavamaisesti.

Eräänlaiseksi hintatilastolliseksi käsittelyvirheeksi on myös luettava halkojen kohdalla huonomenekkisinä vuosina sovellettu menettely, jossa halkojen hintoja on käytetty apuna eräiden verotukseen liittyvien vaikeuksien ratkaisemiseksi. Niin paikallaan kuin tällainen menettely vero-

tuksellisesti on ollutkin, on se aiheuttanut erinäisiä haittoja hintatilastollisesti. Kun pidetään mielessä, että esillä olevassa tutkimuksessa on pyritty sellaisen kantohintatason määrittämiseen, joka olisi riippumaton suhdanteitten aiheuttamien hankinta-alueiden supistumisesta ja laajentumisesta, niin halkojen osalta tämä pyrkimys ei ole tullut täysin toteutetuksi. Markkinatilanteeltaan normaaleiksi katsottavina vuosina sekä huippusuhdanteissa niiden hinnoittelussa käytetty menettelyhän on ollut vastaava muiden puutavaralajien kanssa. Erot ovat syntyneet laskusuhdanteissa. Käsityksen menettelyn aiheuttamista virheistä saa, jos esimerkiksi rinnastaa tutkimuksen taulukko-osan taulukoissa 39—40 esitetyt koivu- ja sekahalon hinnat Tapion vuosikirjan 1954 s. 51 esitettyihin arvoihin. Niinpä nähdään, että tutkimuksessa esitetyt koivuhalon kantohinnat ovat 17 % vuosikirjassa esitettyjä alemmat. Sekahalon kohdalla vastaava prosentti on 35.

56. Aineistojen vajavaisuuksista v. 1940—48 aiheutuneet virheet

Jo tutkimuksen alkuosassa korostettiin, että vuosien 1940—48 osalta eivät tulokset voineet silloisista olosuhteista johtuen muodostua yhtä luotettaviksi kuin aikaisemmin. Samassa yhteydessä käsiteltiin myös lyhyesti niitä vaikeuksia, mistä tämä aiheutui. Vaikein on tilanne epäilemättä ollut hakkuuvuonna 1940—41. Metsäntutkimuslaitoksen arkistoissa olevat tiedot tämän hakkuuvuoden osalta ovat niin puutteelliset, että esillä olevassa selvittelyssä katsottiin aiheelliseksi määrätä tämän hakkuukauden puustokuutiometrin hinnat hakkuuvuosien 1939—40 ja 1941—42 hintojen aritmeettisena keskiarvona. Tästä syystä mainitun hakkuuvuoden puustokuutiometrin hintojen ei voida katsoa kuvastavan todellista hintatasoa. Kuitenkaan sen ei voida katsoa olevan kovin kaukanakaan todellisesta. Jos nimittäin tarkastellaan vaikkapa P e l t t a r i n laskemaa kantohintasarjaa (Keskusmetsäseura Tapion r.y. toiminta vuonna 1946 s. 32) nähdään, että kokonaiskantohintataso mainittuna hakkuuvuonna on todella pysytellyt kahden viereisen hakkuukauden hintojen välissä. Kun lisäksi nähdään, että hintojen vaihtelut eivät tuolloin olleet erityisen voimakkaita, vaan pikemminkin päinvastoin, seuraa tästä, että tutkimuksessa käytetystä menettelystä aiheutuva virhe ei voi olla kovin merkittävä.

Toinen hakkuukausi, jonka osalta laskelmat muodostuivat tuloksiltaan muita epävarmemmiksi, oli 1948—49. Tämän hakkuuvuoden hintalaskelmat ovat kaiken todennäköisyyden mukaan suoritettu äärimmäisen varovaisesti ja puustokuutiometrin hinnat jääneet tästä syystä todellista tasoa alhaisemmiksi. Käytettävissä olevien vertailuaineistojen puute tekee mahdottomaksi virheen suuruuden arvioimisen.

Vuosijakson 1944—47 puustokuutiometrin hintoihin lienee myös tullut jonkin verran virhettä sen johdosta, että tutkimuslaitoksessa käytetyissä laskentamenetelmissä nojauduttiin varsin tiukasti säännöstelyhintoihin, eikä ehkä otettu riittävästi huomioon niitä muutoksia, mitkä säännöstelymääräysten rikkomiset aiheuttivat.

6. Loppupäätelmät

Tutkimuksen tulosten esittelyn yhteydessä tehtiin kantohintatasomme vaihteluita koskevat johtopäätökset. Tähän puoleen asiasta ei liene siten enää aiheellista puuttua. Sensijaan lienee paikallaan kiinnittää huomio erinäisiin seikkoihin, jotka tutkimuksen johdosta ovat nousseet esiin. Niitä lukiessa on syytä pitää mielessä, että sen aineiston keräys ja käsittely, johon tämä tutkimuskin on perustettu, jatkuu tulevien vuosien osalta samanlaisena niin kauan kuin lainsäädäntöteitse toisin määrätään. Asiasta voitaneen todeta seuraavaa:

I. Metsäntutkimuslaitoksessa verotustarkoituksia varten kerätty aineisto tarjoaisi mahdollisuuden erittäin pienin lisäkustannuksin jatkuvan puutavaralajittaisen kantohintatilaston luomiseen.

II. Samassa yhteydessä olisi mahdollista suorittaa puustokuutiometrin hintoihin perustuvan raakapuun kantohintaindeksin laskeminen, joka voitaisiin sitten vuosittain julkaista virallisissa tilastoissamme.

Ennen tällaisen toteuttamista olisi kuitenkin syytä kiinnittää huomio seuraaviin aineiston keräystä ja käsittelyä koskeviin seikkoihin:

1. Määrätietoisen näytteen perusteella laskettujen tulosten tarkistamiseksi olisi kontrolliaineistojen käyttö saatettava tapahtumaan vakinaisesti ja verraten laajassa mittakaavassa.

2. Olisi suoritettava nopeasti selvittely raakapuun keskimääräisistä hevosvetomatkoista maamme eri osissa ja korjattava nykyiset laskentaperusteet selvittelyn antamien tulosten perusteella. Metsäntutkimuslaitoksessa on tätä varten jo alustava aineisto kerättynä.

3. Olisi luovuttava sahapuiden hintojen muuntamisesta vastaamaan tietyn suuruisen runkokeskikuution puista saatua hintaa tai sitten suoritettava tutkimus sahapuurunkojen keskikoon selvittämiseksi maamme eri osissa ja sen antamien tulosten valossa korjattava laskentaperusteita.

4. Paperi- ja kaivospuiden hintojen saattaminen vastaamaan tietyn pituisesta ja kuorima-asteisesta tavarasta saatua hintaa voidaan katsoa olleen paikallaan ja menettelyä voitavan edelleen jatkaa.

5. Halkojen hintatason määräämisessä olisi irroittauduttava ns. menekittömien alueiden huomioon ottamisesta ja tämän puutavaralajin hinnat olisi laskettava aivan samoin perustein kuin muidenkin puutavaralajien.

Kirjallisuusluettelo

Harve, Paavo. 1937. Sahapuiden ja paperipuiden hinnoista maan eri osissa hakkuukautena 1935—36. Metsätietoa II. 3. Helsinki.

—»— 1938. Sahapuiden ja paperipuiden hinnoista maan eri osissa hakkuukautena 1936—37. Metsätietoa II. 4. Helsinki.

—»— 1940. Puutavaran kantohinnoista viisivuotiskautena 1934—39. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 57. Helsinki.

—»— 1946. Ks. Paavo Turja ja Paavo Harve.

Heikinheimo, Lauri. 1954. Sahatavaran vientitulon jakaantumisesta vuosina 1913—53. Acta Forestalia Fennica 61. Helsinki.

Holopainen, Viljo. 1956. Yksityismetsien luovutusmäärä, sitä vastaava kantorahatulo ja raakapuun hintataso Keski-Suomen metsänhoitolautakunnan alueella hakkuuvuotena 1953—54. Hakkuu- ja hintatilaston metodia käsittelevä esitutkimus. Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 30. Helsinki.

Kiiskinen, Auvo. 1954. Maamme sisäisen kuljetuslaitoksen kehitys ja rakenne. Taloudellisen tutkimuskeskuksen julkaisuja, sarja B 7. Helsinki.

Koskikallio, Onni. 1951. Kantorahat ja metsätulot ennen sotaa ja nyt. Kansallis-Osake-Pankki. Taloudellinen katsaus 1951: 2. Helsinki.

Lihtonen, V. 1946. Valtakunnan metsätalouden järjestely metsiemme poistuman ja tuottohakkausmäärän valossa. Helsinki.

Pelttari, P. J. 1946. Ohjeita puiden leimaamisesta ja hinnoittelusta. Helsinki.

—»— 1947. Ks. Keskusmetsäseura Tapion r.y. toiminta vuonna 1946. 1947. Helsinki.

Piha, Antero. 1941. Maatilametsälöiden liikejäämä ja sen rakenne. Acta Forestalia Fennica 49. Helsinki.

Pöntynen, V. 1936. Suomen puunjalostusteollisuus raaka-aineen käyttäjänä vuosina 1925—36. Eripainos julkaisusta Acta Forestalia Fennica 45. Helsinki.

—»— 1939. Kuusipaperipuun hinnoista Pohjoismaissa. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 28. 5. Helsinki.

Rosander, A. C. 1951. Elementary principles of statistics. Toronto—New York —London.

Saari, Eino. 1923. Sahapuun kantohinta ja menekki Suomen valtionmetsistä vv. 1913—22. Acta Forestalia Fennica. 27. Helsinki.

—»— 1929. Paperipuun kantohintataso eri osissa Suomea vv. 1923—26. Suomen paperi- ja puutavaralehti XI. Helsinki.

—»— 1931. Tutkimuksia Suomen puuvanuketeollisuuden raaka-ainekustannuksista. Acta Forestalia Fennica 37. Helsinki.

—»— 1940. Suurten metsäalojen arvon määrääminen. Silva Fennica 55. Helsinki.

—»— 1948. Suomen metsäteollisuuden raakapuun saanti metsätaseen kannalta tarkasteltuna. I Koko valtakunnan yleisselvittely. Metsätehon julkaisu n:o 16. Helsinki.

Selin, Lauri. 1954 a. Kuusipaperipuun hintakehitys viimeisimmässä noususuhdanteessa. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 71. Helsinki.
—»— 1954 b. Viime vuosien kantohintataso. Suomen Puutalous n:o 1 Helsinki.
—»— 1954 c. Metsätaloutemme verotetut tulot vuosina 1950—53 erään laskelman valossa. Acta Forestalia Fennica 61. Helsinki.
Seppänen, O. 1944. Metsäteollisuuden käyttämän raakapuun kaukokuljetus. Eripainos. Suomen paperi- ja puutavaralehti. Helsinki.
Turja, Paavo ja Harve, Paavo. 1946. Poltto- ja ainespuun hinnat. Hintapäätösten selityksiä. Helsinki.
Turja, Paavo. 1946. Puutavarakaupan säännöstely. Säännöstelymääräysten yleisselostus. Laki- ja päätöstekstit. Helsinki.

Ainespuun hinnoitteluohjeet hankintakautena 1947—48. Puunjalostusteollisuuden ja maataloustuottajien 16. 9. 1947 tekemään sopimukseen perustuvat ainespuun hinnoitteluohjeet hankintakautena 1947—48 sekä paperipuun hintavertailutaulukot. 1947. Kuopio.
Ainespuun kantohinnat Länsi- ja Etelä-Suomen vesistöalueilla. Maataloustuottajain Keskusliiton Metsävaltuuskunnan ja Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton 16. 9. 1947 keskenään sopimat ainespuun kantohinnat Länsi- ja Etelä-Suomen vesistöalueilla. Eripainos Metsälehdestä N:ot 39—41/1947. Helsinki.
Ainespuun kantohinnat Saimaan ja Kymijoen vesistöalueilla. Maataloustuottajain Keskusliiton Metsävaltuuskunnan ja Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton 16. 9. 1947 keskenään sopimat ainespuun kantohinnat Saimaan ja Kymijoen vesistöalueilla. Eripainos Metsälehdestä N:ot 38, 39 ja 42/1947. Helsinki.
Ainespuun rautatiehinnat. Maataloustuottajain Keskusliiton Metsävaltuuskunnan ja Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton 16. 9. 1947 keskenään sopimat ainespuun rautatiehinnat. Eripainos Metsälehdestä N:o 37/26. 9. 1947. Helsinki.
Ainespuun vesistöhinnat Pohjois-Suomessa. Maataloustuottajain Keskusliiton Metsävaltuuskunnan ja Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton 16. 9. 1947 keskenään sopimat ainespuun vesistöhinnat Pohjois-Suomessa. Eripainos Metsälehdestä N:o 38/3. 10. 1947. Helsinki.
Kansanhuoltoministeriön hyväksymät polttopuiden myyntihinnastot maalaiskuntia varten. 1942. Helsinki.
Kansanhuoltoministeriön julkaisuja N:o 12. 1943. Polttopuun kauppa; säännöstelyä koskevat ohjeet, luettelot ja kansanhuoltoministeriön päätös. Helsinki.
Kansanhuoltoministeriön julkaisuja N:o 21. 1943. Polttopuun kauppa; säännöstelyä koskevat ohjeet, luettelot ja kansanhuoltoministeriön päätös. Helsinki.
Komitean mietintö. 1942. Puutavarana hakkuun ja ajon palkkaperusteet. Helsinki.
Komitean mietintö. 1946. Metsätöiden palkkaperusteet. Helsinki.
Komitean mietintö. 1948. Valtion metsäkauppakomitean mietintö. Komiteanmietintö N:o 6. Helsinki.
Komitean mietintö N:o 2—1956. Metsätilastokomitean mietintö. Helsinki.
Komitean mietintö. 1956. Maatalousväestön taloudellista asemaa selittävän komitean mietintö II osa. Konekirjoitusmoniste. Helsinki.
Komitean mietintö N:o 2—1957. Maatalousväestön taloudellista asemaa selvittävän komitean mietintö I—II. Helsinki.
Metsänhoitolautakuntien toiminta vuonna 1950. 1952. Helsinki.

Metsätyöpalkat vv. 1935—36. Kohtuullisina pidettävien keskipäiväansioiden normit metsätöissä vv. 1935—36. Helsingissä, Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriössä, syyskuun 11 päivänä 1935.

Metsätyöpalkat 1 päivästä lokakuuta 1936 toistaiseksi. Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön vahvistamat kohtuullisina pidettävät keskipäiväansioiden normit metsätöissä 1 päivästä lokakuuta 1936 toistaiseksi. Helsingissä, Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriössä, 26 päivänä syyskuuta 1936.

Metsätyöpalkat 1938—39. Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriön vahvistamat kohtuullisina pidettävät normit metsätöissä 1938—39. Helsingissä, Kulkulaitosten ja yleisten töiden ministeriössä, 26 päivänä kesäkuuta 1937.

Metsätyöpalkat v. 1945. Hinta- ja palkkaneuvoston hyväksymät; voimassa 1. 7. 1945 alkaen.

Metsätyöpalkat. Hinta- ja palkkaneuvoston hyväksymät sekä voimassa 1. 10. 1945 alkaen.

Metsätyöpalkat 1946—47. Sosiaaliministeriön palkkaosaston 14. 10. 1946 hyväksymät. 1946. Joensuu.

Metsätyöpalkat 1947—48. Sosiaaliministeriön palkkaosaston hyväksymät. 1947. Joensuu.

Metsätyöpalkkataulukot vv. 1949—55. Sosiaaliministeriön palkkaosaston laatimat metsätyöpalkkataulukot maan eri osia varten vuosilta 1949—55.

Metsäverotuksen uudistamissuunnitelma. 1942. Silva Fennica 57. Helsinki.

Määräyksiä metsätöistä; viranomaiset, järjestöt ja palkat. 1943. Helsinki.

Määräyksiä metsätöistä; viranomaiset, järjestöt ja palkat. II osa. 1945. Helsinki.

Määräyksiä metsätöistä; viranomaiset, järjestöt ja palkat. Toinen painos. II osa. 1945. Helsinki.

Polttopuiden myyntihinnastot maaseudulla. Kansanhuoltoministeriö, Helsinki 1 päivänä syyskuuta 1943.

Polttopuiden sopimushinnat. Maataloustuottajien Keskusliiton Metsävaltuuskunnan ja Valtion Polttoainetoimiston edustajain syyskuun 16 p:nä allekirjoittamat polttopuiden sopimushinnat, joita myös Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliitto on sitoutunut noudattamaan. Eripainos Metsälehdestä N:o 36/19. 9. 1947. Helsinki.

Puutavaran hankinta teollisuuden ja viennin tarpeisiin hakkuukautena 1942—43. Metsäkauppaneuvottelukunnan julkaisu. 1942. Helsinki.

Puutavaran hankinta teollisuuden ja viennin tarpeisiin hakkuukautena 1943—44. Metsäkauppaneuvottelukunnan julkaisu. 1943. Helsinki.

Saha- ja paperipuiden suositeltavat hinnat hakkuukaudelle 1943—44. Metsäkauppaneuvottelukunnassa tehdyn sopimuksen mukaan lasketut saha- ja paperipuiden suositeltavat hinnat hakkuukaudelle 1943—44. 1943. Helsinki.

Suomen tilastollinen vuosikirja. (Eri vuosilta). Helsinki.

Suomen tukkuhintaindeksi vv. 1913—51. 1952. Tilastollisia tiedonantoja, julkaissut tilastollinen päätoimisto. 39. Helsinki.

Tapion vuosikirja 1953 ja 1954. Helsinki.

Tilastokatsauksia 1954 ja 1955. Julkaissut tilastollinen päätoimisto 1954 ja 1955. Helsinki.

VAPO 1954—54. Valtionrautateiden polttoainetoimiston halkojen hankinta ja valtion laitosten polttoaineiden käyttö kymmenvuotiskautena 1945—54. Helsinki.

Laki, 888/43. Tulo- ja omaisuusverolaki. Annettu Helsingissä 19 päivänä marraskuuta 1943, n:o 888. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1943. Helsinki.

Laki 325/45. Laki puun saannin turvaamisesta. Annettu Helsingissä 14 päivänä huhtikuuta 1945, n:o 325. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

Sosiaaliministeriön päätös, 849/42. Sosiaaliministeriön päätös palkkanormien vahvistamisesta metsätöitä varten. Annettu Helsinissä 31 päivänä lokakuuta 1942, n:o 849. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

Valtioneuvoston päätös, 170/42. Valtioneuvoston päätös polttopuiden ylimmistä myyntihinnoista. Annettu Helsingissä 26 päivänä helmikuuta 1942, n:o 170. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

—»— 320/42. Valtioneuvoston päätös lisäyksestä polttopuiden ylimmistä myyntihinnoista annettuun valtioneuvoston päätökseen. Annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 1942, n:o 320. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

—»— 781/42. Valtioneuvoston päätös työpalkkojen säännöstelystä. Annettu Helsingissä 1 päivänä lokakuuta 1942, n:o 781. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

Valtioneuvoston päätös, 782/42. Valtioneuvoston päätös palkkaneuvostosta. Annettu Helsingissä 2 päivänä lokakuuta 1942, n:o 782. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

—»— 710/42. Valtioneuvoston päätös polttopuun kantohintalaskelmaan kuuluvista vähimmistä kustannusmääristä. Annettu Helsingissä 28 päivänä elokuuta 1942, n:o 710. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

—»— 848/42. Valtioneuvoston päätös palkkanormien määräämisestä metsätöitä varten. Annettu Helsingissä 29 päivänä lokakuuta 1942, n:o 848. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

—»— 992/42. Valtioneuvoston päätös halkaisemattoman polttopuun ylimpien myyntihintojen määräämisestä. Annettu Helsingissä 17 päivänä joulukuuta 1942, n:o 992. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1942. Helsinki.

—»— 602/43. Valtioneuvoston päätös polttopuiden ylimmistä hinnoista. Annettu Helsingissä 8 päivänä heinäkuuta 1943, n:o 602. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1943. Helsinki.

—»— 688/43. Valtioneuvoston päätös palkkanormien määräämisestä metsätöitä varten annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 12 päivänä elokuuta 1943, n:o 688. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1943. Helsinki.

—»— 208/44. Valtioneuvoston päätös polttopuiden ylimmistä hinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 23 päivänä maaliskuuta 1944, n:o 208. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1944. Helsinki.

—»— 680/44. Valtioneuvoston päätös rullapuun ja kuituhaavan ylimmistä hinnoista. Annettu Helsingissä 5 päivänä lokakuuta 1944, n:o 680. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1944. Helsinki.

—»— 685/44. Valtioneuvoston päätös paperipuun ylimmistä hinnoista. Annettu Helsingissä 28 päivänä syyskuuta 1944, n:o 685. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1944. Helsinki.

—»— 833/44. Valtioneuvoston päätös järeän havupuun ohjehinnoista. Annettu Helsingissä 13 päivänä marraskuuta 1944, n:o 833. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1944. Helsinki.

—»— 873/44. Valtioneuvoston päätös polttopuiden ylimmistä hinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 30 päivänä marraskuuta 1944, n:o 873. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1944. Helsinki.

Valtioneuvosten päätös, 154/45. Valtioneuvoston päätös kaivospuun ylimmistä hinnoista. Annettu Helsingissä 15 päivänä helmikuuta 1945, n:o 154. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 245/45. Valtioneuvoston päätös järeän havupuun ohjehinnoista. Annettu Helsingissä 14 päivänä maaliskuuta 1945, n:o 245. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 260/45. Valtioneuvoston päätös paperipuun, kaivospuun, rullapuun ja kuituhaavan ylimmistä hinnoista hankinta- ja valmiin tavaran kaupoissa sekä polttopuun ylimmistä hinnoista hankintakaupoissa. Annettu Helsingissä 22 päivänä maaliskuuta 1945, n:o 260. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 425/45. Valtioneuvoston päätös veistetyn havupuutavaran, pylväiden, paalujen, pelkkojen ja muun niihin verrattavan havupuutavaran ylimmistä hinnoista. Annettu Helsingissä 14 päivänä toukokuuta 1945, n:o 425. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 601/45. Valtioneuvoston päätös eräissä uudistushakkuissa suoritettavasta hinnanlisästä ja erikoiskorvauksesta. Annettu Helsingissä 21 päivänä kesäkuuta 1945, n:o 601. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 742/45. Valtioneuvoston päätös poltto- ja rullapuun sekä kuituhaavan enimmäishinnoista. Annettu Helsingissä 12 päivänä heinäkuuta 1945, n:o 742. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 779/45. Valtioneuvoston päätös järeän havu- ja koivupuun sekä paperi- ja kaivospuun enimmäishinnoista. Annettu Helsingissä 12 päivänä heinäkuuta 1945, n:o 779. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 1081/45. Valtioneuvoston päätös hinnan järjestelystä eräissä metsäkaupoissa. Annettu Helsingissä 1 päivänä marraskuuta 1945, n:o 1081. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 1086/45. Valtioneuvoston päätös poltto- ja rullapuun sekä kuituhaavan enimmäishinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 8 päivänä marraskuuta 1945, n:o 1086. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 1087/45. Valtioneuvoston päätös järeän havu- ja koivupuun sekä paperi- ja kaivospuun enimmäishinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 8 päivänä marraskuuta 1945, n:o 1087. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 1110/45. Valtioneuvoston päätös poltto- ja rullapuun sekä kuituhaavan enimmäishinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 15 päivänä marraskuuta 1945, n:o 1110. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1945. Helsinki.

—»— 542/46. Valtioneuvoston päätös poltto- ja rullapuun sekä kuituhaavan enimmäishinnoista. Annettu Helsingissä 20 päivänä kesäkuuta 1946, n:o 542. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1946. Helsinki.

—»— 543/46. Valtioneuvoston päätös järeän havu- ja koivupuun sekä paperi- ja kaivospuun enimmäishinnoista. Annettu Helsingissä 20 päivänä kesäkuuta 1946, n:o 543. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1946. Helsinki.

—»— 551/46. Valtioneuvoston päätös hinnanjärjestelystä eräissä metsäkaupoissa annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 11 päivänä heinäkuuta 1946, n:o 551. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1946. Helsinki.

Valtioneuvoston päätös, 168/47. Valtioneuvoston päätös hinnan järjestelystä eräissä metsäkaupoissa annetun valtioneuvoston päätöksen 9 §:n 2 ja 3 momentin kumoamisesta. Annettu Helsingissä 27 päivänä helmikuuta 1947, n:o 168. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1947. Helsinki.

—»— 184/47. Valtioneuvoston päätös poltto- ja rullapuun sekä kuituhaavan enimmäishinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 6 päivänä maaliskuuta 1947, n:o 184. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1947. Helsinki.

—»— 185/47. Valtioneuvoston päätös järeän havu- ja koivupuun sekä paperi- ja kaivospuun enimmäishinnoista annetun valtioneuvoston päätöksen muuttamisesta. Annettu Helsingissä 6 päivänä maaliskuuta 1947, n:o 185. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1947. Helsinki.

Valtiovarainministeriön päätös, 176/54. Valtiovarainministeriön päätös verokuutiometrin rakenteesta eri osissa maata. Annettu Helsingissä 31 päivänä maaliskuuta 1954, n:o 176. Suomen asetuskokoelma vuodelta 1954. Helsinki.

Stumpage Price Level in Finland in 1934—1955

AN INVESTIGATION BASED ON THE MATERIALS USED FOR ASSESSING THE TAX CUBIC METRE

Summary

Introduction

The stumpage price statistics of a semi-official nature which constitute the basis of the investigation owe their origin to the new forest taxation system adopted in Finland in 1922. A central role in this system was played by the tax cu.m., solid measure, made up from different types of timber, and the money value of this unit. The Statute of 1932 made the Forest Research Institute in Finland responsible for an opinion on the tax cu.m. in every commune of the country; this opinion was at first submitted to the provincial governors and from 1942 to the Ministry on Finance. The task involved the compilation of stumpage statistics covering the country as a whole. Hence data on the stumpage prices of the most important kinds of timber were collected for the first time in the 1934—1935 logging season. The sampling was on a non-random basis. The method is also known as purposive sampling. The regional sampling unit employed was the commune, and on this basis data were collected throughout the period covered by the investigation. The initial work for the compilation of the statistics was done under the direction of Yrjö Ilvessalo, assisted first by E. E. Erkkilä and later by Paavo Harve. For the last few years the writer has been in charge of the statistics.

By stumpage price is meant in the investigation the unit price paid by the buyer to the seller for raw timber sold on the stump. Hence the stumpage price given here must be regarded as a sort of gross stumpage price. The term yield-cu.m. employed in the investigation means one stem-cu.m., solid measure — excluding stump, bark and the unutilised natural removal — made up of different kinds of timber in the ratio in which they are included according to the National Forest Inventory in the silvicultural cut of principally private forests. When the structural parts (kinds of timber) of this cu.m., solid measure, are priced against the stumpage price of a certain logging season, we get the price of the yield-cu.m. The temporal unit employed in the investigation is the logging season which is the length of a calender year but always begins on June 1 and ends on May 31 the following year.

The investigation is the first attempt in Finland to observe as an entity the fluctuations in stumpage price of the different types of timber of the raw timber market. This has been made possible by the fact that the price of the yield-cu.m., on which forest tax assessment is based, represents the aggregate of the stumpage prices fetched by our most important classes of timber. The price of a yield-cu.m. may be looked upon as the weighted average of the stumpage prices of the types of timber it contains. The weights used have been the timber type ratios of the silvicultural cut as calculated in the National Forest Inventory. The principal aim of the investigation is in fact to use yield-cu.m. prices to establish both the nominal

and the real stumpage price level in 1934—1955. A sort of by-product of this work is the establishment of both the provincial and national stumpage price index for the same period of time. In addition, the stumpage price level of different kinds of timber in the years 1949—1955 is discussed and the real stumpage prices obtained in these years are compared with the real prices of the pre-World War II logging seasons 1934—1935 and 1938—1939.

Material

The material was collected for the 20-year period by purposive selection. The regional unit from which the sample was drawn was the commune. The population of the selection was thus the raw wood deals made in each commune of the country during a certain felling season. Forest foremen of the district forestry boards acted as statistical agents for collecting the material. Indeed, their great knowledge of local conditions and professional skill made them almost the only possible forestry experts in Finland that could be considered for a task of this type. For each raw timber deal included in the sample the forestry foremen had to furnish, in addition to the unit price paid, certain data on the details of the transaction such as the time of closing the deal, the average horse-haulage distance, the type of timber, barking degree, unit of measurement, size and length of the timber and the normality or otherwise of the price paid. They each had, moreover, to provide information in each logging season on the percentual distribution of the quantities of timber sold by the periods of the year. For this purpose the logging season was divided into three parts.

Statistically speaking, the collection method employed is not the best possible. The sample is determined by the expert's idea of what is typical and representative. The potential error of human judgement thus attaches to the results. Furthermore, it is not possible to calculate limits of error for population parameters determined by means of a sample of this type.

It must be noted, however, that the majority of the communes in Finland are so small that forest foremen have the possibility of being fairly well acquainted with the raw timber deals made in them. Consequently the selection of typical values should not cause them any noteworthy difficulties. Moreover, as the aim has been to include the greatest possible number of raw wood deals in the samples the method has become quite serviceable in the cource of the years. In the logging season 1953—1954 the sample e.g. for the country as a whole included 20.4 per cent of the population. In the logging season 1954—1955 the corresponding sampling ratio was 13.5 per cent. In the pre-World War II period the samples were less representative.

The collection of control materials is of the greatest significance in assessing the reliability of the results. The stumpage price records maintained by the communal assessment boards were employed in the 1930s for checking and comparison. This method was abandoned in the post-World War II period and the forest industry's stumpage price records, containing the most reliable data on raw timber business, were utilised instead. The material collected from the forest industry in the logging season 1953—1954 included data on 26 100 raw timber deals. The total of price data items obtained during the same period from district forestry boards' forest foremen was 21 199. That logging season, however, represents a peak for control materials. The general aim has been to keep the total of deals in the control materials smaller than the total in the basic material collected by the forest foremen.

From the 1949—1950 felling season on forest foremen have been requested to classify their information on the quantities of timber sold in the commune during the season by the types of timber.

Treatment of the material

The quantities of timber in a deal, even where a single type of timber is involved, vary greatly as regards quality, measurements, barking degree, etc. Hence, in the treatment of the materials throughout the 20-years period, these factors have been made homogeneous as far as possible. The stumpage prices of all the different types of timber in the material have been converted to correspond to the prices fetched for a given horse-haulage distance on different long-distance transport routes. The stumpage prices for industrial cordwood, which in the material consists of spruce and pine pulpwood and pitprops, have been converted to correspond to the prices fetched for incompletely barked timber of a certain length. The stumpage prices for saw logs, again, have been converted to correspond to a certain average stem volume. These measures have helped to ensure relatively great comparability of prices.

The problem of the contraction and expansion of the timber logging areas due to movements of the business cycle, a phenomenon which constitutes the most difficult question of the price issue, has been solved for the present investigation by accepting for treatment only the stumpage prices of the so-called first market zones, viz. taxation zones. This has made it possible to exclude most of the areas in which there is hardly any market for raw timber, and consequently no stumpage price formation, during a depression. Thus it is fairly close to fact to say that the stumpage prices given here reflect the fluctuations in the raw timber price level.

Because in the 1930s the materials were treated on somewhat different bases from those applied in the last few years it has been necessary to use certain coefficients to convert the earlier stumpage statistics to conform with the later. This was necessary in part also for the prices of the period 1940—1948. Thanks to the conversions performed the prices of spruce pulpwood and pine cordwood given in the investigation represent in fact the price fetched for 2-metre incompletely barked timber. The saw timber prices given are those paid on an average for a stem of 10 cu.ft.

The logging season price by communes of each type of timber was calculated as an average weighted by the number of deals. The stumpage price given consequently represents the price level at which the majority of the raw timber deals were made during the logging season. Taxation technical considerations have been the reason for using as weights in calculating the average prices of the part periods the number of deals made at each price and not the quantity of timber involved in the deals. For the taxpayer an average weighted by the number of deals is decidedly more just than one weighted by the quantity of timber; the former represents the price obtained by most of the taxpaying forest owners. Isolated deals for large quantities of timber at exceptional prices thus cannot influence the average too markedly. Special statistical maps have been used for the comparison of the average prices by communes calculated from the basic material with the average prices obtained from the control material.

The yield-cu.m. price by communes was calculated from stumpage prices collected and treated in the manner described above. The following table illustrates the practical performance of the pricing for a commune in Southern Finland.

	Softwood Saw timber technical cu.ft.,	*Spruce pulpwood piled cu.m.*	*Pine cordwood piled cu.m.*	*Birch firewood piled cu.m.*	*Firewood of mixed species piled cu.m.*
structure	9.0	0.22	0.14	0.15	0.36
unit prices, marks	102	1 110	714	327	75
structural part × corresponding price ...	918	244	100	49	27

price of yield-cu.m. 918 + 244 + 100 + 49 + 26 = 1 338 marks.

Because of the difference between the structure of the yield-cu.m. in 1934—1941 and in 1942—1955, the prices of the former period have been corrected by coefficients calculated for the purpose to conform with the structure of the latter period.

Results of the investigation

The nominal values of the yield-cu.m. by provinces, shown in Table 6, are unweighted averages of the yield-cu.m. prices of the so-called first market, viz. taxation, zones of the rural communes belonging to each province. As far as possible, the calculations take the province as it was in 1955. In other words, an endeavour has been made to eliminate the effect of the postwar territorial cessions. The values given in Table 6 for the country as a whole represent the arithmetic mean of the yield-cu.m. prices of the provinces.

Table 6 shows that throughout the investigation period stumpage prices have been higher in Southern and South-Western Finland and in the western coastal regions, falling gradually towards the east and the north to their lowest values in the communes of Northern Lapland. This falling trend in stumpage prices in a northern and eastern direction has also been established in some earlier investigations: Saari (1931, 1923 and 1929), Pöntynen (1939), Harve (1937, 1938, and 1940) and Selin (1954). The principal reasons for the regional price fluctuation are very clear. Finland's most important export harbours, through which both forest industry products and raw timber are sent to world markets, are situated on the southern and south-western coast of the country. There are, it is true, notable export harbour in the central and northern parts of the Gulf of Bothnia, but they can be kept open throughout the year only in very mild winters. The further removed the forests are from the export harbours the lower is the stumpage price. It must be remembered that, floating excepted, timber is a very costly item to transport. Another noteworthy factor lowering stumpage prices in the northern and eastern part of the country is the sparse railway and road network and rather poor transport facilities in general in those areas. Not slight in its influence, either, is the fact that industry processing forest products is very limited in the country's northern and north-eastern parts. Locating industrial plants closer to the raw material sources would doubtless help to cut down the costs of transporting the goods to the export harbours as finished goods are cheaper to carry than a raw material like wood which, in addition to its difficult handling properties, contains sonsiderable quantities of water and also comparatively valueless bark material. Nor must it be forgotten that the cost of extracting timber, i.e. logging and short-distance transport, is higher on an average per unit in the northern parts than in the south.

Table 7 illustrates the movements of the real stumpage price level in Finland. The yield-cu.m. prices have been converted here by the overall index of home market commodities to the price level of the 1934—1935 logging year. This index was

selected as the standard of real value principally because it is fairly generally applied in analyses of this type. The table and Fig. 1 show that the investigation period includes two booms, the logging seasons 1937—1938 and 1951—1952, of which the latter was distinctly more prominent. Had price formation been free in the period between these two peaks the investigation could be regarded as including a complete phase of the business cycle. However, the official price controls applied during World War II and even in the post-war times reguire reserve in drawing conclusion from this phase of the business cycle. Indeed, it might be held that it cannot be regarded as a complete phase at all in the same sense as earlier interim periods between peaks of our raw timber market.

Table 8 gives the index, by provinces, of the real values of the yield-cu.m. Taking e.g. the indices for 1948—1949 and 1951—1952, it will be seen that the fluctuation in the stumpage price level has been sharper the poorer the forestry of the markets in question. The results thus reinforce the observations of earlier reseearchers: S a a r i (1931) and P i h a (1941). It will also be seen from the table that in the three logging seasons following the Korean boom 1951—1952 the real stumpage price level was relatively stable and fairly high. Only in the two booms mentioned above and in 1939—1940 was this level passed. In 1943—1946, when stumpage prices were controlled, the real values were among the lowest during the investigation period as a whole.

Also given is the stumpage price index based on the nominal yield-cu.m. values of the country as a whole, and this index is compared with the price index for exports of unsawed timber and with the general index of home market goods illustrating the general price level. Fig. 2 introduces the first two indices, showing that the curves follow one another relatively closely. Fig. 3 shows that the stumpage prices have not lagged behind the general price development, rather the contrary.

Stumpage price by types of timber, in the different water-system areas, 1949—1955

The water-system area classification followed in the investigation is based on the division employed by Y r j ö I l v e s s a l o in National Forestry Inventory II and adapted to present-day Finland. The stumpage price of each type of timber in a certain water-system area and during a particular logging season is the average of the unit stumpage prices fetched in the communes belonging to that water-system area, weighted by the sales quantities. Tables 10, 11, 12, 13 and 14 provide the results. The fluctuation of the prices by districts follows the same lines for all the types of timber as yield-cu.m. prices. Since nominal stumpage prices, because of the pronounced changes in the value of the Finnmark, are rather meaningless they have not been given much space in the present investigation.

Stumpage price in 1949—1955 in the light of some index calculations

A comparison was made between the real stumpage price in 1949—1955 and the corresponding figures in 1934—1935 and 1938—1939. The stumpage price of the logging season 1934—1935 was selected as the basis of the comparison firstly because the stumpage price level of different types of timber remained relatively stable and even during this season and in the seasons proximate to it. Secondly, this »year» was practically the same as the base year of the official wholesale price

index (general index of home market goods), i.e. the calendar year 1935. The logging season 1938—1939 was chosen as the second base year principally or the reason that 1938 is used as the base year in many economic calculations.

A comparison of the real stumpage price in the logging seasons of 1949—1955, by the different types of timber, with the corresponding figures for the period 1934—1935 shows that real values have developed most favourably for pine cordwood. Spruce pulpwood has made less favourable progress. For both these types of timber, however, the real value during the later logging seasons is well in excess of the 1934—1935 level. This is not the case, however, with the real values of firewood in the logging season 1954—1955. On the other hand the real values of firewood in 1950—1951, 1951—1952, 1952—1953 and 1953—1954 exceeded the level of the 1934—1935 period. The real values of softwood saw timber have remained relatively steady throughout the 1949—1955 period, and very considerably better than in 1934—1935. The 1949—1950 logging season, however, was an exception.

Comparisons with the results of some previous investigations indicate that both the real values and nominal values agree with the earlier calculations to a great extent (P e l t t a r i 1946, P ö n t y n e n 1939 and K o s k i k a l l i o 1951).

A comparison of stumpage price in the 1938—1939 logging season with the real values in 1949—1955 shows that the real stumpage price level of softwood saw timber and spruce pulpwood and pine cordwood, taken as an average for the country as a whole, exceeded in the post-Korean-boom seasons (1952—1953, 1953—1954 and 1954—1955) the level of 1938—1939. The advance was most perceptible for pine cordwood. The price indices of softwood saw timber, spruce pulpwood, pine cordwood and the yield-cu.m., given in Table 41, confirm the development seen for pine cordwood. Vigorously growing demad for this type of timber may be regarded as the principal reason for its very favourable price development.

Reliability of the results

The sector from which the material is taken is defined at the beginning of the investigation. Deals in company- and stateowned forest have remained outside the scope of the study, as was in fact intended. A few scattered deals in forest owned by communes and congregations may have been included in the population. They have, however, no practical significance because of the small size of communes and congregations in forest-ownership statistics.

The possibilities of error in drawing a purposive sample are somewhat different to those encountered in sampling on a random basis. Hence the question of whether statistical agents, in the present case the foremen of district forestry boards, can select the really most typical and general values from the population is the most difficult one. Owing to the small size of the populations forest foremen are likely to know them well. For the same reason, the drawing of the sample is hardly likely to constitute a problem. However, the fact that forest foremen did know that they were collecting material for taxation purposes may have affected the selection of the sample to some extent. H a r v e (1937), for instance, found that prices calculated on the basis of a sample drawn by forest foremen are probably on an average slightly below the prices really fetched.

The quantities of timber employed as weights cannot be considered especially reliable as regards absolute values. In all probability the quantities of timber really sold were greater than these figures indicate. As proportional delineators of the quantities of timber sold in different parts of the country, however, the figures are serviceable.

Standard error limits cannot be calculated as in a random sample. With the help of control materials, however, it is possible to establish the reliability of the results of a purposive sample also. Control of the population employed in the present investigation was based on material collected from large-scale forest industry enterprises. The results were very good. It was possible, for instance, to establish that no bias towards a certain direction was observable in the results based on the sample drawn by forest foremen. Some forest foremen tended to include in the sample disproportionately high prices, others leaned towards lower prices.

Over-rigid methods employed in the treatment of the material may have occasioned certain errors in the results. The conversion of all prices to correspond to the prices fetched for a certain short-distance transport route has caused some distortion in the results because in the years of the study the real horse-haulage trips were actually longer in the northern and north-estern parts of Finland than in the centre and south. Owing to the method employed the prices of all types of timber have probably been raised to a higher value than the actual one in the northern and north-eastern parts of the country. Also, converting the prices of all saw logs to the price fetched for trees of a certain average stem volume has introduced a similar error in the final results. Firewood prices in the investigation are also lower than in reality for years of poor demand; this because of the endeavour by cutting firewood prices to solve some taxation technical difficulties in assessing the tax cu.m.

The results of the investigation also suffer somewhat from the deficiencies in the materials resulting from the war and the exceptional circumstances that followed it. The yield-cu.m. prices of the 1940—1941 and 1948—1949 logging seasons should be regarded with a certain reserve.

Conclusions

The results of the investigation indicate that the material collected for forest taxation purposes at the Forest Research Institute will, at very small additional cost, serve to provide continuous stumpage price statistics by types of timber. It would be possible in the same connection to calculate by logging seasons the stumpage price index based on the yield-cu.m. price. This index could be incorporated in our official statistics. However, before these measures can be realised it would be necessary to make certain adjustments and revisions in the methods for the treatment and collection of materials. The most important of these would be the adjustments connected with the so-called basic hauling distances and the mean volume of the saw log stems.

Taulukko 1. Ylimitta ja sen vaikutuksen eliminoimisessa kantohintaan käytetyt muuntoluvut [1])

Table 1. Overrun and the conversion factors employed in the elimination of its effect on the stumpage price [1]).

Ylimitta *Overrun*	Halot *Firewood*	Paperipuut — *Pulpwood*						Kaivospuut - *Pitprops*	
		Etelä-Suomi — *Southern Finland*			Pohjois-Suomi - *Northern Finland*			Koko maa *All Finland*	
		kuorellinen *unbarked*	puolipuhdas-*incompletely barked*	täyspuhdas *barked clean*	kuorellinen *unbarked*	puolipuhdas-*incompletely barked*	täyspuhdas *barked clean*	puolipuhdas *unbarked*	kuorellinen *incompletely barked*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	—	0.91	—	1.10	0.87	—	1.10	—	0.91
5 %	1.05	0.96	1.05	1.15	0.91	1.05	1.15	1.05	0.96
7.5 %	1.075	0.98	1.075	1.18	0.93	1.075	1.18	1.075	0.98
10 %	1.10	1.00	1.10	1.21	0.95	1.10	1.21	1.10	1.00
15 %	1.15	1.05	1.15	1.26	1.00	1.15	1.26	1.15	1.05
20 %	1.20	1.09	1.20	1.32	1.04	1.20	1.32	1.20	1.09

[1]) Muuntoluvut todennäköisesti E. E. Erkkilän laskemia. — *Conversion factors probably calculated by E. E.*

Taulukko 2. Puustokuutiometrin alueittainen perusrakenne.

Table 2. Basic structure by areas of the yield-cu.m.

Lääni tai alue *Province or area*	Jaretatä puuta tekn.j[3] kuoretta *Large-sized timber technical cu.ft., barked*	Pyöreätä pinotavaraa *Round cordwood*			Polttо- ja hiiltopuuta *Firewood and charcoal wood*		
		Kuusipaperipuuta *Spruce pulpwood*	Mäntypinotavaraa *Pine cordwood*	Yhteensä *Total*	Lehtipuuta *Hardwood*	Havupuuta *Softwood*	Yhteensä *Total*
		pm[3], puolipuhtaana *piled cu.m., incompletely barked*			pm[3], kuorineen *piled cu.m. unbarked*		
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Porin ja Hämeen lääneissä sekä Ahvenanmaalla — *The provinces of Uusimaa, Turku—Pori and Häme and the Aaland Islands*	9.0	0.22	0.14	0.36	0.25	0.26	0.51
2. Viipurin, Mikkelin, Kuopion ja Vaasan lääneissä — *The provinces of Viipuri, Mikkeli, Kuopio and Vaasa*	7.5	0.16	0.19	0.35	0.38	0.28	0.66
3. Oulun läänin lounaisosassa [1]) — *The south-western part of the province of Oulu*[1])	6.0	0.16	0.26	0.42	0.30	0.39	0.69
4. Muualla Oulun läänissä ja Lapin läänissä — *Elsewhere in the province of Oulu and Lapland*	8.0	0.17	0.20	0.37	0.26	0.24	0.50
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	8.2	0.18	0.18	0.36	0.36	0.27	0.63

Taulukko 3. Puustokuutiometrin alueittainen perusrakenne hinnoittelutehtävissä v. 1942—55.

Table 3. Basic structure by areas of the yield-cu.m. in 1942—1955.

Alue — *Area*	Järeätä puuta tekn.j³ kuoretta *Large-sized timber barked*	Pyöreätä pinotavaraa *Round cordwood*		Polttopuuta *Firewood*	
		Kuusipaperpuuta *Spruce pulpwood*	Mäntypinotavaraa *Pine cordwood*	Koivuhalkoa *Birch firewood*	Sekahalkoa *Firewood of mixed species*
		pm³, puolipuhtaana *piled cu.m., incompletely barked*		pm³, kuorineen *piled cu.m. unbarked*	
1	2	3	4	5	6
1. Uudenmaan, Turun ja Porin ja Hämeen läänit, Ahvenanmaan maakunta sekä Kymen läänistä Anjalan, Elimäen, Iitin, Jaalan ja Kuusankosken kunnat — *The provinces of Uusimaa, Turku and Pori, and Häme, the Aaland Islands, and from the province of Kymi the communes of Anjala, Elimäki, Iitti, Jaala and Kuusankoski*	9.0	0.22	0.14	0.15	0.36
2. Kymen lääni paitsi kohdassa 1. mainittuja kuntia sekä Kuopion, Mikkelin ja Vaasan läänit — *The province of Kymi excl. the communes mentioned under item 1, and the p ovinces of Kuopio, Mikkeli and Vaasa*	7.5	0.16	0.19	0.25	0.41
3. Oulun lääni paitsi jäljempänä kohdassa 4. mainittuja kuntia — *The province of Oulu excl. the communes mentioned below under item 4.*	6.0	0.16	0.26	0.20	0.49
4. Oulun läänistä Hyrynsalmen kunta, Kajaanin maalaiskunta, Kuhmon, Kuusamon, Paltamon, Pudasjärven, Puolangan, Ristijärven, Sotkamon, Suomussalmen, Taivalkosken, Vaalan ja Vuolijoen kunnat sekä Lapin lääni — *From the province of Oulu the communes of Hy ynsalmi, the rural commune of Kajaani, the communes of Kuhmo, Kuusamo, Paltamo, Pudasjärvi, Puolanka, Ristijärvi, Sotkamo, Suomussalmi, Taivalkoski, Vaala and Vuolijoki, and the province of Lapland*	8.0	0.17	0.20	0.15	0.35

Taulukko 4. Eri puutavaralajien osuus puustokuutiometrin hinnasta lääneittäin hakkuukautena 1953—54.

Table 4. The proportion of different types of timber in the yield-cu.m. price, by provinces, in the logging season 1953—1954.

Lääni — *Province*	Puutavaralaji — *Type of timber*					
	havusahapuu *Softwood*	kuusipaperipuu *Saw timber*	mäntypinotavara *Spruce pulpwood*	koivuhalko *Pine corwood*	sekahalko *Birch firewood*	yhteensä *Total*
	%					
1	2	3	4	5	6	7
Uudenmaan	61.4	16.5	7.7	6.4	8.0	100.0
Turun ja Porin	63.3	15.3	6.1	6.4	8.9	100.0
Hämeen	64.6	15.7	6.5	5.9	7.3	100.0
Kymen	57.5	14.2	10.1	9.5	8.7	100.0
Mikkelin	61.3	14.5	10.3	8.5	5.4	100.0
Kuopion	66.2	14.8	9.0	7.6	2.4	100.0
Vaasan	56.2	13.7	10.5	11.0	8.6	100.0
Oulun	50.4	16.2	16.2	8.5	8.7	100.0
Lapin	75.2	13.0	5.2	3.5	3.1	100.0
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	60.9	15.0	8.6	7.7	7.8	100.0

Taulukko 5. Maamme kuntien [1]) jakaantuminen ryhmiin metsämaan verotusvyöhykkeiden lukumäärän perusteella v. 1953.

Table 5. Distribution of communes into groups according to the number of tax assessment zones in 1953.

Lääni — *County*	Yksi verotusvyöhyke *One tax assessment zone*	Kaksi verotusvyöhykettä *Two tax assessment zones*	Kolme verotusvyöhykettä *Three tax assessment zones*	Yhteensä kuntia *Total of communes*
1	2	3	4	5
Uudenmaan	39	4	—	43
Turun ja Porin	92	13	10	115
Hämeen	49	13	2	64
Kymen	14	11	9	34
Mikkelin	8	12	13	33
Kuopion	10	22	20	52
Vaasan	65	26	9	100
Oulun	17	26	14	57
Lapin	3	8	11	22
Koko maa — *Whole country*	297	135	88	520

[1]) Ahvenanmaan maakunta ei ole sisällytetty lukuihin. — *The Aaland Isles are not included in the figures.*

Taulukko 6. Puustokuutiometrin hinnat

Table 6. The yield-cu.m. price, by

Hakkuukausi — *Logging season*	1934—35	1935—36	1936—37	1937—38	1938—39	1939—40	1940—41	1941—42
Lääni — *Province*	mk/puusto-m³ —							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uudenmaan — *Uusimaa*	49	54	81	112	84	115	139	163
Turun ja Porin — *Turku and Pori*	53	63	92	120	94	119	145	170
Hämeen — *Häme*	47	54	80	115	83	110	132	155
Kymen — *Kymi*	44	46	69	100	74	95	116	138
Mikkelin — *Mikkeli*	38	38	58	89	61	81	101	121
Kuopion — *Kuopio*	35	35	53	86	59	71	87	103
Vaasan — *Vaasa*	42	44	72	96	76	92	112	131
Oulun — *Oulu*	32	32	53	78	54	58	81	105
Lapin — *Lapland*	27	24	40	69	40	48	64	80
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	41	43	66	96	69	88	109	130

Taulukko 7. Puustokuutiometrin hintojen kotimarkkinatavarain yleis-

Table 7. The real yield-cu.m. price measured by the general index of

Hakkuukausi — *Logging season*	1934—35	1935—36	1936—37	1937—38	1938—39	1939—40	1940—41	1941—42	1942—43
Lääni — *Province*	mk/puusto-m³ —								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Uudenmaan	49	54	74	93	75	88	80	78	62
Turun ja Porin	53	63	84	99	84	91	84	81	63
Hämeen	47	54	73	95	74	84	76	74	58
Kymen	44	46	63	83	66	73	67	66	55
Mikkelin	38	38	53	74	54	62	58	58	50
Kuopion	35	35	49	71	53	54	50	49	45
Vaasan	42	44	66	79	68	70	65	62	52
Oulun	32	32	49	64	48	44	47	50	45
Lapin	27	24	37	57	36	37	37	38	30
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	41	43	61	79	62	67	63	62	51

Taulukko 8. Puustokuutiometrin hintojen reaali-

Table 8. The index of the real yield-

Hakkuukausi — *Logging season*	1934—35	1935—36	1936—37	1937—38	1938—39	1939—40	1940—41	1941—42
Lääni — *Province*	Hakkuukauden 1934—35 reaaliarvot = 100 —							
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Uudenmaan	100	110	151	190	153	180	163	159
Turun ja Porin	100	119	158	187	158	172	158	153
Hämeen	100	115	155	202	157	179	162	157
Kymen	100	105	143	189	150	166	152	150
Mikkelin	100	100	139	195	142	163	153	153
Kuopion	100	100	140	203	151	154	143	140
Vaasan	100	105	157	188	162	167	155	148
Oulun	100	100	153	200	150	138	147	156
Lapin	100	89	137	211	133	137	137	141
Koko maa — *Whole country*	100	105	149	193	151	163	154	151

lääneittäin ja hakkuukausittain v. 1934—55.

provinces and logging seasons, in 1934—1955.

1942—43	1943—44	1944—45	1945—46	1946—47	1947—48	1948—49	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
marks/yield-cu.m.												
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
158	158	158	238	276	601	486	621	1 214	2 259	1 348	1 361	1 415
161	161	161	242	274	599	470	721	1 382	2 424	1 479	1 437	1 461
148	148	148	223	258	540	427	610	1 167	2 328	1 366	1 313	1 388
141	141	141	227	253	470	406	453	858	1 887	1 181	1 079	1 169
128	128	128	206	234	409	347	340	692	1 710	1 045	936	1 037
115	115	115	185	208	331	254	289	603	1 504	957	832	875
134	134	134	201	227	417	329	524	1 051	2 011	1 292	1 191	1 126
115	115	115	173	202	314	251	342	677	1 651	955	829	841
78	78	78	132	139	187	140	194	404	1 082	567	556	495
131	131	131	203	230	430	346	455	894	1 873	1 132	1 059	1 090

indeksillä mitatut reaaliarvot lääneittäin v. 1934—35; 1934—35 = 100.

home market commodities, by provinces, in 1934—1955. 1934—1935 = 100.

1943—44	1944—45	1945—46	1946—47	1947—48	1948—49	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55	Keskimäärin 1934—55
marks/yield-cu.m.												
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
55	50	44	38	65	44	55	82	120	77	79	83	69
56	51	45	38	64	43	63	93	129	84	84	85	73
52	47	41	36	58	39	54	79	124	78	76	81	66
49	45	42	35	51	37	40	58	101	67	63	68	58
45	41	38	33	44	32	30	47	91	60	55	61	51
40	36	34	29	36	23	25	41	80	55	48	51	45
47	42	37	32	45	30	46	71	107	74	69	66	58
40	36	32	28	34	23	30	46	88	54	48	49	44
27	25	24	19	20	13	17	27	58	32	32	29	31
46	41	38	32	46	31	40	60	100	65	62	64	55

arvojen indeksi lääneittäin v. 1934—55.

cu.m. price, by provinces, in 1934—1955.

1942—43	1943—44	1944—45	1945—46	1946—47	1947—48	1948—49	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
Real value of the 1934—1935 logging season = 100												
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
127	112	102	90	78	133	90	112	167	245	157	161	169
119	106	96	85	72	121	81	119	175	243	158	158	160
123	111	100	87	77	123	83	115	168	264	166	162	172
125	111	102	95	80	116	84	91	132	230	152	143	155
132	118	108	100	87	116	84	79	124	239	158	145	161
129	114	103	97	83	103	66	71	117	229	157	137	146
124	112	100	88	76	107	71	110	169	255	176	164	157
141	125	113	100	88	106	72	94	144	275	169	150	153
111	100	93	89	70	74	48	63	100	215	119	119	107
124	112	100	93	78	112	76	98	146	244	159	151	156

Taulukko 9. Havusahapuun ja kuusipaperipuun kantohinnat vesistöalueittain v. 1934—39. Harveen laskemat.

Table 9. The stumpage price by water-system areas of softwood saw timber and spruce pulpwood in 1934—1939. Calculations by Harve.

Vesistöalue *Water-system area*	Sahapuu — *Saw timber* mk/j³ — *marks/cu.ft.* Hakkuukausi — *Logging season*					Kuusipaperipuu *Spruce pulpwood* mk/pm³ — *marks/piled cu.m.* Hakkuukausi — *Logging season*				
	1934—35	1935—36	1936—37	1937—38	1938—39	1934—35	1935—36	1936—37	1937—38	1938—39
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Lounaisen rannikon — *South-Western coast*	3.50	3.90	5.80	6.60	6.20	51	51	74	125	79
Eteläisen rannikon — *Southern coast*	3.40	3.60	5.10	6.60	5.60	43	45	68	120	75
Kokemäenjoen läntinen — *Western Kokemäenjoki*	3.40	3.70	5.40	7.10	5.80	43	44	67	125	72
Kokemäenjoen itäinen — *Eastern Kokemäenjoki*	3.30	3.70	5.40	6.90	5.70	40	43	62	114	74
Päijänteen eteläinen — *Southern Päijänne*	3.30	3.40	5.00	6.60	5.40	45	45	60	116	78
Päijänteen pohjoinen — *Northern Päijänne*	2.90	3.10	4.70	6.50	5.40	34	34	51	115	87
Saimaan eteläinen — *Southern Saimaa*	3.20	3.00	4.70	6.20	5.00	43	42	63	123	73
Saimaan pohjoinen — *Northern Saimaa*	3.00	2.90	4.20	5.90	4.90	38	40	57	121	67
Pielisen — *Pielinen*	2.90	2.90	4.30	5.60	4.60	37	39	52	111	63
Pohjanmaan eteläinen — *Southern Ostrobothnia*	3.30	3.50	5.30	6.30	5.80	47	50	79	115	80
Pohjanmaan pohjoinen — *Northern Ostrobothnia*	2.80	2.90	4.70	5.60	4.70	42	45	68	111	71
Oulujoen — *Oulujoki*	2.60	2.50	3.90	5.20	3.70	37	35	55	105	69
Simo—Ii—Kiiminkijoen — *Simojoki—Iijoki—Kiiminkijoki*	2.50	2.50	4.00	5.30	3.80	35	32	49	101	61
Tornion—Muonionjoen — *Tornionjoki—Muonionjoki*	2.30	2.40	3.70	5.50	3.70	27	27	43	101	44
Kemijoen — *Kemijoki*	2.60	2.50	3.60	5.60	3.60	29	26	40	92	51
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	3.00	3.10	4.65	6.10	4.93	39.4	39.9	59.2	113.0	69.6

Taulukko 10. Havusahapuun ja kuusipaperipuun kunnittaisilla myyntimäärillä painotetut ja painottamattomat vesistöalueittaiset kantohinnat hakkuukausina 1934—35 ja 1938—39.

Table 10. The stumpage price by water-system areas, weighted and unweighted by the quantities of softwood saw timber and spruce pulpwood sold in the various communes, in the 1934—1935 and 1938—1939 logging seasons.

Vesistöalue *Water-system area*	Sahapuu mk/j³ *Saw timber marks/cu.ft.*				Kuusipaperipuu mk/pm³ *Spruce pulpwood marks/piled cu.m.*			
	Painotettu *Weighted*		Painottamaton *Unweighted*		Painotettu *Weighted*		Painottamaton *Unweighted*	
	Hakkuukausi — *Logging season*							
	1934—35	1938—39	1934—35	1938—39	1934—35	1938—39	1934—35	1938—39
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Lounaisen rannikon	3.68	6.51	3.50	6.20	51	74	51	79
2. Eteläisen rannikon	3.47	5.93	3.40	5.60	49	73	43	75
3. Kokemäenjoen läntinen ..	3.39	6.04	3.40	5.80	44	67	43	72
4. Kokemäenjoen itäinen ...	3.34	5.98	3.30	5.70	42	70	40	74
5. Päijänteen eteläinen	3.28	5.58	3.30	5.40	45	73	45	78
6. Päijänteen pohjoinen	2.98	5.79	2.90	5.40	35	80	34	87
7. Saimaan eteläinen	3.28	5.23	3.20	5.00	43	70	43	73
8. Saimaan pohjoinen	3.15	5.23	3.00	4.90	40	63	38	67
9. Pielisen	2.89	4.90	2.90	4.60	38	59	37	63
10. Pohjanmaan eteläinen ...	3.58	6.06	3.30	5.80	50	76	47	80
11. Pohjanmaan pohjoinen ..	2.84	5.01	2.80	4.70	44	68	42	71
12. Oulujoen	2.59	3.74	2.60	3.70	33	61	37	69
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	2.06	3.72	2.50	3.80	32	52	35	61
14. Tornion—Muonionjoen ...	2.72	3.78	2.30	3.70	29	44	27	44
15. Kemijoen	2.62	3.78	2.60	3.60	31	49	29	51
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	3.14	5.23	3.00	4.93	41.8	71.7	39.4	69.6

Taulukko 11. Havusahapuun kantohinnat hakkuukausittain v. 1949—55.

Table 11. The softwood stumpage price, by logging seasons, in 1949—1955.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/j³ — *marks/cu. ft.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Lounaisen rannikon	50	97	138	95	103	109
2. Eteläisen rannikon	40	75	130	87	93	105
3. Kokemäenjoen läntinen	43	90	150	97	96	107
4. Kokemäenjoen itäinen	44	81	146	93	95	107
5. Päijänteen eteläinen	30	59	124	83	81	97
6. Päijänteen pohjoinen	25	52	117	80	75	86
7. Saimaan eteläinen	22	51	106	76	74	86
8. Saimaan pohjoinen	22	46	100	73	72	90
9. Pielisen	19	49	100	81	76	76
10. Pohjanmaan eteläinen	41	84	133	94	98	102
11. Pohjanmaan pohjoinen	33	65	113	75	77	88
12. Oulujoen	20	40	99	45	49	54
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen	20	40	80	49	45	48
14. Tornio—Muonionjoen	25	49	88	55	69	52
15. Kemijoen	20	38	83	50	55	47
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	34	64	119	83	84	93

Taulukko 12. Kuusipaperipuun kantohinnat hakkuukausittain v. 1949—55.

Table 12. The spruce pulpwood stumpage price, by logging seasons, in 1949—1955.

Päävesistöalue *Main vater-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Lounaisen rannikon	472	888	2 270	1 047	1 011	1 163
2. Eteläisen rannikon	424	825	2 083	1 018	1 007	1 195
3. Kokemäenjoen läntinen	418	833	2 126	999	928	1 141
4. Kokemäenjoen itäinen	403	784	2 060	910	937	1 105
5. Päijänteen eteläinen	379	683	1 938	933	873	1 143
6. Päijänteen pohjoinen	281	650	1 770	840	820	1 004
7. Saimaan eteläinen	327	622	1 836	977	863	1 063
8. Saimaan pohjoinen	294	613	1 752	873	772	945
9. Pielisen	219	525	1 584	806	703	793
10. Pohjanmaan eteläinen	443	946	2 292	1 011	1 040	1 138
11. Pohjanmaan pohjoinen	365	843	2 073	1 003	996	1 108
12. Oulujoen	229	590	1 797	763	687	774
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen	195	498	1 618	813	594	620
14. Tornio—Muonionjoen	99	533	1 581	732	516	634
15. Kemijoen	134	340	1 411	593	531	502
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	346	699	1 918	942	887	1 031

Taulukko 13. Mäntypinotavaran kantohinnat hakkuukausittain v. 1949—55.

Table 13. The pine cordwood stumpage price, by logging seasons, in 1949—1955.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Lounaisen rannikon	383	650	1 952	792	643	842
2. Eteläisen rannikon	332	603	1 649	676	726	886
3. Kokemäenjoen läntinen	316	649	1 748	731	611	813
4. Kokemäenjoen itäinen	305	604	1 698	593	589	762
5. Päijänteen eteläinen	310	508	1 533	622	537	778
6. Päijänteen pohjoinen	193	432	1 407	517	482	695
7. Saimaan eteläinen	250	441	1 402	587	490	684
8. Saimaan pohjoinen	207	389	1 335	488	411	592
9. Pielisen	156	276	1 102	394	334	438
10. Pohjanmaan eteläinen	350	651	1 900	803	688	772
11. Pohjanmaan pohjoinen	282	515	1 665	787	594	736
12. Oulujoen	132	279	1 480	428	322	449
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen	116	257	1 336	593	403	411
14. Tornio—Muonionjoen	58	248	1 221	263	150	286
15. Kemijoen	42	158	1 157	153	149	284
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	268	469	1 504	612	515	676

Taulukko 14. Koivuhalon kantohinnat hakkuukausittain v. 1949—55.

Table 14. The birch firewood stumpage price, by logging seasons, in 1949—1955.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Lounaisen rannikon	341	628	974	675	627	454
2. Eteläisen rannikon	284	533	880	681	575	399
3. Kokemäenjoen läntinen	250	522	919	609	481	301
4. Kokemäenjoen itäinen	280	512	921	706	523	329
5. Päijänteen eteläinen	204	395	765	521	421	232
6. Päijänteen pohjoinen	155	271	581	455	239	148
7. Saimaan eteläinen	168	285	657	392	329	160
8. Saimaan pohjoinen	140	236	589	401	291	123
9. Pielisen	117	172	400	279	197	68
10. Pohjanmaan eteläinen	296	515	961	586	526	292
11. Pohjanmaan pohjoinen	230	333	628	495	398	245
12. Oulujoen	123	201	527	319	347	73
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen	108	157	310	243	201	101
14. Tornio—Muonionjoen	160	142	398	272	269	101
15. Kemijoen	125	172	457	248	205	70
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	198	350	679	463	383	224

Taulukko 15. Sekahalon kantohinnat hakkuukausittain v. 1949—55.

Table 15. The stumpage price of firewood of mixed species, by logging seasons, in 1949—1955.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Lounaisen rannikon	211	430	680	441	334	158
2. Eteläisen rannikon	167	342	602	486	320	124
3. Kokemäenjoen läntinen	134	339	639	436	312	112
4. Kokemäenjoen itäinen	159	321	621	414	266	122
5. Päijänteen eteläinen	83	194	471	354	239	56
6. Päijänteen pohjoinen	35	133	286	249	96	22
7. Saimaan eteläinen	68	70	344	244	136	19
8. Saimaan pohjoinen	48	43	290	187	90	—
9. Pielisen	16	25	135	69	17	—
10. Pohjanmaan eteläinen	170	330	590	345	278	86
11. Pohjanmaan pohjoinen	124	147	332	332	241	60
12. Oulujoen	56	28	298	182	200	10
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen	62	67	285	180	141	16
14. Tornio—Muonionjoen	50	60	123	100	65	—
15. Kemijoen	42	52	159	56	84	—
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	123	226	459	338	250	95

Taulukko 16. Havusahapuun kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. Indekseissä 1934—35 = 100. Lähde: taulukot 10 ja 11.

Table 16. The real softwood saw timber stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Tables 10 and 11.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/j³ — *marks/cu. ft.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	3.68	4.39	6.55	7.36	5.41	6.00	6.37
2. Eteläisen rannikon	3.47	3.51	5.06	6.93	4.96	5.42	6.14
3. Kokemäenjoen läntinen	3.39	3.78	6.08	8.00	5.53	5.59	6.25
4. Kokemäenjoen itäinen	3.34	3.87	5.47	7.78	5.30	5.53	6.25
5. Päijänteen eteläinen	3.28	2.64	3.98	6.61	4.73	4.72	5.67
6. Päijänteen pohjoinen	2.98	2.20	3.51	6.24	4.56	4.37	5.03
7. Saimaan eteläinen	3.28	1.93	3.44	5.65	4.33	4.31	5.03
8. Saimaan pohjoinen	3.15	1.93	3.11	5.33	4.16	4.19	5.26
9. Pielisen	2.89	1.67	3.31	5.33	4.62	4.43	4.44
10. Pohjanmaan eteläinen	3.58	3.60	5.67	7.09	5.36	5.71	5.96
11. Pohjanmaan pohjoinen	2.84	2.90	4.39	6.02	4.27	4.48	5.14
12i Oulujoen	2.59	1.76	2.70	5.28	2.56	2.85	3.16
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen	2.06	1.76	2.70	4.26	2.79	2.62	2.81
14. Tornio—Muonionjoen	2.72	2.20	3.31	4.69	3.13	4.02	3.04
15. Kemijoen	2.62	1.76	2.57	4.42	2.85	3.20	2.75
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	3.14	2.99	4.32	6.34	4.73	4.89	5.44

Taulukko 17. Havusahapuun kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. 1934—35 = 100. Lähde: taulukko 16.

Table 17. The index of the real softwood saw timber stumpage price in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 16.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1934—35 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	119	178	200	147	163	173
2. Eteläisen rannikon	100	101	146	200	143	156	177
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	112	179	236	163	165	184
4. Kokemäenjoen itäinen	100	116	164	233	159	166	187
5. Päijänteen eteläinen	100	80	121	202	144	144	173
6. Päijänteen pohjoinen	100	74	118	209	153	147	169
7. Saimaan eteläinen	100	59	105	172	132	131	153
8. Saimaan pohjoinen	100	61	99	169	132	133	167
9. Pielisen	100	58	115	184	160	153	154
10. Pohjanmaan eteläinen	100	101	158	198	150	159	166
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	102	155	212	150	158	181
12. Oulujoen	100	68	104	204	99	110	122
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	85	131	207	135	127	136
14. Tornio—Muonionjoen	100	81	122	172	115	148	112
15. Kemijoen	100	67	98	169	109	122	105
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	95	138	202	151	156	173

Taulukko 18. Kuusipaperipuun kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. Indekseissä 1934—35 = 100. Lähde: taulukot 10 ja 12.

Table 18. The real spruce pulpwood stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Tables 10 and 12.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	51	41	60	121	60	59	68
2. Eteläisen rannikon	49	37	56	111	58	59	70
3. Kokemäenjoen läntinen ...	44	37	56	113	57	54	67
4. Kokemäenjoen itäinen	42	35	53	110	52	55	65
5. Päijänteen eteläinen	45	33	46	103	53	51	67
6. Päijänteen pohjoinen	35	25	44	94	48	48	59
7. Saimaan eteläinen	43	29	42	98	56	50	62
8. Saimaan pohjoinen	40	26	41	93	50	45	55
9. Pielisen	38	19	35	84	46	41	46
10. Pohjanmaan eteläinen	50	39	64	122	58	61	67
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	44	32	57	111	57	58	65
12i Oulujoen	33	20	40	96	43	40	45
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	32	17	34	86	46	35	36
14. Tornio—Muonionjoen	29	9	36	84	42	30	37
15. Kemijoen	31	12	23	75	34	31	29
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	42	30	47	102	53	52	60

Taulukko 19. Kuusipaperipuun kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. 1934 = 100. Lähde: taulukko 18.

Table 19. The index of the real spruce pulpwood stumpage price in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 18.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1934—35 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	80	118	237	118	116	133
2. Eteläisen rannikon	100	76	144	227	118	120	143
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	84	127	257	130	123	152
4. Kokemäenjoen itäinen	100	83	126	262	124	131	155
5. Päijänteen eteläinen	100	73	102	229	118	113	149
6. Päijänteen pohjoinen	100	71	126	269	137	137	169
7. Saimaan eteläinen	100	67	98	228	130	116	144
8. Saimaan pohjoinen	100	65	103	233	125	113	138
9. Pielisen	100	50	92	221	121	108	121
10. Pohjanmaan eteläinen	100	78	128	244	116	122	134
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	73	130	252	130	132	148
12. Oulujoen	100	61	121	291	130	121	136
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	53	106	269	144	109	113
14. Tornio—Muonionjoen	100	31	124	290	145	103	182
15. Kemijoen	100	39	74	242	110	100	94
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	71	112	243	126	124	143

Taulukko 20. Mäntypaperipuun kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. Indekseissä 1934—35 = 100. Lähde: taulukko 13.

Table 20. The real pine pulpwood stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 13.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	26	34	44	104	45	37	49
2. Eteläisen rannikon	22	29	41	88	39	42	52
3. Kokemäenjoen läntinen ...	17	28	44	93	42	36	48
4. Kokemäenjoen itäinen	16	27	41	91	34	34	54
5. Päijänteen eteläinen	15	27	34	82	35	31	45
6. Päijänteen pohjoinen	8	17	29	75	29	28	41
7. Saimaan eteläinen	17	22	30	75	33	29	40
8. Saimaan pohjoinen	10	18	26	71	28	24	35
9. Pielisen	10	14	19	59	22	19	26
10. Pohjanmaan eteläinen	20	31	44	101	46	40	45
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	18	25	35	89	45	35	43
12. Oulujoen	13	12	19	79	24	19	26
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	14	10	17	71	34	23	24
14. Tornio—Muonionjoen	19	5	17	65	15	9	17
15. Kemijoen	15	4	11	62	9	9	17
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	15	24	32	80	35	30	40

Taulukko 21. Mäntypaperipuun kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. 1934—35 = 100. Lähde: taulukko 20.
Table 21. The index of the real pine pulpwood stumpage price in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 20.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1934—35 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	131	169	400	173	142	188
2. Eteläisen rannikon	100	132	186	400	177	191	236
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	165	259	547	247	212	282
4. Kokemäenjoen itäinen	100	169	256	569	213	213	338
5. Päijänteen eteläinen	100	180	227	547	233	207	300
6. Päijänteen pohjoinen	100	213	363	938	363	350	513
7. Saimaan eteläinen	100	129	176	441	194	171	235
8. Saimaan pohjoinen	100	180	260	710	280	240	350
9. Pielisen	100	140	190	590	220	190	260
10. Pohjanmaan eteläinen	100	155	220	505	230	200	225
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	139	194	494	250	194	239
12. Oulujoen	100	92	146	608	185	146	200
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	71	121	507	243	164	171
14. Tornio—Muonionjoen	100	26	89	342	79	47	89
15. Kemijoen	100	27	73	413	60	60	113
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	160	213	533	233	200	267

Taulukko 22. Koivuhalon kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. Indekseissä 1934—35 = 100. Lähde: taulukko 14.
Table 22. The real birch firewood stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 14.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging seaon*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	17	30	42	52	38	37	27
2. Eteläisen rannikon	15	25	36	47	39	33	23
3. Kokemäenjoen läntinen ...	15	22	35	49	35	28	18
4. Kokemäenjoen itäinen	13	25	35	49	40	30	19
5. Päijänteen eteläinen	12	18	27	41	30	25	14
6. Päijänteen pohjoinen	8	14	18	31	26	14	9
7. Saimaan eteläinen	11	15	19	35	22	19	9
8. Saimaan pohjoinen	9	12	16	31	23	17	7
9. Pielisen	10	10	12	21	16	11	4
10. Pohjanmaan eteläinen	14	26	35	51	33	31	17
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	13	20	22	33	28	23	14
12. Oulujoen	8	11	14	28	18	20	4
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	7	9	11	17	14	12	6
14. Tornio—Muonionjoen	8	14	10	21	15	16	6
15. Kemijoen	9	11	12	24	14	12	4
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	11	17	24	36	26	22	13

Taulukko 23. Koivuhalon kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. 1934—35 = 100. Lähde: taulukko 22.

Table 23. The index of the real birch firewood stumpage price in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 22.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1934—35 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	176	247	306	224	218	159
2. Eteläisen rannikon	100	167	240	313	260	220	153
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	147	233	327	233	187	120
4. Kokemäenjoen itäinen	100	192	269	377	308	231	146
5. Päijänteen eteläinen	100	150	225	342	250	208	117
6. Päijänteen pohjoinen	100	175	225	388	325	175	113
7. Saimaan eteläinen	100	136	173	318	200	173	82
8. Saimaan pohjoinen	100	133	178	344	256	189	78
9. Pielisen	100	100	120	210	160	110	40
10. Pohjanmaan eteläinen	100	186	250	364	236	221	121
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	154	169	254	215	177	108
12. Oulujoen	100	138	175	350	225	250	50
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	129	157	243	200	171	86
14. Tornio—Muonionjoen	100	175	125	263	188	200	75
15. Kemijoen	100	122	133	267	156	133	44
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	155	218	327	236	200	118

Taulukko 24. Sekahalon kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. Indekseissä 1934—35 = 100. Lähde: taulukko 15.

Table 24. The real stumpage price of firewood of mixed species measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 15.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	9	19	29	36	25	19	9
2. Eteläisen rannikon	7	15	23	32	28	19	7
3. Kokemäenjoen läntinen ...	7	12	23	34	25	18	7
4. Kokemäenjoen itäinen	6	14	22	33	24	15	7
5. Päijänteen eteläinen	6	7	13	25	20	14	3
6. Päijänteen pohjoinen	3	3	9	15	14	6	1
7. Saimaan eteläinen	5	6	5	18	14	8	1
8. Saimaan pohjoinen	5	4	3	15	11	5	—
9. Pielisen	2	1	2	7	4	1	—
10. Pohjanmaan eteläinen	7	15	22	31	20	16	5
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	5	11	10	18	19	14	4
12. Oulujoen	2	5	2	16	10	12	1
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	2	5	5	15	10	8	1
14. Tornio—Muonionjoen	2	4	4	7	6	4	—
15. Kemijoen	3	4	4	8	3	5	—
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	6	11	15	24	19	15	6

Taulukko 25. Sekahalon kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1934—35. 1934—35 = 100. Lähde: taulukko 24.

Table 25. The index of the real stumpage price of firewood of mixed species in 1949—1955 and in the 1934—1935 logging season. 1934—1935 = 100. Source: Table 24.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging seaon*						
	1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1934—35 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	211	322	400	278	211	100
2. Eteläisen rannikon	100	214	329	457	400	271	100
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	171	329	486	357	257	100
4. Kokemäenjoen itäinen	100	233	367	550	400	250	117
5. Päijänteen eteläinen	100	117	217	417	333	233	50
6. Päijänteen pohjoinen	100	100	300	500	467	200	33
7. Saimaan eteläinen	100	120	100	360	280	160	20
8. Saimaan pohjoinen	100	80	60	300	220	100	—
9. Pielisen	100	50	100	350	200	50	—
10. Pohjanmaan eteläinen	100	214	314	443	286	229	71
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	220	200	360	380	280	80
12. Oulujoen	100	250	100	800	500	600	50
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	250	250	750	500	400	50
14. Tornio—Muonionjoen	100	200	200	350	300	200	—
15. Kemijoen	100	133	133	267	100	167	—
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	183	250	400	317	250	100

Taulukko 26. Havusahapuun kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. 1938—39 = 100. Lähde: taulukot 10 ja 11.

Table 26. The real softwood saw timber stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the logging season of 1938—1939. 1938—1939 = 100. Source: Tables 10 and 11.

Päävesistöalue *Maen water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/j³ — *marks/cu. ft.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	6.51	4.92	7.34	8.24	6.06	6.72	7.13
2. Eteläisen rannikon	5.93	3.94	5.67	7.76	5.55	6.07	6.87
3. Kokemäenjoen läntinen ...	6.04	4.23	6.81	8.96	6.19	6.26	7.00
4. Kokemäenjoen itäinen	5.98	4.33	6.13	8.72	5.93	6.20	7.00
5. Päijänteen eteläinen	5.58	2.95	4.46	7.40	5.30	5.28	6.35
6. Päijänteen pohjoinen	5.79	2.46	3.93	6.99	5.11	4.89	5.63
7. Saimaan eteläinen	5.23	2.17	3.86	6.33	4.85	4.83	5.63
8. Saimaan pohjoinen	5.23	2.17	3.48	5.97	4.66	4.70	5.89
9. Pielisen	4.90	1.87	3.71	5.97	5.17	4.96	4.97
10. Pohjanmaan eteläinen	6.06	4.04	6.35	7.94	6.00	6.39	6.68
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	5.01	3.25	4.92	6.75	4.79	5.02	5.76
12. Oulujoen	3.74	1.97	3.03	5.91	2.87	3.20	3.53
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	3.72	1.97	3.03	4.78	3.13	2.94	3.14
14. Tornio—Muonionjoen	3.78	2.46	3.71	5.25	3.51	4.50	3.40
15. Kemijoen	3.78	1.97	2.87	4.96	3.19	3.59	3.08
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	5.23	3.35	4.84	7.10	5.30	5.48	6.09

Taulukko 27. Havusahapuun kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. 1938—39 = 100. Lähde: taulukko 26.

Table 27. The index of the real softwood saw timber stumpage price in 1949—1955 and in the logging season of 1938—1939. 1938—1939 = 100. Source: Table 26.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1938—39 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	76	113	127	93	103	110
2. Eteläisen rannikon	100	66	96	131	94	102	116
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	70	113	148	102	104	116
4. Kokemäenjoen itäinen	100	72	103	146	99	104	117
5. Päijänteen eteläinen	100	53	80	133	95	95	114
6. Päijänteen pohjoinen	100	42	68	121	88	84	97
7. Saimaan eteläinen	100	41	74	121	93	92	108
8. Saimaan pohjoinen	100	41	67	114	89	90	113
9. Pielisen	100	38	76	122	106	101	101
10. Pohjanmaan eteläinen	100	67	105	131	99	105	110
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	65	98	135	96	100	115
12i Oulujoen	100	53	81	158	77	86	94
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	53	81	128	84	79	84
14. Tornio—Muonionjoen	100	65	98	139	93	119	90
15. Kemijoen	100	52	76	131	84	95	81
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	64	93	136	101	105	116

Taulukko 28. Kuusipaperipuun kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. Indekseissä 1938—39 = 100. Lähde: taulukot 10 ja 12.

Table 28. The real spruce pulpwood stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1938—1939 logging season. 1938—1939 = 100. Source: Tables 10 and 12.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	74	46	67	136	67	66	76
2. Eteläisen rannikon	73	42	62	124	65	66	78
3. Kokemäenjoen läntinen ...	67	41	63	127	64	61	75
4. Kokemäenjoen itäinen	70	40	59	123	58	61	72
5. Päijänteen eteläinen	73	37	52	116	60	57	75
6. Päijänteen pohjoinen	80	28	49	106	54	53	66
7. Saimaan eteläinen	70	32	47	110	62	56	70
8. Saimaan pohjoinen	63	29	46	105	56	50	62
9. Pielisen	59	22	40	95	51	46	52
10. Pohjanmaan eteläinen	76	44	72	137	65	68	74
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	68	36	64	124	64	65	73
12. Oulujoen	61	23	45	107	49	45	51
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	52	19	38	97	52	39	41
14. Tornio—Muonionjoen	44	10	40	94	47	34	41
15. Kemijoen	49	13	26	84	38	35	33
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	72	34	53	115	59	58	67

Taulukko 29. Kuusipaperipuun kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. 1938—39 = 100. Lähde: taulukko 28.

Table 29. The index of the real spruce pulpwood stumpage price in 1949—1955 and in the 1938—1939 logging season. 1938—1939 = 100. Source: Table 28.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1938—39 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	62	91	184	91	89	103
2. Eteläisen rannikon	100	58	85	170	89	90	107
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	61	94	190	96	91	112
4. Kokemäenjoen itäinen	100	57	84	175	83	87	103
5. Päijänteen eteläinen	100	51	71	159	82	78	103
6. Päijänteen pohjoinen	100	35	61	133	68	66	83
7. Saimaan eteläinen	100	46	67	157	89	80	100
8. Saimaan pohjoinen	100	46	73	167	89	79	98
9. Pielisen	100	37	68	161	86	78	88
10. Pohjanmaan eteläinen	100	58	95	180	86	89	97
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	53	94	182	94	96	107
12. Oulujoen	100	38	74	175	80	74	84
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	37	73	187	100	75	79
14. Tornio—Muoniojoen	100	23	91	214	107	77	93
15. Kemijoen	100	27	53	171	78	71	67
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	47	74	160	82	81	93

Taulukko 30. Mäntypinotavaran kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. Indekseissä 1938—39 = 100. Lähde: taulukko 13.

Table 30. The real pine cordwood stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1938—1939 logging season. 1938—1939 = 100. Source: Table 13.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	7	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	43	38	49	117	51	42	55
2. Eteläisen rannikon	37	33	46	98	43	47	58
3. Kokemäenjoen läntinen ...	36	31	49	104	47	40	53
4. Kokemäenjoen itäinen	29	30	46	101	38	38	50
5. Päijänteen eteläinen	23	31	38	92	40	35	51
6. Päijänteen pohjoinen	21	19	33	84	33	31	45
7. Saimaan eteläinen	29	25	33	84	37	32	45
8. Saimaan pohjoinen	28	20	29	80	31	27	39
9. Pielisen	12	15	21	66	25	22	29
10. Pohjanmaan eteläinen	40	34	49	113	51	45	51
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	32	28	39	99	50	39	48
12i Oulujoen	18	13	21	88	27	21	29
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	23	11	19	80	38	26	27
14. Tornio—Muonionjoen	15	6	19	73	17	10	19
15. Kemijoen	14	4	12	69	10	10	19
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	27	26	35	90	39	34	44

Taulukko 31. Mäntypinotavaran kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. 1938—39 = 100. Lähde: taulukko 30.

Table 31. The index of the real pine cordwood stumpage price in 1949—1955 and in the 1938—1939 logging season. 1938—1939 = 100. Source: Table 30.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1938—39 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	88	114	272	119	98	128
2. Eteläisen rannikon	100	89	124	265	116	127	157
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	86	136	289	131	111	147
4. Kokemäenjoen itäinen	100	103	159	348	131	131	172
5. Päijänteen eteläinen	100	135	165	400	174	152	222
6. Päijänteen pohjoinen	100	90	157	400	157	148	214
7. Saimaan eteläinen	100	86	114	290	128	110	155
8. Saimaan pohjoinen	100	71	104	286	111	96	139
9. Pielisen	100	125	175	550	208	183	242
10. Pohjanmaan eteläinen	100	85	123	283	128	113	128
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	88	122	309	156	122	150
12. Oulujoen	100	72	117	489	150	117	161
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	48	83	348	165	113	117
14. Tornio—Muonionjoen	100	40	127	487	113	67	127
15. Kemijoen	100	29	86	493	71	71	136
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	96	130	333	144	126	163

Taulukko 32. Koivuhalon kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. Indekseissä 1938—39 = 100. Lähde: taulukko 14.

Table 32. The real birch firewood stumpage price measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the logging season of 1938—1939. 1938—1939 = 100. Source: Table 14.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	40	34	48	58	43	41	30
2. Eteläisen rannikon	30	28	40	53	43	37	26
3. Kokemäenjoen läntinen ...	31	25	39	55	39	31	20
4. Kokemäenjoen itäinen	29	28	39	55	45	34	22
5. Päijänteen eteläinen	26	20	30	46	33	27	15
6. Päijänteen pohjoinen	20	15	20	35	29	16	10
7. Saimaan eteläinen	20	17	22	39	25	21	10
8. Saimaan pohjoinen	19	14	18	35	26	19	8
9. Pielisen	16	12	13	24	18	13	4
10. Pohjanmaan eteläinen	25	29	39	57	37	34	19
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	19	23	25	37	32	26	16
12i Oulujoen	15	12	15	31	20	23	5
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	11	11	12	19	16	13	7
14. Tornio—Muonionjoen	14	16	11	24	17	18	7
15. Kemijoen	15	12	13	27	16	13	5
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	22	19	26	41	30	25	15

Taulukko 33. Koivuhalon kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—1939. 1938—39 = 100. Lähde: taulukko 32.

Table 33. The index of the real birch firewood stumpage price in 1949—1955 and in the 1938—1939 logging season. 1938—1939 = 100. Source: Table 32.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1938—39 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	85	120	145	108	103	75
2. Eteläisen rannikon	100	93	133	177	143	123	87
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	81	126	177	126	100	65
4. Kokemäenjoen itäinen	100	97	134	190	155	117	76
5. Päijänteen eteläinen	100	77	115	177	127	104	58
6. Päijänteen pohjoinen	100	75	100	175	145	80	50
7. Saimaan eteläinen	100	85	110	195	125	105	50
8. Saimaan pohjoinen	100	74	95	184	137	100	42
9. Pielisen	100	75	81	150	113	81	25
10. Pohjanmaan eteläinen	100	116	156	228	148	136	76
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	121	132	195	168	137	84
12. Oulujoen	100	80	100	207	133	153	33
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	100	109	173	145	118	64
14. Tornio—Muonionjoen	100	114	79	171	121	129	50
15. Kemijoen	100	80	87	180	107	87	33
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	86	118	186	136	114	68

Taulukko 34. Sekahalon kantohintojen tukkuhintaindeksillä mitatut reaaliarvot v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. Indekseissä 1938—39 = 100. Lähde: taulukko 15.

Table 34. The real stumpage price of firewood of mixed species measured by the wholesale price index, in 1949—1955 and in the 1938—1939 logging season. 1938—1939 = 100. Source: Table 15.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	21	21	33	41	28	22	10
2. Eteläisen rannikon	16	16	26	36	31	21	8
3. Kokemäenjoen läntinen ...	16	13	26	38	28	20	7
4. Kokemäenjoen itäinen	13	16	24	37	26	17	8
5. Päijänteen eteläinen	12	8	15	28	23	16	4
6. Päijänteen pohjoinen	10	3	10	17	16	6	1
7. Saimaan eteläinen	11	7	5	21	16	9	1
8. Saimaan pohjoinen	9	5	3	17	12	6	—
9. Pielisen	6	2	2	8	4	1	—
10. Pohjanmaan eteläinen	13	17	25	35	22	18	6
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	10	12	11	20	21	16	4
12i Oulujoen	8	6	2	18	12	13	1
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	5	6	5	17	11	9	1
14. Tornio—Muonionjoen	5	5	5	7	6	4	—
15. Kemijoen	4	4	4	9	4	5	—
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	13	12	17	27	22	16	6

Taulukko 35. Sekahalon kantohintojen reaaliarvojen indeksi v. 1949—55 ja hakkuukautena 1938—39. 1938—39 — 100. Lähde: taulukko 34.

Table 35. The index of the real stumpage price of firewood of mixed species in 1949—1955 and in the 1938—1939 logging season. 1938—1939 = 100. Source: Table 34.

Päävesistöalue *Main water-system area*	Hakkuukausi — *Logging season*						
	1938—39	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1938—39 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Lounaisen rannikon	100	100	157	195	133	105	48
2. Eteläisen rannikon	100	100	163	225	194	131	50
3. Kokemäenjoen läntinen ...	100	81	163	238	175	125	44
4. Kokemäenjoen itäinen	100	123	185	285	200	131	62
5. Päijänteen eteläinen	100	67	125	233	192	133	33
6. Päijänteen pohjoinen	100	30	100	170	160	60	10
7. Saimaan eteläinen	100	64	45	191	145	82	9
8. Saimaan pohjoinen	100	56	33	189	133	67	—
9. Pielisen	100	33	33	133	67	17	—
10. Pohjanmaan eteläinen	100	131	192	269	169	138	46
11. Pohjanmaan pohjoinen ...	100	120	110	200	210	160	40
12. Oulujoen	100	75	25	225	150	163	13
13. Simo—Ii—Kiiminkijoen ..	100	120	100	340	220	180	20
14. Tornio—Muonionjoen	100	100	100	140	120	80	—
15. Kemijoen	100	100	100	225	100	125	—
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	100	92	131	208	169	123	46

Taulukko 36. Havusahapuun kantohinnat hakkuukausittain ja metsänhoitolautakunnittain v. 1949—55.

Table 36. Softwood saw timber stumpage price, by logging seasons and district forestry boards, in 1949—1955.

Metsänhoitolautakunta *District forestry board*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/j³ — *marks/cu.ft.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Helsingin — *Helsinki*	43	85	127	84	95	100
2. Lounais-Suomen — *South-Western Finland*	50	97	143	96	104	109
3. Satakunnan — *Satakunta*	47	95	152	102	101	111
4. Uudenmaan—Hämeen — *Uusimaa—Häme*	43	81	140	88	95	107
5. Pohjois-Hämeen — *Northern Häme*	42	85	148	96	96	105
6. Itä-Hämeen — *Eastern Häme*	35	66	130	84	87	102
7. Etelä-Savon — *Southern Savo*	24	52	108	78	78	91
8. Etelä-Karjalan — *Southern Karelia*	31	61	115	80	78	94
9. Itä-Savon — *Eastern Savo*	21	49	106	77	73	85
10. Pohjois-Karjalan — *Northern Karelia*	20	50	101	79	75	77
11. Pohjois-Savon — *Northern Savo*	22	47	102	75	72	81
12. Keski-Suomen — *Central Finland*	28	57	124	82	79	91
13. Etelä-Pohjanmaan — *Southern Ostrobothnia*	40	80	128	93	97	100
14. Vaasan — *Vaasa*	38	83	122	88	94	97
15. Keski-Pohjanmaan — *Central Ostrobothnia*	33	64	113	78	77	90
16. Kainuun — *Kainuu*	19	36	97	43	47	52
17. Pohjois-Pohjanmaan — *Northern Ostrobothnia*	27	51	92	60	59	71
18. Lapin — *Lapland*	21	41	84	50	53	50
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	34	64	119	83	84	93

Taulukko 37. Kuusipaperipuun kantohinnat hakkuukausittain ja metsänhoitolautakunnittain v. 1949—55.

Table 37. Spruce pulpwood stumpage price, by logging seasons and district forestry boards, in 1949—1955.

Metsänhoitolautakunta *District forestry board*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Helsingin — *Helsinki*	440	901	2 206	1 003	1 079	1 216
2. Lounais-Suomen — *South-Western Finland*	459	872	2 255	1 075	993	1 157
3. Satakunnan — *Satakunta*	465	921	2 248	1 068	966	1 183
4. Uudenmaan—Hämeen — *Uusimaa—Häme*	431	828	2 079	930	956	1 107
5. Pohjois-Hämeen — *Northern Häme*	412	769	2 077	915	938	1 114
6. Itä-Hämeen — *Eastern Häme*	392	776	1 968	988	917	1 156
7. Etelä-Savon — *Southern Savo*	342	605	1 858	945	922	1 127
8. Etelä-Karjalan — *Southern Karelia*	390	742	2 000	1 020	920	1 206
9. Itä-Savon — *Eastern Savo*	319	605	1 786	985	787	1 040
10. Pohjois-Karjalan — *Northern Karelia*	238	569	1 610	854	750	835
11. Pohjois-Savon — *Northern Savo*	289	601	1 746	856	766	959
12. Keski-Suomen — *Central Finland*	332	709	1 874	871	856	1 037
13. Etelä-Pohjanmaan — *Southern Ostrobothnia*	393	877	2 225	945	1 001	1 114
14. Vaasan — *Vaasa*	437	1 039	2 311	1 122	1 112	1 182
15. Keski-Pohjanmaan — *Central Ostrobothnia*	353	814	1 964	961	971	1 093
16. Kainuun — *Kainuu*	220	569	1 772	751	674	765
17. Pohjois-Pohjanmaan — *Northern Ostrobothnia*	357	657	1 808	907	782	937
18. Lapin — *Lapland*	111	402	1 440	654	525	545
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	346	699	1 918	924	887	1 031

Taulukko 38. Mäntypinotavaran kantohinnat hakkuukausittain ja metsänhoitolautakunnittain v. 1949—55.

Table 38. Pine cordwood stumpage price, by logging seasons and district forestry boards in 1949—1955.

Metsänhoitolautakunta *District forestry board*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Helsingin — *Helsinki*	370	650	1 842	658	781	754
2. Lounais-Suomen — *South-Western Finland*	389	650	1 967	798	561	902
3. Satakunnan — *Satakunta*	354	647	1 936	772	705	867
4. Uudenmaan—Hämeen — *Uusimaa—Häme*	352	638	1 727	613	692	800
5. Pohjois-Hämeen — *Northern Häme*	320	628	1 773	610	605	847
6. Itä-Hämeen — *Eastern Häme*	305	537	1 589	677	565	790
7. Etelä-Savon — *Southern Savo*	267	445	1 500	601	489	762
8. Etelä-Karjalan — *Southern Karelia*	312	564	1 531	660	605	799
9. Itä-Savon — *Eastern Savo*	235	443	1 339	570	486	691
10. Pohjois-Karjalan — *Northern Karelia*	176	333	1 131	423	384	471
11. Pohjois-Savon — *Northern Savo*	205	390	1 368	474	401	619
12. Keski-Suomen — *Central Finland*	235	468	1 453	547	523	712
13. Etelä-Pohjanmaan — *Southern Ostrobothnia*	316	625	1 837	824	641	725
14. Vaasan — *Vaasa*	350	650	1 850	976	750	781
15. Keski-Pohjanmaan — *Central Ostrobothnia*	280	543	1 704	734	585	775
16. Kainuun — *Kainuu*	102	254	1 443	371	282	375
17. Pohjois-Pohjanmaan — *Northern Ostrobothnia*	285	418	1 549	737	518	634
18. Lapin — *Lapland*	363	181	1 153	208	151	266
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	268	469	1 504	612	515	676

Taulukko 39. Koivuhalon kantohinnat hakkuukausittain ja metsänhoitolautakunnittain v. 1949—55.

Table 39. Birch firewood stumpage price, by logging seasons and district forestry boards, in 1949—1955.

Metsänhoitolautakunta *District forestry board*	Hakkuukausi — *Logging season*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ — *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Helsingin — *Helsinki*	304	597	907	728	554	427
2. Lounais-Suomen — *South-Western Finland*	341	643	994	702	659	473
3. Satakunnan — *Satakunta*	298	565	1 020	534	529	317
4. Uudenmaan—Hämeen — *Uusimaa—Häme*	294	545	932	687	621	373
5. Pohjois-Hämeen — *Northern Häme*	248	506	909	624	459	226
6. Itä-Hämeen — *Eastern Häme*	188	418	792	545	444	297
7. Etelä-Savon — *Southern Savo*	168	327	705	426	365	198
8. Etelä-Karjalan — *Southern Karelia*	224	406	774	459	394	240
9. Itä-Savon — *Eastern Savo*	156	248	615	353	298	138
10. Pohjois-Karjalan — *Northern Karelia*	125	191	438	297	225	83
11. Pohjois-Savon — *Northern Savo*	139	240	574	395	273	133
12. Keski-Suomen — *Central Finland*	196	342	687	512	342	199
13. Etelä-Pohjanmaan — *Southern Ostrobothnia*	284	443	818	628	506	313
14. Vaasan — *Vaasa*	322	559	931	892	679	318
15. Keski-Pohjanmaan — *Central Ostrobothnia*	195	322	620	450	290	224
16. Kainuun — *Kainuu*	108	190	486	311	335	58
17. Pohjois-Pohjanmaan — *Northern Ostrobothnia*	168	240	466	362	311	165
18. Lapin — *Lapland*	107	166	435	244	207	73
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	198	350	679	463	383	224

Taulukko 40. Sekahalon kantohinnat hakkuukausittain ja metsänhoitolautakunnittain v. 1949—55.

Table 40. Stumpage price of firewood of mixed species, by logging seasons and district forestry boards, in 1949—1955.

Metsänhoitolautakunta *District forestry board*	Hakkuukausi — *Logging season* 1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	mk/pm³ *marks/piled cu.m.*					
1	2	3	4	5	6	7
1. Helsingin — *Helsinki*	182	388	604	436	264	169
2. Lounais-Suomen — *South-Western Finland*	210	443	691	416	349	180
3. Satakunnan — *Satakunta*	171	386	666	393	364	153
4. Uudenmaan—Hämeen — *Uusimaa—Häme*	170	362	630	444	323	110
5. Pohjois-Hämeen — *Northern Häme*	140	302	609	352	236	94
6. Itä-Hämeen — *Eastern Häme*	114	215	513	416	285	82
7. Etelä-Savon — *Southern Savo*	66	116	409	223	108	6
8. Etelä-Karjalan — *Southern Karelia*	121	198	475	349	244	90
9. Itä-Savon — *Eastern Savo*	54	48	324	189	84	—
10. Pohjois-Karjalan — *Northern Karelia*	24	30	177	89	43	—
11. Pohjois-Savon — *Northern Savo*	47	46	285	182	81	—
12. Keski-Suomen — *Central Finland*	75	180	401	366	192	43
13. Etelä-Pohjanmaan — *Southern Ostrobothnia*	159	271	548	369	267	88
14. Vaasan — *Vaasa*	193	365	638	505	305	47
15. Keski-Pohjanmaan — *Central Ostrobothnia*	103	150	283	328	186	20
16. Kainuun — *Kainuu*	56	27	273	190	188	—
17. Pohjois-Pohjanmaan — *Northern Ostrobothnia*	69	85	342	270	211	49
18. Lapin — *Lapland*	43	49	143	78	73	—
Keskimäärin koko maassa — *Average in the country as a whole*	123	226	459	338	250	95

Taulukko 41. Havusahapuun, kuusipaperipuun, mäntypinotavaran sekä puustokuutiometrin hintaindeksit v. 1949—55. Koko valtakunnan arvot. Indekseissä 1934—35 = 100.

Table 41. The price indices of softwood saw timber, spruce pulpwood, pine cordwood and the yield-cu.m., in 1949—1955. Values for the country as a whole. 1934—1935 = 100.

Puutavaralaji *Type of timber*	Hakkuukausi — *Logging season* 1934—35	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
	1934—35 = 100						
1	2	3	4	5	6	7	8
Puustokuutiometri — *Yield-cu.m.*	100	1 110	2 180	4 568	2 761	2 583	2 659
Havusahapuu — *Softwood saw timber*	100	1 083	2 038	3 790	2 643	2 675	2 962
Kuusipaperipuu — *Spruce pulpwood*	100	824	1 664	4 567	2 200	2 112	2 455
Mäntypinotavara — *Pine cordwood*	100	1 787	3 127	10 027	4 080	3 433	4 507

Taulukko 42. Havusahapuun ja kuusipaperipuun myyntimäärät varsinai- 1951—52, 1952—53, 1953—54 ja 1954—55. Määriä on

Table 42. Softwood saw timber and spruce pulpwood sales from private forests proper, and 1954—1955. The quantities have been employed in the

Vesistöalue *Water-system area*	Havusahapuu — *Softwood* milj. tekn. j³ — *million*			
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53
1	2	3	4	5
Lounaisen rannikon	7.75	8.57	5.23	5.73
Eteläisen rannikon	15.11	12.78	7.98	7.65
Kokemäenjoen läntinen	20.86	18.61	13.06	9.09
Kokemäenjoen itäinen	9.43	8.88	6.55	4.48
Päijänteen eteläinen	22.87	26.87	21.80	13.69
Päijänteen pohjoinen	9.90	23.28	10.78	7.13
Saimaan eteläinen	14.34	19.56	19.06	13.03
Saimaan pohjoinen	5.46	7.97	6.78	5.10
Pielisen	3.78	7.70	5.32	4.80
Pohjanmaan eteläinen	17.57	13.22	10.59	6.36
Pohjanmaan pohjoinen	5.34	6.94	2.78	3.43
Oulujoen	2.77	4.30	3.88	1.82
Simo—Ii—Kiiminkijoen	1.37	2.12	2.83	1.27
Tornion—Muonionjoen	1.84	2.27	2.56	0.28
Kemijoen	3.71	5.29	7.36	0.84
Koko maa — *Whole country*	142.10	168.36	126.56	84.70

Taulukko 43. Mäntypinotavaran, koivu- ja sekahalon myyntimäärät var- —51, 1951—52, 1952—53, 1953—54 ja 1954—55. Määriä on

Table 43. The sales of pine cordwood, birch firewood and firewood of mixed species 1950—1951, 1951—1952, 1952—1953, 1953—1954, and 1954—1955. The quant-

Vesistöalue *Water-system area*	Mäntypinotavara — *Pine cordwood* 1 000 pm³ — *1 000 piled cu.m.*					
	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
1	2	3	4	5	6	7
Lounaisen rannikon	5	4	85	11	10	68
Eteläisen rannikon	67	121	174	42	58	143
Kokemäenjoen läntinen	74	176	253	58	85	169
Kokemäenjoen itäinen	18	40	47	14	27	52
Päijänteen eteläinen	81	206	445	88	166	574
Päijänteen pohjoinen	74	353	529	97	166	530
Saimaan eteläinen	111	141	625	144	409	805
Saimaan pohjoinen	46	138	226	65	51	228
Pielisen	24	75	254	61	54	202
Pohjanmaan eteläinen	141	340	494	145	113	280
Pohjanmaan pohjoinen	142	265	505	146	143	391
Oulujoen	32	154	389	139	88	252
Simo—Ii—Kiiminkijoen	33	56	295	64	48	108
Tornion—Muonionjoen	8	44	66	4	5	25
Kemijoen	7	136	260	6	14	84
Koko maa — *Whole country*	863	2 249	4 647	1 084	1 437	3 911

sista yksityismetsistä vesistöalueittain hakkuukausina 1949—50, 1950—51, käytetty tutkimuksessa keskiarvolaskelmien painolukuina.

by water-system areas, in the logging seasons 1949—1950, 1950—1951, 1952—1953, investigation as weights for the calculation of averages.

saw timber	Kuusipaperipuu — *Spruce pulpwood*						
technical cu.ft.	1 000 pm³ — *1 000 piled cu.m.*						
Hakkuukausi — *Logging season*							
1953—54	1954—55	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
6	7	8	9	10	11	12	13
10.05	10.92	74	270	428	107	212	366
10.60	14.78	288	612	768	245	546	796
16.48	19.26	311	737	1 124	268	572	955
7.79	7.73	104	272	453	81	209	325
16.14	24.19	270	640	862	185	366	823
13.56	16.99	209	1 259	963	231	414	927
18.12	21.61	255	730	981	332	438	665
6.91	7.49	222	1 084	1 131	257	541	1 002
6.99	6.07	138	383	628	188	202	391
12.58	14.00	277	813	1 016	263	502	903
5.37	6.76	187	618	632	188	477	767
2.82	3.36	148	482	734	210	218	575
3.78	3.66	86	330	566	100	143	258
0.65	0.65	39	179	104	17	8	66
1.92	4.50	59	310	307	31	77	182
133.76	161.97	2 667	8 719	10 697	2 703	4 925	9 001

sinaisista yksityismetsistä vesistöalueittain hakkuukausina 1949—50, 1950 käytetty tutkimuksessa keskiarvolaskelmien painolukuina.

from private forests proper, by water-system areas, in the logging seasons 1949—1950, ities have been employed in the investigation as weights for the calculation of averages.

Koivuhalko — *Birch firewood*						Sekahalko — *Firewood of mixed species*					
1 000 pm³ — *1 000 piled cu.m.*						1 000 pm³ — *1 000 piled cu.m.*					
Hakkuukausi — *Logging season*											
1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55	1949—50	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
23	81	140	75	78	113	29	102	132	113	133	152
63	149	240	158	141	151	59	111	196	114	144	152
111	335	360	165	155	109	79	195	221	94	145	195
46	105	116	54	71	32	49	98	109	50	54	89
230	610	737	371	252	321	57	221	212	79	64	69
135	566	630	201	126	162	19	132	149	39	29	22
303	494	892	553	357	284	63	126	210	105	80	37
149	324	689	413	210	163	27	80	188	70	61	17
108	205	361	202	106	67	11	65	66	33	19	10
147	227	312	294	168	239	92	202	250	189	164	145
63	191	334	137	135	121	31	96	189	65	80	47
5	113	181	106	55	92	9	32	33	29	20	25
28	49	102	76	66	41	7	33	60	16	13	16
4	19	30	18	35	26	3	2	13	4	9	10
15	45	102	46	76	38	5	6	10	10	23	24
1 430	3 513	5 226	2 869	2 031	1 959	540	1 501	2 038	1 010	1 038	1 010

Taulukko 44. Veronalaisen metsämaan jakaantuminen lääneittäin verotusvyöhykkeisiin yksityisten, yhtiöiden, kuntien ja seurakuntien omistuksessa olevissa metsissä v. 1953—55.

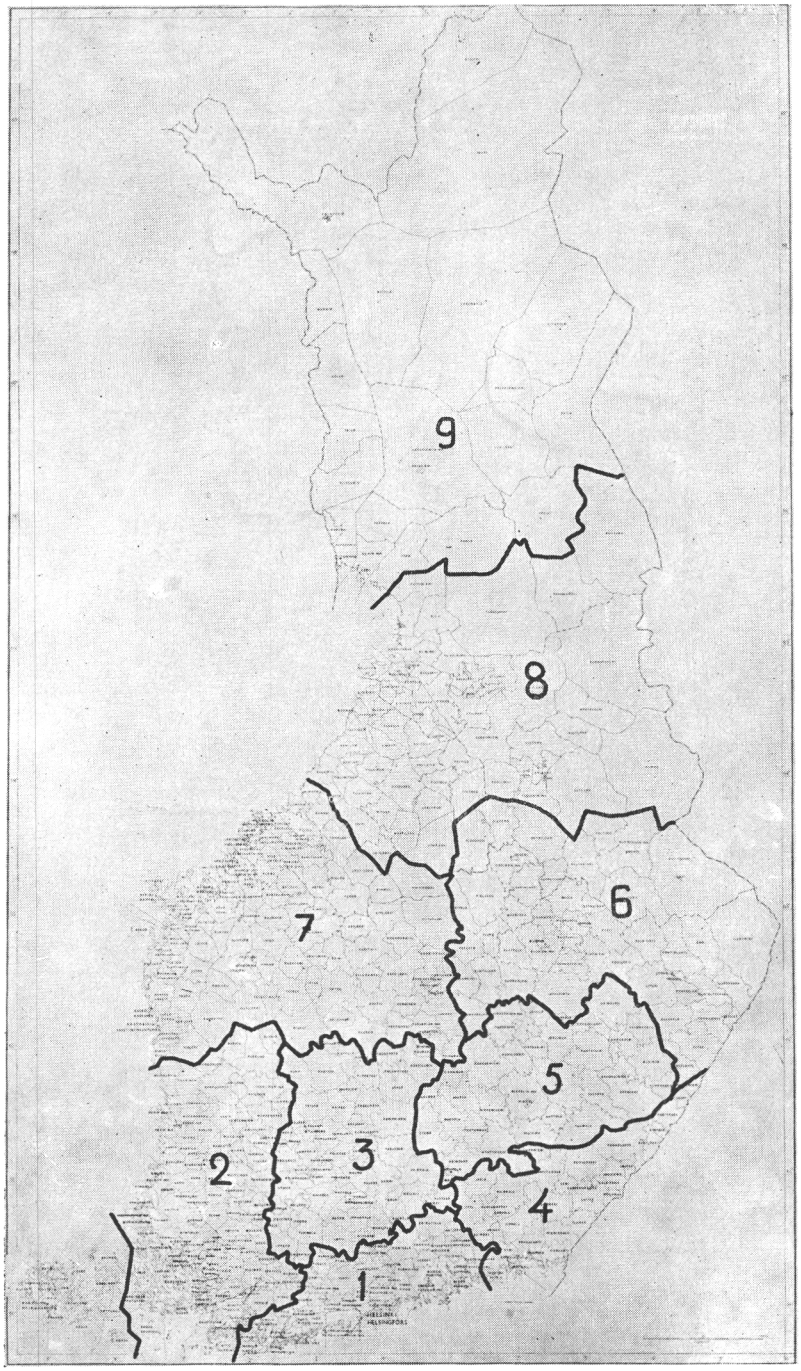
Table 44. The distribution by provinces of taxable forest land into tax assessment zones in forests owned by private individuals, corporations, local authorities and congregations in 1953—1955.

Lääni — *Province*	Pinta-ala verotusvyöhykkeessä 1 000 ha *Superficial area with in the tax assessment zone 1 000 ha*						Yhteensä *Total*	
	I	%	II	%	III	%	1 000 ha	%
Uudenmaan	548	97	14	3	—	—	562	100
Turun ja Porin	1 125	88	131	10	17	1	1 273	100
Hämeen	1 096	88	145	12	5	0.4	1 246	100
Kymen	489	63	211	27	91	11	791	100
Mikkelin	830	61	454	33	88	6	1 372	100
Kuopion	1 399	56	746	30	374	15	2 519	100
Vaasan	1 953	82	332	14	82	3	2 367	100
Oulun	1 570	64	632	26	240	10	2 442	100
Lapin	768	56	503	36	109	8	1 380	100
Ahvenanmaa	62	100	—	—	—	—	62	100
Yhteensä — *Total*	9 840	70	3 168	23	1 006	7	14 014	100

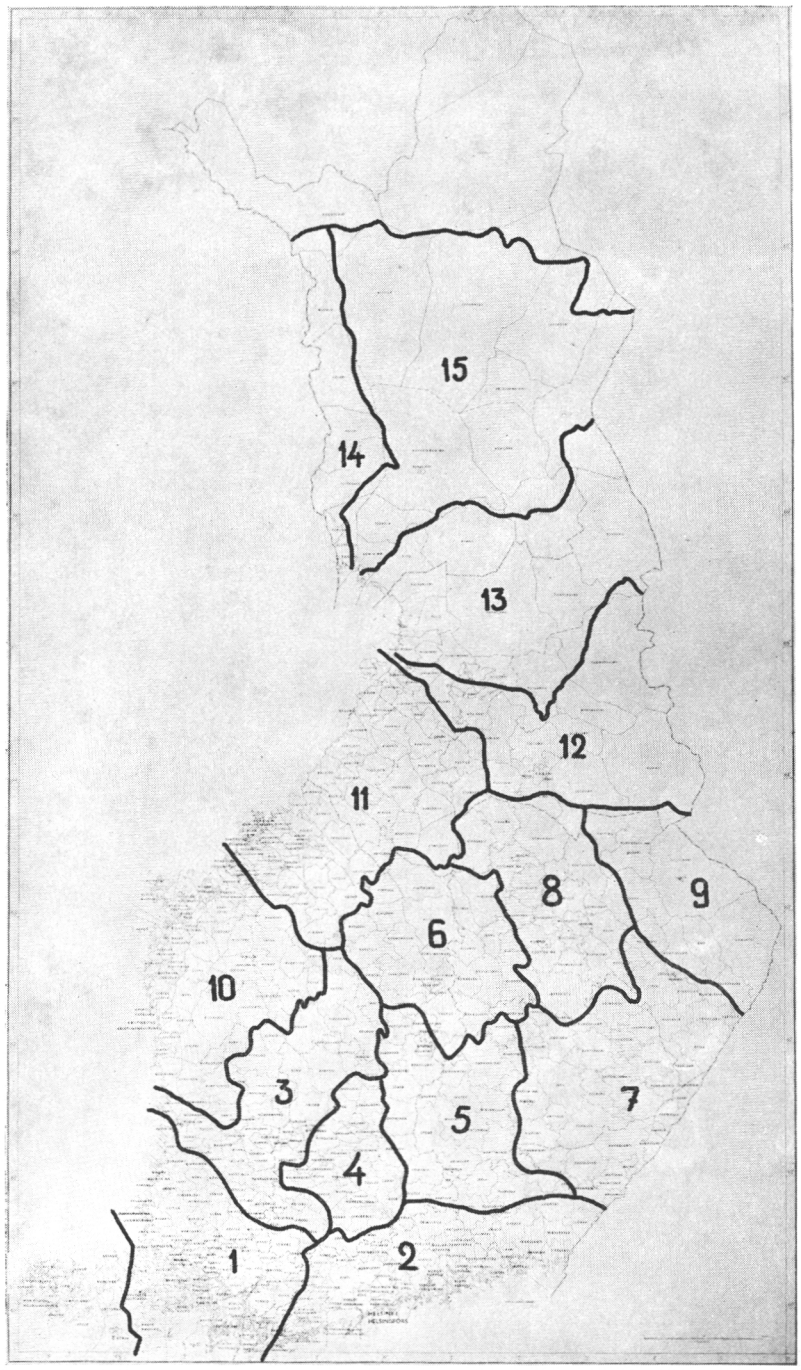
Taulukko 45. Metsähallituksen maiden jakaantuminen lääneittäin verotusvyöhykkeisiin v. 1953.

Table 45. The distribution by provinces of land owned by the Board of Forestry into tax assessment zones in 1953.

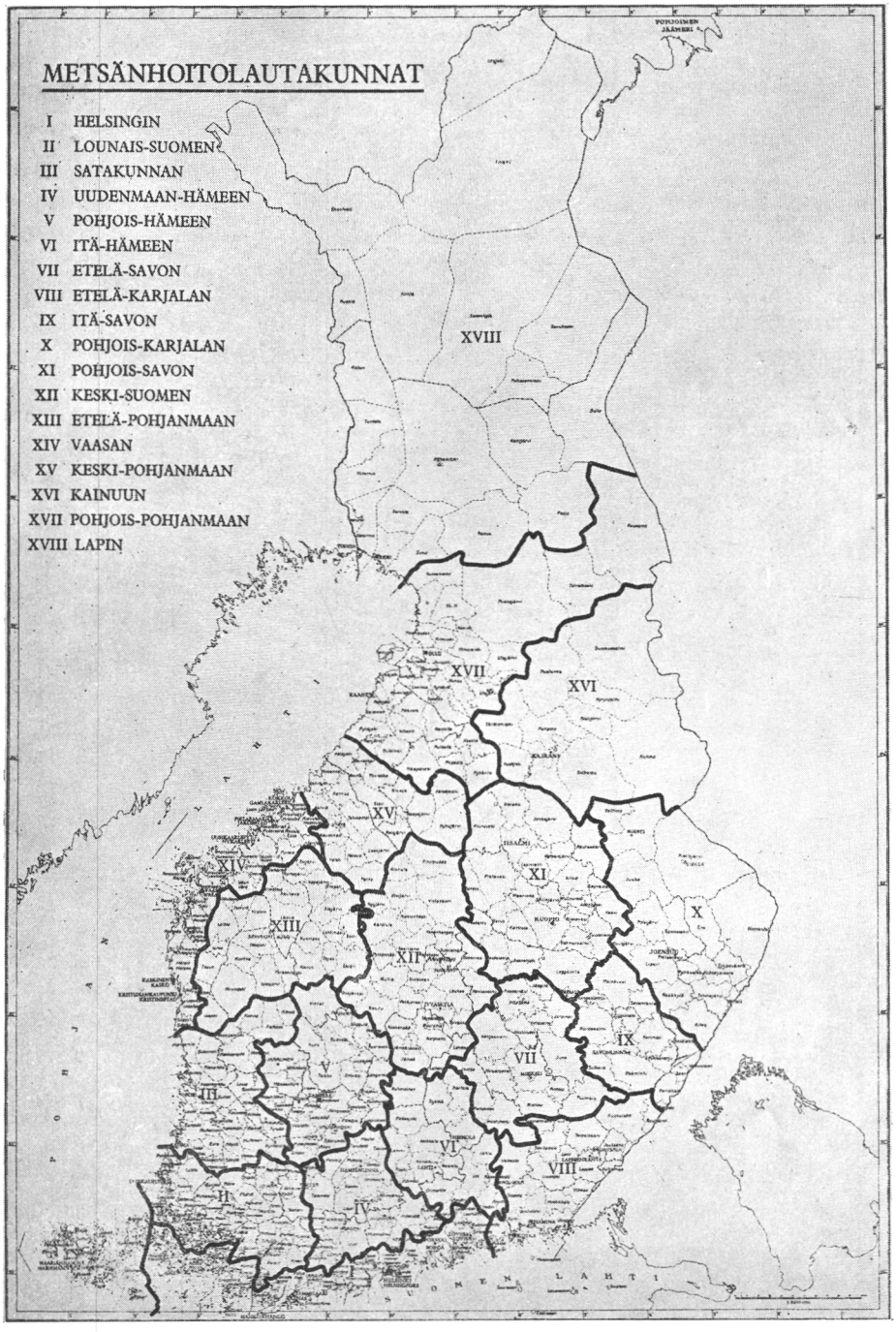
Lääni — *Province*	Pinta-ala verotusvyöhykkeessä 1 000 ha *Superficial area within the tax assessment zone 1 000 ha*						Yhteensä *Total*	
	I	%	II	%	III	%	1 000 ha	%
Uudenmaan	4	—	—	—	—	—	4	100
Turun ja Porin	14	32	18	42	11	26	43	100
Hämeen	61	77	18	23	—		79	100
Kymen	2	40	3	60	—	—	5	100
Mikkelin	32	57	18	32	6	11	56	100
Kuopion	66	20	134	41	128	39	328	100
Vaasan	104	60	64	37	6	3	174	100
Oulun	639	49	413	32	242	19	1 294	100
Lapin	803	21	1 808	47	1 212	32	3 823	100
Yhteensä — *Total*	1 725	30	2 476	43	1 605	27	5 806	100



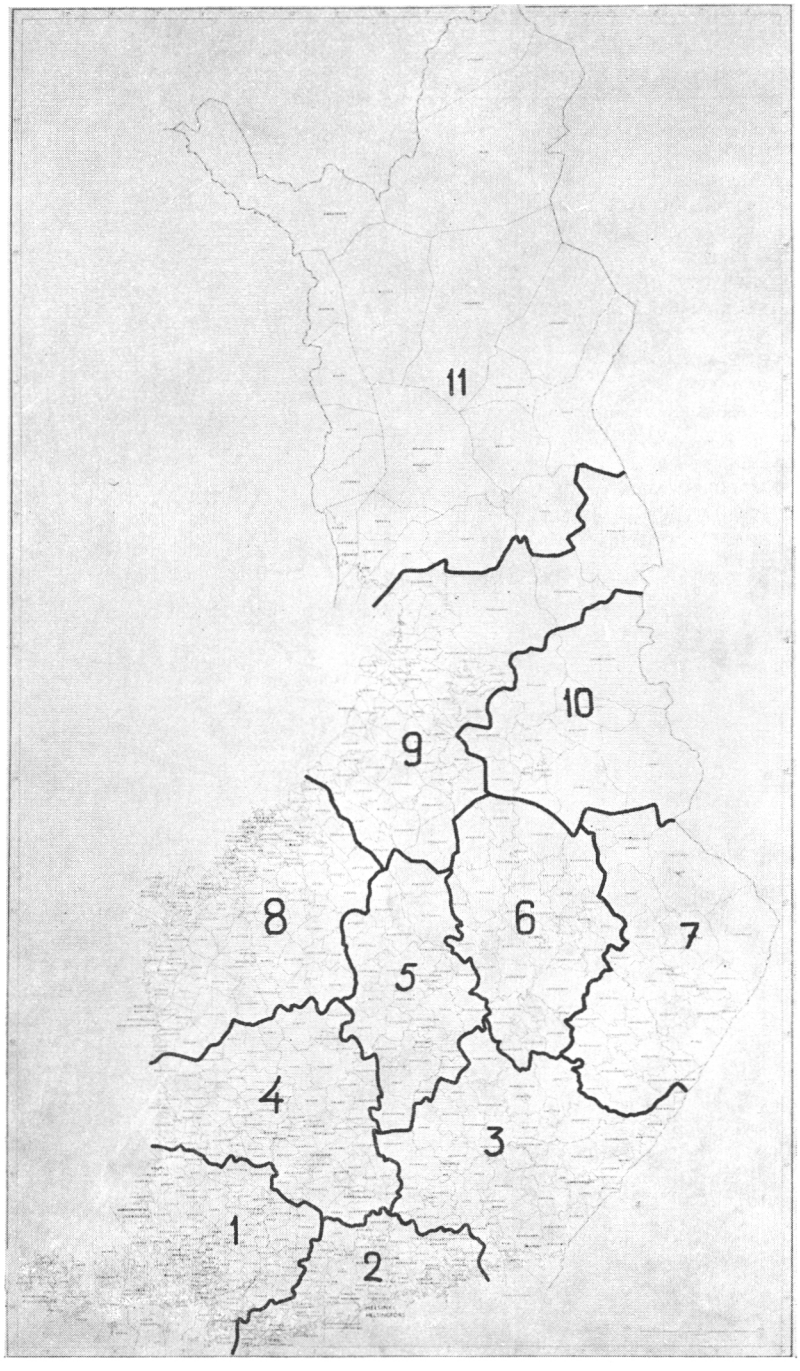
Kuva 4. Läänit — *Provinces:* 1. Uudenmaan, 2. Turun ja Porin, 3. Hämeen, 4. Kymen, 5. Mikkelin, 6. Kuopion, 7. Vaasan, 8. Oulun, 9. Lapin.



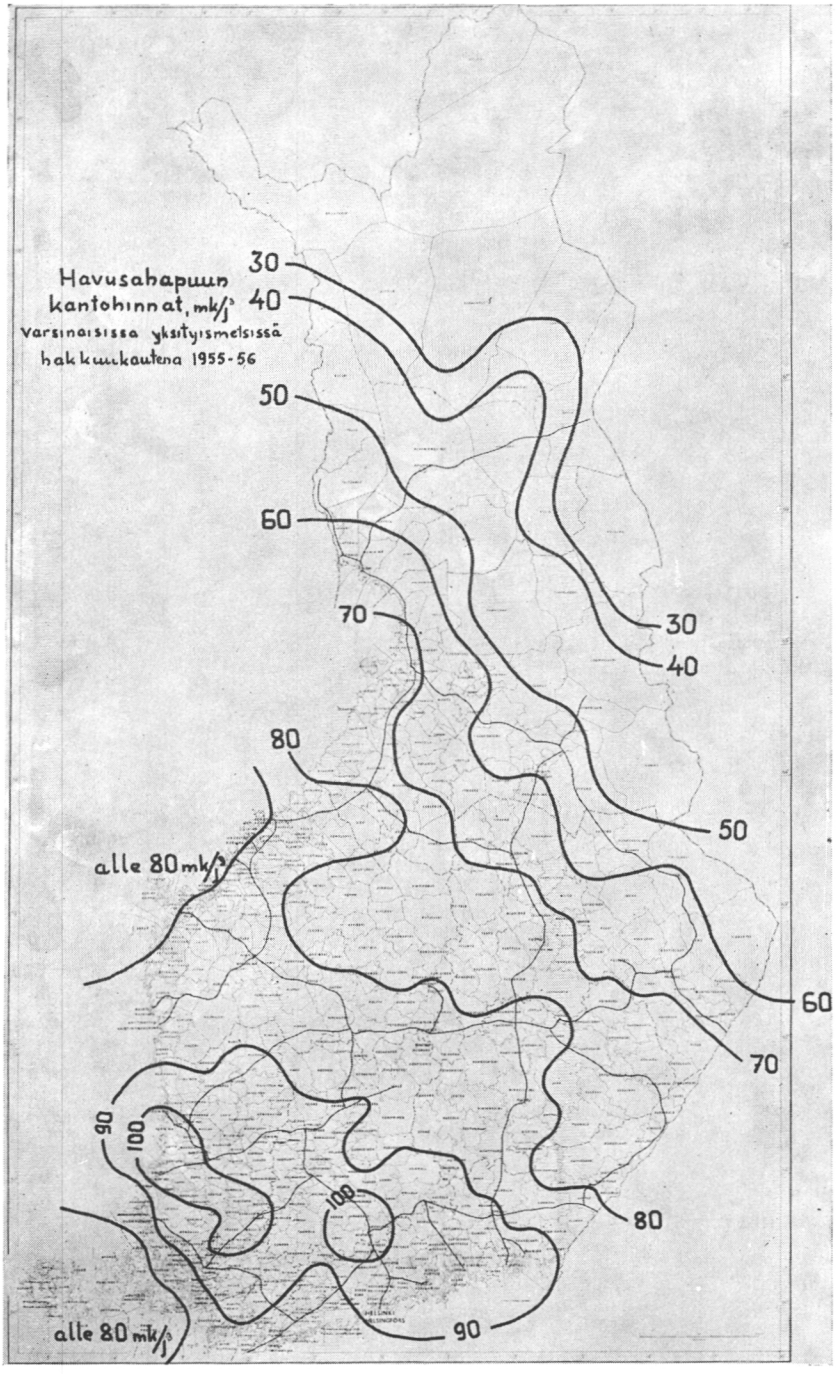
Kuva 5. Vesistöalueet — *Water-system areas:* 1. Lounaisen rannikon, 2. Eteläisen rannikon, 3. Kokemäenjoen läntinen, 4. Kokemäenjoen itäinen, 5. Päijänteen eteläinen, 6. Päijänteen pohjoinen, 7. Saimaan eteläinen, 8. Saimaan pohjoinen, 9. Pielisen, 10. Pohjanmaan eteläinen, 11. Pohjanmaan pohjoinen, 12. Oulujoen, 13. Simo—Ii—Kiiminkijoen, 14. Tornio—Muoniojoen, 15. Kemijoen.



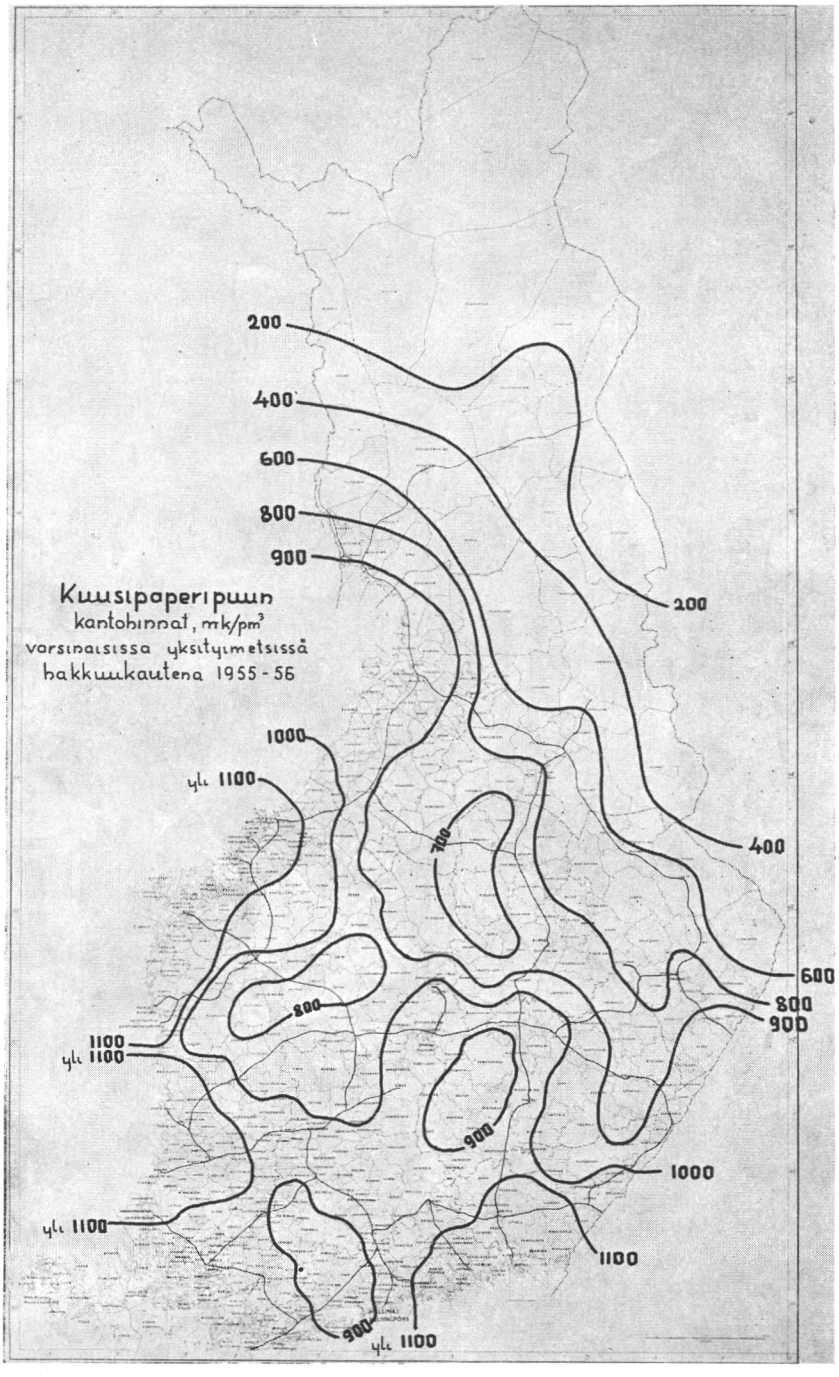
Kuva 6. Metsänhoitolautakuntien toimialueet — *Forestry Board districts:* I Helsingin, II Lounais-Suomen, III Satakunnan, IV Uudenmaan—Hämeen, V Pohjois-Hämeen, VI Itä-Hämeen, VII Etelä-Savon, VIII Etelä-Karjalan, IX Itä-Savon, X Pohjois-Karjalan, XI Pohjois-Savon, XII Keski-Suomen, XIII Etelä-Pohjanmaan, XIV Vaasan, XV Keski-Pohjanmaan, XVI Kainuun, XVII Pohjois-Pohjanmaan, XVIII Lapin.



Kuva 7. Työvoimapiirit — *Labour districts:* 1. Turun, 2. Helsingin, 3. Kouvolan, 4. Tampereen, 5. Jyväskylän, 6. Kuopion, 7. Joensuun, 8. Vaasan, 9. Oulun, 10. Kajaanin, 11. Rovaniemen.



Kuva 8. Havusahapuun kantohinnat, mk/j³ hakkuukautena 1955—56 — *The softwood stumpage price, marks/cu. ft. in the logging season 1955—56.*



Kuva 9. Kuusipaperipuun kantohinnat, mk/pm³ hakkuukautena 1955—56 — *The spruce pulpwood stumpage price, marks/piled cu. m. in the logging season 1955—56.*

RAUDUS- JA HIESKOIVUN LAATU ERI KASVUPAIKOILLA

VEIJO HEISKANEN

QUALITY OF THE COMMON BIRCH AND THE WHITE BIRCH ON DIFFERENT SITES

SUMMARY

HELSINKI 1957

Helsinki 1958. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat

Esillä oleva työ aloitettiin v. 1952 syksyllä metsäntutkimuslaitoksen suontutkimus-osaston johtajan prof. O. J. Lukkalan aloitteesta. Alunperin oli tarkoituksena selvittää vain suokoivujen yleisiä laatuominaisuuksia, mutta myöhemmin katsottiin välttämättömäksi suorittaa vastaavanlainen selvitys myös kovien maiden koivuista, jotka kuitenkin ovat tärkeimpiä koivun kasvupaikkoja maassamme. Kovien maiden aineisto oli tarpeellinen myös vertailupohjana suokoivujen laadun arvostelemiseksi.

Tutkimus on suoritettu metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla, jonka henkilökunta on tehnyt sekä mittaukset maastossa että aineiston käsittelyn ja laskentatyöt. Osa tutkimuksesta jouduttiin määrärahojen vähyyden vuoksi rahoittamaan stipendivaroin. Kaikille työhön osallistuneille haluan lausua parhaat kiitokseni.

Tutkimusta suunnitellessani ja suorittaessani olen saanut monia neuvoja ja ohjeita esimieheltäni professori Paavo Arolta, jolle esitän parhaat kiitokseni. Osoitan kunnioittavat kiitokseni myös prof. O. J. Lukkalalle, jonka neuvot jo suunnitteluvaiheessa olivat erittäin suuriarvoisia sekä prof. Risto Sarvakselle ja Viljo Kujalalle, metsät. tri. O. Huikarille sekä metsät. kand. Pentti Koivistolle, jotka kaikki ovat antaneet arvokkaita ohjeita käsikirjoitusta valmistaessani.

Esitän myös kiitokseni Metsähallitukselle, Enso-Gutzeit OY:n, W. Rosenlew & Co:n, Kymi OY:n ja OY. Wilh. Schauman AB:n metsäosastoille, jotka ovat sallineet tutkimusten suorittamisen maillaan.

Tutkimuksen suorittamiseksi olen saanut taloudellista apua Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiöltä, jolle lausun parhaat kiitokset. V. 1955 nautin valtion apurahaa nuorille tieteenharjoittajille.

Helsingissä maaliskuun 14 p:nä 1957

Veijo Heiskanen

Sisällysluettelo

Sivu

1. Johdanto ... 5
2. Aiempaa kirjallisuutta ... 7
3. Tutkimusmenetelmä ... 10
   31. Näytemetsiköiden valinta ... 10
   32. Mittaukset näytemetsiköissä ... 12
      321. Näytepuiden valitseminen ... 12
      322. Pystynäytepuiden mittaus ... 13
      323. Vaneripuurunkojen mittaukset ... 14
      324. Kaadettujen näytepuiden mittaus ... 15
   33. Tutkimusaineisto ... 16
   34. Silmävaraisarviointien luotettavuus ... 18
4. Tutkimuksen tulokset ... 22
   41. Koivujen läpimitta ... 22
   42. Oksaisuus ... 24
      421. Puun rungon jako eri osiin ... 24
      422. Oksaton osa ja latvus ... 25
      423. Oksien läpimitta ... 28
      424. Laho-oksat ... 32
      425. Vesaoksat ... 34
      426. Oksankyhmyt ... 37
   43. Vikaisuudet ... 38
      431. Vikaisuuksien jaottelu ... 38
      432. Ulkoiset vikaisuudet ... 38
         4321. Haarat ... 39
         4322. Mutkat ... 40
         4323. Pintaviat ... 42
         4324. Muut ulkoiset viat ... 46
      433. Sisäiset viat ... 46
         4331. Lahoviat ... 47
         4332. Muut sisäiset viat ... 51
   44. Vikaisuuksien vaikutus ... 53
      441. Vaneripuurunkojen laatu ... 54
      442. Tyveysten, leikkojen ja raakkien aiheuttajat ... 56
      443. Tyveysten ja leikkojen pituus ... 59
      444. Liian oksainen latva ... 62
      445. Vaneripuun määrä ... 65
      446. Vaneripuun laatuluokat ... 67
         4461. Havaintoja laatuluokitusohjeista ... 67
         4462. Ikäluokittainen tarkastelu ... 68
         4463. Läpimittaluokittainen tarkastelu ... 72
         4464. Eri laatuluokkien keskimääräinen osuus ... 75
         4465. Laatuluokkaan vaikuttavat vikaisuudet ... 78
      447. Puutavaralajijakaantuma ... 80
   45. Yhdistelmä ... 83

Kirjallisuutta ... 86
Käytetyt lyhennykset ... 88
Summary ... 89

1. Johdanto

Koivu on pääpuulajeistamme teollisuuden raaka-aineena nuorin. Pitkät ajat sitä käytettiin vain toisarvoisiin tarkoituksiin, ensisijassa polttopuuksi ja vähäisempiin teollisuuden tarpeisiin. Koivupuun hinta oli myös tuntuvasti alhaisempi kuin männyn tai kuusen, joilla oli jo kysyntää suurteollisuuden raaka-aineeksi. Ei siis ollutkaan ihme, että koivua pidettiin varsin yleisesti roskapuuna, jolla ei ollut samalla lailla kuin kuusella ja männyllä arvoa. Näin ei tapahtunut yksinomaan maallikkopiireissä, vaan myös metsäalan ammattimiehet suhtautuivat koivuun kuin johonkin rikkaruohoon.

Rullateollisuuden perustaminen viime vuosisadan lopulla ja sittemmin varsinkin maamme vaneriteollisuuden alku v. 1912 aiheuttivat muutoksen koivun arvostuksessa ennen kaikkea ammattimiesten keskuudessa. Ennen pitkää alettiin ammattikirjallisuudessa kiinnittää monin tavoin huomiota koivuun. Koivua käyttävän teollisuuden taholta korostettiin toistuvasti koivun heikkoa laatua teollisuuden tarpeisiin ja välttämättömyyttä sen parantamiseen. Vuosien kuluessa onkin julkaistu useita kirjasia koivun puolesta (esim. Borg 1926, Lehonkoski 1939, 1950, Kalela 1950). Vielä lukuisammat ovat koivuasiaa käsittelevät kirjoitukset ammattilehdistössä. Myös Ruotsissa on varsinkin 1940-luvulla tehty määrätietoista propagandaa koivun kasvatuksen puolesta (Hedemann-Gade 1941, Lehonkoski 1949, Arnborg 1949, vrt. myös Barth 1949, Landbeck 1956).

Tosiasia onkin, että vaneriteollisuus asettaa raaka-aineelleen huomattavasti suuremmat vaatimukset kuin muut suuret metsäteollisuuden haarat, sahateollisuus ja selluloosa- tai hiomoteollisuus. Koska koivu on tunnetusti varsin arka kaikenlaisille vioituksille, jotka suuresti alentavat sen laatua tai tekevät sen kokonaan käyttökelvottomaksi vanerin raaka-aineena, onkin koivun laatukysymyksen käytännössä saama huomio ymmärrettävissä. Toinen seikka joka on pitänyt asian ajankohtaisena, on koivun laadun jatkuva huononeminen. Siitä on mm. Lehonkoski (1937, 1939, 1949, 1950) esittänyt varsin kuvaavia lukuja.

Odottaisi, että myös tutkimuksissa olisi kiinnitetty huomiota koivun laatuun, mutta niin ei itse asiassa ole ollut laita. Vaneripuiden laatuluokitus

on ollut teollisuuden toimeksiannosta useampaan otteeseen selvitettävänä, mutta koivujen laatukysymys koko laajuudessaan on toistaiseksi ollut vielä tutkimatta. Tosin T i k k a (1935, 1939) on laajoissa tutkimuksissaan selvitellyt koivun laatua ja ennen kaikkea sen vikaisuuksia Perä-Pohjolassa. Koivu on taloudellisesti tärkeä puulaji kuitenkin vain Etelä-Suomessa, ja sieltä ei ole olemassa yhtenäistä selvitystä koivun laadusta ja vikaisuuksista eri kasvupaikoilla yms. Esillä olevan tutkimuksen päätarkoituksena onkin saada selvyyttä koivujen laatua ja vikaisuuksia koskeviin riippuvuussuhteisiin Etelä-Suomen hoidetuissa (hakkuilla käsitellyissä) koivikoissa.

Tutkimus aloitettiin aluksi metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston esityksestä ojitetuilla soilla, mutta laajennettiin v. 1954 koskemaan myös kovia maita, koska katsottiin tarpelliseksi saada suotutkimukseen vertailuaineistoa koivun tunnustetuilta kasvupaikoilta. Lisäksi voidaan pitää asiallisena kovien maiden koivikoiden laatua ja teknillisiä vikaisuuksia koskevien tietojen järjestelmällistä tutkimusluonteista keräämistä sellaisenaankin. Tutkimuksen päämäärät voidaan kiteyttää lyhyesti seuraaviksi.

1. Hieskoivun ja rauduskoivun erot laadullisessa suhteessa ensi sijassa vaneriteollisuuden kannalta.

2. Kasvupaikan vaikutus koivujen laatuun ja vikaisuuksiin. Päähuomio kiinnitetään kovien maiden ja ojitettujen soiden nykykoivikoiden väliseen eroon. Tutkimus rajoitetaan kovilla mailla mustikkatyypille ja sitä paremmille maille (ks. s. 16), mutta soilta on jouduttu pakostakin ottamaan mukaan myös näitä huonompia kasvupaikkoja.

Näiden seikkojen selvittämiseksi tutkitaan puiden kokoa, pituutta ja läpimittaa, oksien esiintymistä, kokoa ja laatua, teknillisiä vikaisuuksia, kuten mutkaisuutta, erilaisia pintavikoja yms. sekä niiden aiheuttamia tyveyksiä ja leikkoja, puiden jakaantumista eri puutavaralajeihin sekä vaneripuun laatua ja määrää. Myös tehdään selvityksiä eri vikojen vaikutuksesta vaneripuun ja koivun laatuun yleensä.

2. Aiempaa kirjallisuutta

Tutkimuksissa on koivujen laatukysymystä melko vähän selvitelty. Kuitenkin on syytä esittää lyhyt katsaus seikkoihin, joita tähän mennessä on tutkittu koivukysymyksen piiristä ja tuloksiin, joihin näissä tutkimuksissa on päädytty. Varsinainen biologinen ja metsäpatologinen tutkimustyö jätetään katsauksen ulkopuolelle, ellei se aivan läheisesti sivua myös koivun teknillistä kelpoisuutta. Tarkastelua varten jaetaan aihe seuraaviin ryhmiin.

— Varsinaiset koivujen laatua ja vikaisuuksia selvittelevät työt
— Hies- ja rauduskoivun eroavuudet laadullisessa mielessä
— Vesasyntyiset koivut laadun kannalta
— Suokoivujen laatua koskevat havainnot
— Vaneripuun laatua käsittelevät tutkimukset.

Aluksi mainittakoon hyvin yleisesti todetun, että kunnollista vaneripuuta saadaan vain parhaiden metsätyyppien koivikoista (esim. Lappi-Seppälä 1933 b, Appelroth 1949). Kuitenkaan ei ole yksityiskohtaisemmin selvitetty eroja eri kasvupaikkojen välillä.

Varsinaisista koivujen laatua ja vikaisuuksia selvittelevistä tutkimuksista on ennen muuta mainittava Tikan (1935, 1939) Perä-Pohjolan koivikoita käsittelevät tutkimukset. Niissä todetaan, että luonnonnormaaleissa tai likimain luonnonnormaaleissa metsissä vikaisten puiden osuus kasvaa metsätyypin huonotessa ja että koivikoissa esiintyy erilaisia vikoja selvästi enemmän kuin männiköissä ja kuusikoissa. Koivua käyttävän teollisuuden raaka-aineen laatua nämä tutkimukset eivät selvitä, sillä pohjoisimman Suomen koivu on käytännöllisesti katsoen kokonaisuudessaan vaneritehtaiden raaka-aineeksi kelpaamatonta.

Sarvas (1944) koskettelee tutkimuksessaan harsinnalla käsiteltyjen kuusi-koivu ja mänty-koivu-sekametsiköiden laatua ja oksaisuutta todeten, että koivujen laatu niissä on varsin huono koko maan keskiarvoihin verrattuna. Yleisimmät viat ovat lahot eri muodossa. Lisäksi tulokset osoittivat, että koivujen laatu on sitä huonompi, mitä kuivemmasta metsätyypistä on kysymys.

Olofsson (1953) on tehnyt inventaarion Ruotsin koivujen morfologisista ym. laatua koskevista ominaisuuksista, jossa hän toteaa, että koivujen laatu paranee pohjoiseen päin mentäessä (vrt. Lindquist 1947).

Salon (1954, 1955) tutkimusten tuloksista ilmenee, että 37 % koivun puuluvusta oli tavalla tai toisella vikaista. Vikaisuutta esiintyi eniten suurimmissa, yli-ikäisissä puuyksilöissä.

Aro (1935) mainitsee, että hänen tutkimistaan koivurungoista oli tyvetettyjä 5.2 %.

Hies ja rauduskoivun laadullisia eroavuuksia käsitellessään Kujala (1946) toteaa näiden lajien ulkonaisista ominaisuuksista, että rauduskoivu on suorarunkoisempi, nopeakasvuisempi ja saavuttaa suuremman koon, mutta hieskoivun oksat ovat pienempiä. Mekaanis-teknillisissä ominaisuuksissa on Kujalan mukaan olemassa seuraavat erot: hieskoivun solut ovat pitempiä ja paksumpia, rauduskoivun tilavuuspaino on suurempi ja rauduskoivun puuaines on lujempaa kuin hieskoivun (vrt. Jensen 1951, Ollinmaa 1955).

Sarvas (1949) puolestaan mainitsee muutoin samat ulkonaiset erot, mutta arvelee, että oksaisuudessa ei ole hies- ja rauduskoivun välillä eroja.

Borgin (1926) mukaan hieskoivu on suorarunkoisempi kuin rauduskoivu.

Sarvas (1951) on esittänyt tutkimustensa tuloksiin perustuen, että rauduskoivu on suurempikokoista ja laadultaan parempaa ja siis halutumpaa vaneripuuksi kuin hieskoivu.

Heikinheimo (1915) mainitsee, että kaskialueilla koivut ovat yleensä lahovikaisia arvellen rauduskoivujen olevan vähemmän laholle alttiita kuin hieskoivujen. Lisäksi hän on todennut, että rauduskoivut ovat keskimäärin kooltaan suurempia kuin hieskoivut (vrt. Mikola 1942).

Dahlbeck (1937) mainitsee raudus- ja hieskoivun rungon muodoltaan suunnilleen samanarvoisiksi. Hän pitää kuitenkin nykyisin hieskoivuksi luettavia B. concinnaa ja B. coriaceaa omina lajeina ja mainitsee ne mutkarunkoisiksi, pienikokoisiksi ja paksuoksaisiksi.

Appelrothin (1946) mukaan rauduskoivu on kaikin puolin hieskoivua taloudellisesti tärkeämpi. Tosin hieskoivusta saadaan kauniimpipintaista vaneria, mutta se on, varsinkin soilla kasvaessaan, mutkainen ja aina suhteellisen pienikokoinen.

Olofsson (1953) on tehnyt Ruotsissa laajan tutkimuksen koivusta ja siinä hän toteaa, että hieskoivu on yleisten morfologisten ominaisuuksien kannalta rauduskoivua parempi maan eteläosissa suunnileen tammen pohjoiseen rajaan saakka. Pohjoisempana on rauduskoivu parempi, siitä saadaan parempia puutavaralajeja, ja runko on suorempi. Kaikkialla sen oksat ovat kuitenkin suurempia kuin hieskoivun.

Lindquist (1947) onkin todennut, että rauduskoivun eteläinen rotu, jota ei Suomessa sanottavammin kai esiinny, on paksukaarnaista, mutkarunkoista ja oksaista, taloudellisesti vähäarvoista koivurotua. Toisessa yhteydessä Lindquist (1946) mainitsee, että rauduskoivu on taloudellisesti arvokkaampi kuin hieskoivu tarkoittaen silloin rauduskoivun pohjoista rotua.

Jensen ja Bruun (1954) esittävät, että Etelä- ja Keski-Suomesta kerätystä aineistosta rauduskoivun selluloosasaalis on suurempi, massan Roe-luku alempi ja lujuusarvot korkeampia kuin hieskoivun. Hajonta on kuitenkin kummallakin puulajilla niin suuri, että yleispäteviä päätelmiä ei voida tehdä.

Koivulajien käyttöarvoon liittyvät myös ns. teknilliset koivulajit, joita Lehonkoski (1939) on erottanut pääasiallisesti kuoren perusteella neljä: harmaakoivun, helvekoivun, viitakoivun ja kaskikoivun, pitäen niitä em. järjestyksessä vaneripuuksi sopivina (vrt. Cronström 1936).

Heikinheimo (1917) toteaa, että siemenistä syntyneet puut ovat pitempi-ikäisiä ja teknillisessä suhteessa arvokkaampia kuin vesametsissä kasvaneet yksilöt, jotka ovat mutkaisia (vrt. Heikinheimo 1915, 1930, Laitakari 1935 a).

Suokoivujen laadullisista ominaisuuksista kirjallisuudessa ei löydy suoranaisia mainintoja. Tosin on todettu, että soilla kasvavat koivut ovat suureksi osaksi vesasyntyisiä (Lukkala 1939, Mikola 1942), jotka puolestaan ovat tunnettuja lahovikaisuudesta (esim. Heikinheimo 1917, Borg 1926, Mikola 1942).

Appelroth (1946) on esittänyt, että hieskoivut ovat soilla hyvin mutkarunkoisia.

Myös mainittakoon Heikuraisen (1955) toteamus, että varsinkin nevamaisten suotyyppien harvat puustot kehittyvät hoidon puutteessa alaarvoisiksi hieskoivikoiksi.

Yleisin on kuitenkin käsitys, että varsinkin ojitetut korpimaat ovat hyvin sopivia paikkoja koivun kasvatukselle. Lappi-Seppälä (1933 b) mm. mainitsee, että »myöskin parhaat ojitetut suomaat, etenkin korvet, tarjoavat koivuarvopuun kasvatukselle hyviä edellytyksiä.» (Vrt. myös Borg 1926, Lindfors 1930, Lukkala 1939, 1946).

Eniten tutkittu ja kirjoituksissa käsitelty puoli koivujen laatukysymyksestä on Suomessa ollut vanerikoivujen laatu. Varsinkin vanerikoivujen yleisimpiä vikaisuuksia ovat monet käsitelleet ja yksimielisesti todenneet oksaisuuden, erilaiset pintaviat, lenkouden ja mutkaisuuden sekä lahon niiksi vioiksi, jotka eniten alentavat vanerikoivujen arvoa ja kelpoisuutta maassamme (esim. Rinne 1944, Hartikkala ja Savola 1934, Lappi-Seppälä 1933 a, Huida 1950, Lehonkoski 1937, 1939, 1949, 1950, Jalava 1949, vrt. myös Sarvas 1944).

Jalava (1938, ks. myös 1952) on koesorvauksin selvittänyt eri laatuluokkiin kuuluvien koivujen sorvaustulosten laadullisen jakaantumisen ja on havainnut selviä eroja eri luokkien välillä. Lisäksi tutkimukset osoittavat, että hyötysuhde on I luokassa suurin ja III luokassa pienin. Pölkyn läpimitan kasvaessa hyötysuhde myös paranee. Jalava esittää myös tietoja eri laatulukkien osuuksista (vrt. Jalava 1943, Lehonkoski 1949).

Myös Koivukeskus on v. 1953 tehnyt samanlaisen tutkimuksen, joka kuitenkin on toistaiseksi julkaistu vain jäsentenvälisenä tiedoituksena.

3. Tutkimusmenetelmä

31. Näytemetsiköiden valinta

Esillä olevan tutkimuksen tarkoituksiin sopivien hoidettujen tai ainakin hakkuilla säännöllisesti käsiteltyjen koivikoiden löytämiseksi käytiin aluksi läpi kaikki metsäntutkimuslaitoksen pysyvät koealat, mutta niistä ei aineistoa vielä saatu riittämiin. Senvuoksi pyydettiin muutamilta maan suurimmilta puutavarayhtiöiltä ja metsähallitukselta tietoja niiden omistamissa metsiköissä olevista, sopivista tutkimuskohteista, jolla tavalla saatiin tietoon useita näytealoiksi sopivia metsiköitä. Jonkin verran otettiin näytealoja myös yksityismetsistä, mutta työtä niissä vaikeutti kaadettavien koepuiden otto.

Näytemetsiköitä valittaessa kiinnitettiin huomiota useampiin eri seikkoihin. Ensimmäisenä vaatimuksena pidettiin, että metsiköt olisivat hoidettuja tai ainakin useampaan kertaan metsänhoidolliset vähimmäisvaatimukset täyttävillä hakkuilla käsiteltyjä. Osoittautui kuitenkin erittäin vaikeaksi löytää vanhoihin ikäluokkiin kuuluvia koivikoita, jotka olisivat todella taimistovaiheesta alkaen hoidettuja. Nuorempiin ikäluokkiin kuuluvat näytealat sen sijaan ovat kaikki säännöllisin väliajoin erilaisin hoitohakkuin käsiteltyjä. Tämä seikka aiheuttaa tiettyä epähomogeenisuutta aineistoon, joka onkin muistettava tuloksia tarkasteltaessa. On näet varsin todennäköistä, että aineistoon sisältyvissä vanhemmissa metsiköissä on jäljellä laadultaan huonompia koivuja kuin sellaisissa, joita on alusta hoidettu. Asian laita on joka tapauksessa niin, että alusta pitäen hoidettuja, vanhoja koivumetsiä ei maassamme ole vielä nykyisin niin paljon, että niitä olisi saanut riittävästi tutkimuksen aineistoksi. Korostettakoon kuitenkin, että myös vanhoistakin metsiköistä hyljättiin kaikki sellaiset, joiden käsittelyssä näytti käytetyn määrämittahakkuita tai harsintaa, siis metsiköt, joissa alkuperäinen vallitseva puusto ei enää näyttänyt olevan metsikköä muodostamassa.

Näytemetsiköitä valittaessa pyrittiin, mikäli mahdollista, puhtaisiin koivikoihin tai selvästi koivuvaltaisiin metsiköihin. Ennen kaikkea ojitetuilta soilta piti kuitenkin ottaa koepuita myös sekametsiköistä, joissa muiden puulajien, tässä tapauksessa aina männyn osuus oli lähes yhtä suuri kuin koivun. Kuitenkin kaikki aineistoon sisältyneet metsiköt ovat olleet koivuvaltaisia.

Hoidettuihin koivikoihin nähden esiintyi vielä vaikeutena se, että suuri osa tällaisten metsiköiden valtapuista ja osittain myös vallituista puista on karsittu 1930-luvulla, jolloin karsiminen oli niin suosittua, että se kuului miltei erottamattomasti koivumetsien hoitoon. Useat parhaiten hoidetuista koivikoista osoittautuivatkin karsituiksi, ja monet metsiköt piti sen takia hyljätä. Kun tutkimuksessa on ollut tarkoitus selvittää myös oksaisuutta, koetettiin koepuut ottaa paikoista, joilla puita ei ollut karsittu. Muutamia näytealoja otettiin myös karsituista metsiköistä, mutta niitä ei ole oksaisuustutkimuksissa otettu mukaan.

Voitaneen olla sitä mieltä, että tutkimusta varten valitut näytealat edustavat melko hyvin nykyisiä hakkuulla säännöllisesti käsiteltyjä koivikoita. Myös tuntuu siltä, että ne eivät keskimäärin edusta aivan parhaita, vaan suurin piirtein keskiarvoisia olosuhteita. Erittäin intensiivisin ja tarkoituksenmukaisin hoitotoimenpitein voidaan päästä todennäköisesti paljonkin parempiin tuloksiin kuin esillä olevan tutkimuksen tulokset osoittavat. Ennen kaikkea näin on laita kovilla mailla. Ojitetuilta soilta valitut näytealat ovat suurimmaksi osaksi metsäntutkimuslaitoksen pysyviä koealoja, joiden hoito on ollut intensiivistä. Näiden näytemetsiköiden kasvatus ei ole kuitenkaan yleensä tähdännyt vanerikoivujen kasvattamiseen, vaan kysymyksessä ovat olleet osaksi tutkimusluontoiset hoitotoimenpiteet.

Taulukko 1. Näytealojen jakaantuminen sijaintinsa perusteella.
Table 1. Distribution of sample plots according to their location.

Kunta *County*	OMT	MT	Suot *Swamps*	Yhteensä *Total*
	näytealoja, kpl — *number of sample plots*			
Bromarf	3	1	1	5
Eurajoki	—	—	6	6
Heinävesi	2	3	1	6
Ilomantsi	1	16	—	17
Jämsä	—	4	1	5
Kankaanpää	—	—	5	5
Kannonkoski	1	4	1	6
Kerimäki	4	3	—	7
Konginkangas	3	3	—	6
Lapinjärvi	1	6	4	11
Laukaa	1	3	—	4
Lieksa	4	2	—	6
Padasjoki	1	2	4	7
Punkasalmi	5	—	1	6
Ruokolahti	1	—	3	4
Ruovesi	1	3	—	4
Sumiainen	—	7	—	7
Suomusjärvi	—	1	4	5
Tervo	4	2	—	6
Toivakka	—	5	—	5
Tuusula	2	2	8	12
Viitasaari	—	6	6	12
Vilppula	—	—	17	17
Yhteensä — *Total*	34	73	62	169

Näytemetsiköt valittiin maan eteläpuoliskosta ja niiden sijainti ilmenee taulukosta 1. Läntisin näyteala sijaitsi Eurajoella, pohjoisimmat Viitasaarella ja Kolilla, itäisin Ilomantsissa ja eteläisimmät Tuusulassa sekä Bromarfissa. Saatavat tulokset kuvaavat siis olosuhteita vain Etelä-Suomessa.

Kustakin näytemetsiköstä merkittiin muistiin seuraavat tiedot: Metsä- tai suotyyppi, metsikön ikä, käsittelytapa ja hakkuuvuodet. Suokoealoilta selvitettiin lisäksi ojitusaika.

Ojitettujen soiden näytealat jakaantuivat vastaavan metsätyypin mukaan seuraavasti. Määrityksen on suorittanut metsät. tri O. H u i k a r i. OMT:iä tai sitä parempaa vastaavia tyyppejä oli 18 näytealaa, MT:iä vastaavia 25 näytealaa ja VT:iä vastaavia 19 näytealaa. Suonäytealat ovat siis olleet keskimäärin huonompia kuin kovan maan näytealat.

Tässä yhteydessä on myös mainittava, että kaikki vanhemmat suokoivikot olivat syntyneet ennen ojitusta, mutta nuoremmissa ikäluokissa esiintyi hyvin paljon myös ojituksen jälkeen syntyneitä näytealoja. Tutkimuksen tulokset koskevat siis etupäässä ojitusta ennen syntyneiden koivujen ominaisuuksia, eivätkä ole sovellettavissa sellaisenaan ojituksen jälkeen syntyneisiin puihin.

32. Mittaukset näytemetsiköissä

321. Näytepuiden valitseminen

Tutkimusta varten ei mitattu varsinaisia näytealoja, kuten yleensä biologisissa ja taksatoorisissa tutkimuksissa on tapana, vaan kustakin näytemetsiköstä valittiin joitakin näytepuita mitattavaksi. Aluksi etsittiin metsiköstä edustavin ja yhtenäisin kohta, jolta sitten mitattiin ja muilla tavoin tutkittiin n. 20—25 ensimmäiseksi eteen sattuvaa puuta. Jos oli kysymys jo paalutetusta näytealasta, kuten varsin usein etenkin metsäntutkimuslaitoksen metsissä oli laita, mitattiin näytepuut koealan halkaisijan molemmin puolin. Kun kysymys ei ole koivikoiden rakenteen tai kehityksen eikä myöskään niiden tuottomahdollisuuksien selvittämisestä, sopii mainittu tutkimusmenetelmä varsin hyvin tarkoitukseen. Sillä tavoin voidaan myös aivan riittävällä tarkkuudella tutkia koivujen laatua. Menetelmän etuna on lisäksi halpuus ja nopeus sekä se, että näytealoja on voitu ottaa melko pienialaisistakin yhtenäisistä koivuryhmistä.

Kaikilla paikoilla ei ollut mahdollisuutta näytepuiden kaatamiseen. Yleensä pyrittiin kuitenkin ottamaan edes pari tai tavallisimmin viisi kaadettavaa näytepuuta, mikäli se suinkin oli mahdollista. Suurin yhdeltä näytealata kaadettujen puiden lukumäärä oli kaksitoista. Nämä puut valittiin näytealalta tai milloin oli kysymys kestokoealasta, sen välittömästä läheisyydestä siten, että kaikkien latvuskerrosten puita sisältyi niihin.

322. Pystynäytepuiden mittaus

Pystynäytepuiden mittauksessa noudatettiin seuraavia menetelmiä:

Rinnankorkeusläpimitta mitattiin 1.3 m korkeudelta juuren niskasta lukien 1 cm:n luokitusta käyttäen. 6.0 m:n (3.5 m) läpimitan mittaukseen käytettiin latvakaulainta.

Puun koko pituus määritettiin Blume-Leiss-pituusmittarin avulla erikseen jokaisesta puusta. Mittauksessa käytettiin 0.5 m tasaavaa luokitusta, johon tarkkuuteen ko. mittauskojeella voidaan päästä. Samalla tavoin tai latvakaulaimen varrella mitattiin latvuksen alarajan ja alimman kuivan oksan korkeus maasta. Oksaisuuden selvittämiseksi arvioitiin silmämäärin jokaisen puun suurimman oksan läpimitta ¼-tuuman tarkkuudella.

Jokaisesta näytepuusta määritettiin lisäksi latvuskerros ja puuluokka Lauri Ilvessalon (1929) laatiman puuluokituksen perusteella. Kun puuluokituksen lähtökohtana on täystiheä ja luonnontilainen metsikkö, eivät puuluokat hakkuilla käsitellyissä metsiköissä ole enää luonteeltaan samoja. Hakkuut ovat muuttaneet sitä puiden keskinäistä kilpailua, johon eri luokkien muodostuminen perustuu. Kun esillä olevassa tutkimuksessa käsitellyt metsät ovat kuitenkin olleet yleensä melko tasaisia ja säännöllisiä ja kun niissä alkuperäinen vallitseva puusto on vielä ollut metsikköä muodostamassa, on puuluokituksen käyttö katsottu mahdolliseksi.

Koivulajeja erotettiin rauduskoivu (*Betula verrucosa*) ja hieskoivu (*B. pubescens*). Määrittämisessä kiinnitettiin päähuomio lehtiin ja lehdistöön, joiden erot raudus- ja hieskoivun välillä Sarvas (1949) on esittänyt (vrt. mm. Børset 1938, Arnborg 1949).

Eräissä tapauksissa osoittautui vaikeaksi saada selville koivulajia. Tällaiset yksilöt katsottiin aina hieskoivuiksi (vrt. Sarvas 1949).

Myös puiden syntytapa yritettiin saada selville, mutta varsinkin vanhemmissa metsissä se osoittautui ylivoimaiseksi tehtäväksi. Sarvas (1944) mainitsee tosin, että ydintä lähinnä olevien lustojen paksuudesta voitaisiin tehdä päätelmiä syntytavasta. Kuitenkaan ei ollut mahdollisuuksia kairata kaikkia puita, joten syntytapa oli määriteltävä vain ulkonaisten tuntomerkkien perusteella. Kairauksia suoritettiin vain iän määrittämiseksi muutamista puista kullakin näytealalla. Jos näytepuita kaadettiin, kuten useimmilla näytealoilla tapahtui, kairauksia ei lainkaan suoritettu.

Ikä määritettiin biologisena ikänä. Tämä seikka onkin pidettävä mielessä ikäluokittaisia vertailutuloksia tarkasteltaessa, sillä ennen ojitusta syntyneet soilla kasvavat koivut ovat jo tästäkin syystä kokonsa puolesta kovien maiden koivuista jäljessä.

Näytepuissa esiintyvistä vioista tehtiin muistiinpanot. Huomioon otettiin yleensä vain sellaiset viat, jotka, jos olisi ollut kyseessä vaneripuu, olisivat alentaneet sen käyttöarvoa, laatuluokkaa. On kuitenkin myönnettävä, että rajan vetäminen liian pienen ja huomioon otettavan vian välillä on

perin vaikeaa. Etenkin mutkien kohdalla on näin laita. Rungoissa esiintyvät teknilliset vikaisuudet selvitettiin seuraavissa ryhmissä: lenkous ja mutkaisuus, korot, huolemat ja muut haavat, haarat, laho-oksat, lahoviat, vesioksat ja muut vikaisuudet, joista tehtiin tarkka maininta ja selostus kustakin.

323. Vaneripuurunkojen mittaukset

Kaikista rungoista, joissa oli vaneripuun mitat täyttävää puuta, tehtiin lisämittauksia vaneripuun määrän sekä laadun ja siihen vaikuttavien seikkojen selvittämiseksi.

Vaneripuun minimiläpimittana pidettiin 6 tuumaa, ja vaneripuumittaukset tehtiin kaikista puista, joista saatiin em. läpimitan täyttävää puuta vähintäin 6 Engl. jalkaa. Se on Koivukeskuksen mukaan lyhin pölkky, joka otetaan huomioon vaneripuun laatuluokituksessa (taul. 2). Sitä siis voidaan ainakin teoriassa pitää myös lyhimpänä metsästä otettavana sorvipölkkynä. Se on kuitenkin huomattavasti lyhyempi ja pienempi kuin pienin vanerikoivu em. ohjeen mukaan. Siinähän sanotaan, että »vanerikoivun tulee 18 jalan korkeudelta täyttää 7 tuumaa tai 12 jalan korkeudelta 8 tuumaa (12′ × 8″ ei kelpaa kuitenkaan uittopuuksi) ja täytyy siitä saada III laatuluokan vaatimukset täyttävä tukki.» Kuitenkin mainitun ohjeen mukaan otetaan vaneripuuta aina 6″ läpimittaan saakka, joten teoreettisesti oikeampi tapa on lukea vaneripuuksi kaikki III laatuluokan vaatimukset täyttävä puu 6′ × 6″ mitoista lähtien, kuten esillä olevassa tutkimuksessa on tehty.

Vaneripuurungoista selvitettiin seuraavat tiedot em. yleismittausten lisäksi.

1. Vaneripuun mitat täyttävä osa
2. Mahdolliset tyveykset ja leikot
3. Vaneripuun mitat täyttävä mutta vaneripuuksi liian oksainen latvaosa
4. Todellinen vaneripuuosa.

Mittaukset suoritettiin em. Koivukeskuksen suosituksen mukaan siten, että pituus arvioitiin parillisin jaloin ja läpimitta mitattiin tai arvioitiin kunkin pölkyn pituuden puolivälistä tuuman alenevaa luokitusta käyttäen (vrt. Heiskanen 1951 b).

Tyveyksiä, leikkoja ja liian oksaista osaa sekä toisaalta todellista vaneripuuta määritettäessä käytettiin lähtökohtana Koivukeskuksen ja Keskusmetsäseura Tapion v. 1951 hyväksymien laatuluokitusohjeiden määräyksiä, jotka on esitetty taulukossa 2, ja yleisesti hyväksyttyjä vanerikoivujen apteerausohjeita (esim. Ronkanen 1949, 1950). Tyveyksiksi ja leikoiksi määritettiin kaikki tapaukset, joissa puu ei täyttänyt III laatuluokan vaatimuksia. Ne eivät kaikki ole vaneritukista poisleikattavia osia, vaan ne voidaan jättää tukkiin kiinni, mutta niiden kuutiomäärä on mittauksessa vähennettävä.

Taulukko 2. Vanerikoivujen laatuluokitusohjeet Koivukeskuksen mukaan.

Table 2. The grading rules of veneer birch bolts according to Koivukeskus.[1])

Peruste	I lk	II lk	III lk
Pölkyn paksuus latvasta kuoren päältä ohuimmalta puolen vähintään	8″	7″	6″
	Vian enimmäismäärä		
Oksia 6 jalan pituudella	Ei	5 kpl 1″	7 kpl 2″. Ei kiehkurassa
— tuoreita			
tai vaihtoehtoina niistä			
— joko kuivia	Ei	2 kpl ¾″	2 kpl 1 ½″
— tai lahoja	Ei	Ei	2 kpl 1″
Lenkoutta 6 jalan pituudella pienimmästä läpimitasta	5 %	10 %	20 %
Soikeutta samalta mittauskohdalta otetun suurimman ja pienimmän läpimitan erona pienimmästä laskettuna	10 %	15 %	20 %
Oksankyhmyjä	Ei	Sallitaan	Sallitaan
Kovapohjaisia koroja, rosoja yms.	Ei	Yhdellä puolella ½″ syviä	Yhdellä puolella 1″ syviä
Tuoheamisvikoja	Ei	Ei	3′ pitkiä
Pehmeätä lahoa	Ei	Ei	Ei
Suoria halkeamia	Ei	Ei	Sallitaan
Värivikaa	Kovaa, värillistä puuta saa poikkileikkauspinnan keskustassa olla vain sen verran, ettei se ulotu keskipisteestä mihinkään suuntaan pitemmälle kuin 1/3 säteestä kuorta huomioon ottamatta.		

[1]) Translation on page 91.

Jokaisen vanerikoivurungon jakaantuminen eri laatuluokkien osalle selvitettiin myös em. ohjeita noudattaen seuraavasti: runko arvioitiin katkotuksi laatuluokittain parillisille jaloille. Lyhin pölkky oli kuusi jalkaa. Läpimitta mitattiin tai arvioitiin pölkyn pituuden puolivälistä kuoren päältä tuuman alenevaa luokitusta käyttäen. Lisäksi merkittiin muistiin viat, jotka olivat aiheuttaneet laatuluokan alentamisen kussakin tapauksessa.

324. Kaadettujen näytepuiden mittaus

Kaadetuista näytepuista tehtiin kaikki samat arvioinnit kuin pystynäytepuistakin ja vastaavat mittaukset kaadon jälkeen. Mittauksia ja arviointeja verrattaessa saatiin selville pystynäytepuiden arvioinnin tarkkuus, johon palataan jäljempänä. Lisäksi tehtiin jokaisesta kaadetusta puusta runkoanalyysi, jonka avulla oli tarkoitus selvittää sisäviat ja todellinen oksaisuus. Kaadetuista näytepuista selvitettiin myös eri puutavaralajien osuus ja eri vikaisuuksien vaikutus puutavaralajien jakaantumiseen.

Laatuvaatimuksena eri puutavaralajeille käytettiin seuraavia ohjeita.

Vaneripuun vaatimukset on esitetty jo edellä taulukossa 2. Vaneripuiksi hyväksyttiin kaikki sellainen puu, joka täytti vähintäin III laatuluokan vaatimukset. Em. laatuluokitusohjeissa mainittujen seikkojen lisäksi noudatettiin sisävikojen, lahon suhteen seuraavia ohjeita.

— Pehmeää lahoa ei sallita lainkaan.

— Kovaa, värillistä puuta saa poikkileikkauksessa sen keskustassa olla vain sen verran, ettei se ulotu keskipisteestä mihinkään suuntaan pitemmälle kuin 1/3 säteestä, johon ei lueta kuorta (Vanerikoivujen . . . .).

Paperipuuksi luettiin kaikki 8 cm täyttävä puu ja lyhin pölkky oli 1 m. Laadultaan oli paperipuun oltava mahdollisimman suoraa, hyvin suuria oksia ei sallittu, ei myöskään pehmeää lahoa, mutta kovaa värjäytynyttä puuta sallittiin jonkin verran.

Polttopuuksi kelpuutettiin 5 cm täyttävä puu. Lyhin pölkky oli 1 m. Siinä sallittiin kaikkia muita puussa esiintyviä vikaisuuksia paitsi pehmeää lahoa, jota ei saanut esiintyä lainkaan. Jos puussa oli pehmeää lahoa, katsottiin se kelpaamattomaksi kaikkiin kaupallisiin tarkoituksiin. Tällaisesta puusta käytetään nimitystä raakki, mutta useimmissa tapauksissa se on kuitenkin kotitarvepolttopuuksi mitä sopivinta.

33. Tutkimusaineisto

Tutkimusta varten mitattiin näytepuita kaikkiaan 171 metsikössä, jotka jakaantuivat eri kasvupaikoille seuraavasti:

OMT (OMaT)	34
MT	73
VT	2
Kovat maat yht.	109
Suot	62
Kaikkiaan	171

Aineiston käsittelyvaiheessa luovuttiin puolukkatyypin (VT) maiden mukaan otosta tutkimukseen sillä kuten nähdään, aineistoa niiltä saatiin perin vähän. Tämä seikka ei kuitenkaan pienennä tutkimuksen arvoa, sillä yleisesti tunnetaan, että puolukkatyyppi ei ole erittäin sovelias vanerikoivujen kasvatukseen (esim. Lappi-Seppälä 1933 b, Borg 1926). Appelroth (1949) tosin mainitsee, että parhailla puolukkatyypin mailla voidaan kasvattaa kunnollista vaneripuuta, mutta yleensä pidetään puolukkatyyppiä jo melko huonona vanerikoivujen kasvattamiseen. Kun soista ei ole tietoja koivun kasvatuksen kannalta, pidettiin tarkoituksenmukaisena ottaa mukaan myös huonompia tyyppejä, jotta saataisiin täydellinen kuva ojitetuilla soilla nykyisin kasvavien koivujen keskimääräisestä laadusta.

Samoin on käsittelyssä yhdistetty kaikki käenkaalimustikkatyyppiä paremmat kohteet yhdeksi ryhmäksi, jota esillä olevassa työssä kutsutaan aina käenkaalimustikkatyypin (OMT:n) nimellä. Suurin osa tähän ryhmään liitetyistä metsiköistä on myös tosiasiallisesti kuulunut käenkaalimustikkatyyppiin.

Aineiston jakaantuminen ikäluokkiin on esitetty taulukossa 3.

Yleensä on siis saatu em. kasvupaikoilta riittävästi aineistoa kaikista ikäluokista. Koko aineistoa voidaankin pitää riittävänä verrattaessa sitä moniin biologisiin tutkimuksiin, joissa näytealojen lukumäärä on tavallisesti harvoja poikkeuksia lukuunottamatta pienempi kuin esillä olevassa työssä. Useimpiin tutkimuksen päämääriin nähden aineistoa onkin pidettävä hyvin tyydyttävänä.

Taulukko 3. Näytealojen jakaantuminen ikäluokkiin eri kasvupaikoilla.
Table 3. The distribution of the material per age classes on different sites.

Kasvupaikka *Site*	Ikäluokka, vuotta — *Age class, yrs*							
	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	>81	Yht.
	näytealoja, kpl — *number of sample plots*							
OMT	5	5	3	5	9	5	2	34
MT	—	5	10	15	20	16	7	73
Suot — *Swamps*	6	12	16	10	7	3	8	62
Yhteensä — *Total*	11	22	29	30	36	24	17	169

Aineistoon sisältyi kaikkiaan 3 718 pystynäytepuuta, joista 1 964 määritettiin rauduskoivuiksi ja 1 754 hieskoivuiksi. Eri kasvupaikoilla koivulajien osuudet runkoluvusta olivat seuraavat:

	Rauduskoivu *Common birch*		Hieskoivu *White birch*		Yhteensä
	runkoa *stems*	%	runkoa *stems*	%	runkoa *Total stems*
OMT	496	62.8	293	37.2	789
MT	1 318	82.2	285	17.8	1 603
Suot — *Swamps*	150	11.3	1 176	88.7	1 326

Ehdottomasti riittävänä voidaan pitää ainakin kummankin kovan maan kasvupaikan rauduskoivu- ja soiden hieskoivuaineistoa. Sen sijaan kovien maiden hieskoivuja ja soiden rauduskoivuja sisältyy aineistoon verrattain vähän, mutta niitäkin voidaan pitää ainakin useimmissa kohdissa tarpeeksi suurina lukumäärinä. On mainittava, että erityisesti koetettiin löytää kovilta mailta metsiköitä, jotka olisivat olleet hieskoivuvaltaisia. Mikäli tällaisia löytyi, ne olivat yleensä sopimattomia tutkimuksen tarkoituksiin, sillä tällaisissa tapauksissa oli usein kysymys harsinnalla tai määrämittahakkuulla käsitellyistä metsistä (vrt. s. 10). Suomailta näytti taas olevan miltei mahdotonta löytää rauduskoivuvaltaisia metsiä.

Taulukko 4. Kaadettujen näytepuiden aineisto ikäluokittain ja kasvupaikoittain.

Table 4. The material comprising the cut sample trees per age classes and sites.

$D_{1.3}$ cm — *DBH cm*	Ikäluokka, vuotta — *Age class, yrs*							
	21—40		41—60		61—80		> 81	
	Kovat maat *Firm*	Suot *Swamps*	Kovat maat *Firm*	Suot *Swamps*	Kovat maat *Firm*	Suot *Swamps*	Kovat maat *Firm*	Suot *Swamps*
< 9	8	18	3	24	—	8	—	2
10—14	14	16	31	37	23	21	3	5
15—19	1	5	20	17	18	19	6	5
> 20	—	1	3	7	2	5	1	1
Yhteensä — *Total*	23	40	57	85	43	53	10	13

Kaadettujen näytepuiden aineisto on esitetty taulukossa 4, josta nähdään, että näytepuita on kaadettu ja yksityiskohtaisesti analysoitu kaikkiaan 324 kpl. Puiden läpimittaluokittainen jakaantuminen on melko edullinen tutkimusta silmällä pitäen, vaikka pieniä läpimittoja onkin käsitettävästi jonkin verran enemmän kuin suuria. Suonäytealoilta on tarkoituksellisesti otettu enemmän näytepuita kuin kovilta mailta, sillä niiden laadusta nykyiset tiedot ovat tunnetusti vähäiset.

34. Silmävaraisarviointien luotettavuus

Pystynäytepuihin perustuva tutkimusmenetelmä edellyttää tietoa pystynäytepuiden mittauksen tarkkuudesta. Vaikka pystynäytepuiden käyttö on metsätieteellisessä tutkimuksessa melko yleistä, ei tutkimusten yhteydessä yleensä ole selvitetty arvioinnin tarkkuutta. On tosin olemassa tietoja tavallisimpien arviointi- ja mittausmenetelmien luotettavuudesta (esim. Mattsson-Mårn 1931, Skadsheim 1953). Kuitenkin tiedetään, että silmävaraiset arvioinnit ja monet tutkimuksissa suoritettavat mittaukset antavat erilaisia tuloksia eri miesten käyttäminä. Sen vuoksi on tässä yhteydessä katsottu tarpelliseksi aluksi selvittää pystynäytepuiden arviointien tarkkuus käsillä olevan tutkimuksen kenttätöitä tehtäessä. Kenttätöissä suoritti arviointeja kaksi miestä, mutta heidän saamansa tulokset ovat eronneet niin vähän toisistaan, että esitettävissä tarkkuuslaskelmissa voidaan kaikki arvioinnit yhdistää.

Pystynäytepuiden arvioinnissa ja mittauksessa esiintyy neljää lajia olevia määrityksiä, jotka eroavat luonteeltaan jonkin verran toisistaan ja jotka voidaan kaadetuista puista tehdä tarkemmin kuin pystypuista. On syytä korostaa, että myös kaadettujen näytepuiden mittauksessa tapahtuu tiettyjä virheitä, mutta niiden merkitys on katsottava varsin vähäiseksi.

Niitä ei tarvitsekaan ottaa millään tavoin huomioon, vaan kaadettujen puiden mittaustuloksia voidaan pitää oikeina. Niissä tapahtuvilla virheillä ei kuitenkaan ole merkitystä esillä olevan tutkimusten tulosten luotettavuudelle.

Mainitut mittausten ja arviointien lajit ovat seuraavat.

1. Puun pituuden mittaus, joka suoritettiin Blume-Leiss'in kojeella.
2. Erilaisten vikojen sekä oksattoman osan pituuden ja latvuksen alarajan korkeuden mittaus, joka suoritettiin joko Blume-Leiss-mittarilla tai latvakaulaimen varrella.
3. Suurimman oksan läpimitan arviointi, joka suoritettiin silmävaraisesti.
4. Kuuden metrin läpimitan mittaus, jossa käytettiin latvakaulainta.

Jokaista ryhmää tarkastellaan seuraavassa erikseen kaadettujen näytepuiden mittaustulosten avulla. Nämä puut, yhteensä 324 runkoa, arvioitiin ja mitattiin ensin kuten tavalliset pystynäytepuut ja kaadon jälkeen tulokset tarkistettiin. Syystä tai toisesta ei kaikista kaadetuista näytepuista tehty jokaista em. arvioinneista, joten eri kohdissa aineiston suuruus vaihtelee jonkin verran.

Tutkittaessa saatiin tarkistetuksi 292 näytepuun p i t u u d e n m i t t a u s kaadon jälkeen, jolloin se mitattiin uudelleen 30 m:n teräsmittanauhalla. Tulokset osoittivat, että on olemassa perin selvä korrelaatio Blume-Leiss-kojeella saadun pituuden ja todellisen pituuden välillä. Korrelaatiokerroin sai arvon 0.986 ± 0.002.

Keskimääräinen arviotulos oli 14.82 m ja mittaustulos 14.77 m, joten pystypuiden pituuden mittauksessa esiintyvä virhe on vailla käytännöllistä merkitystä.

Erilaisten v i k o j e n e s i i n t y m i s k o r k e u d e n mittauksessa on suureksi osaksi kysymys samanlaisesta toimituksesta kuin puun pituuden mittauksessa. Erona on kuitenkin ensinnäkin se, että vikojen sijainti voidaan usein selvittää latvakaulaimen varren avulla, siis mitata itse asiassa aivan yhtä tarkasti kuin kaadetuistakin puista. Toinen ero on se, että kaikkia vikoja ei havaita maasta käsin, jolta kannalta vikojen korkeuden mittaus on siis epävarmempaa kuin puun pituuden määritys.

T u o r e e n l a t v u k s e n a l a r a j a n arvioinnissa ei ole useinkaan olemassa mahdollisuutta, että jokin oksa jäisi huomaamatta. Siinä on siis kysymys vain tietyn kohdan korkeuden selvittämisestä. Myös tämä arviointi on pystytty tekemään hyvin tarkasti. Sitä osoittaa korrelaatiokertoimen arvo, joka on $+ 0.988 \pm 0.001$, siis vielä suurempi kuin puun pituuden arvioinnissa.

Myöskään latvuksen alarajan korkeuden mittauksessa ei ole esiintynyt systemaattista virhettä. Mitattu latvuksen alaraja on koko aineiston keskiarvona 6.90 m ja arvioitu 6.93 m. Ero on siis vain 0.5 %.

Oksattoman osan pituuden arvioinnissa on jonkin oksan huomaamatta jäämisellä huomattavasti suurempi merkitys kuin latvuksen alarajan ollessa kyseessä. Kuolleet oksat katkeilevat ja usein niistä on vain aivan lyhyt tynkä jäljellä. Kun koivun pinnassa on yleensä naavaa ym. jäkäliä, on kaikkia tällaisia lyhyitä tynkiä varsin vaikea nähdä maahan, vaikka arviointi tehtäisiin kuinka huolellisesti tahansa.

Oksattoman osan pituuden arvioinnin tarkkuus onkin selvästi heikompi kuin muiden tähän mennessä tarkasteltujen tunnusten. Korrelaatiokertoimen arvo on myös jonkin verran pienempi, 0.959 ja sen keskivirhe, $\pm$ 0.005, on suurempi kuin puun pituuden mittauksen tai latvuksen alarajan korkeuden arvioinnin tarkkuutta kuvaavissa tunnusluvuissa. Kuitenkin on myös oksattoman osan pituuden arvioinnin tarkkuutta pidettävä erittäin hyvänä.

Oksattoman osan pituuden arvioinnissa ei aina ole kysymys arvioimisvirheistä vaan siitä, että jotkut oksat ovat pystyarvioinnissa jääneet huomaamatta ja kokonaan oksattoman osan pituus on siis arvioitu liian pitkäksi. Sitä osoittavat myös koko aineiston oksattoman osan pituuden keskiarvot.

Todellinen (mitattu)	3.13 m
Arvioitu	3.33 m

Luvut osoittavat, että pystyarvioinnissa, s. o. pystynäytepuita käytettäessä saadaan hieman todellista parempi kuva puiden oksaisuudesta ja vikaisuudesta. Sama on varmaankin havaittavissa myös varsinaisten vikojen, kuten korojen, haavojen yms. ollessa kysymyksessä.

Vikojen koon arviointi tuli tutkimuksessa kysymykseen vain suurinta oksaa määritettäessä. Se on myös ainoa todellinen silmävarainen arviointi, sillä käyttöosan suurin oksa sijaitsee aina niin korkealla, ettei sitä voida maasta käsin mitata. Sen tarkkuus onkin heikompi kuin varsinaisten mittausten, mutta siitä huolimatta aivan tyydyttävä. Korrelaatiokertoimen arvo on 0.935 $\pm$ 0.007.

Arvioimisvirheiden suuruus vaihtelee seuraavan asetelman osoittamalla tavalla.

Oksan koko, tuumaa	Virhe, tuumaa					
	0	¼	½	¾	1	Yht.
¼—¾	75	24	—	—	—	99
1—1¾	97	68	8	—	—	173
>2	15	7	9	1	1	33

Keskimäärin olivat virheet seuraavat: 0.06″, 0.12″ ja 0.24″. Tuloksia tarkasteltaessa nähtiin, että yleisenä suuntana on ollut oksien arviointi hieman liian pieneksi, siis virhe on systemaattinen. Keskimäärin on suurimman oksan läpimitta näet arvioitu 0.06″ mitattua läpimittaa pienemmäksi.

Eron käytännöllinen merkitys on kuitenkin suhteellisen vähäinen, sillä se on vain 5.3 % oikeasta keskimääräisestä läpimitasta 1.12″, mutta se on kuitenkin pidettävä mielessä tutkimustuloksia tarkasteltaessa.

Läpimitan mittaus latvakaulaimella ei ole aina helppo tehtävä tarkoin tuloksin. Virhelähteitä on monia: mittauskorkeus saattaa olla virheellinen, kaulain ei ole oikeassa suunnassa ja lukema voidaan tehdä virheellisesti yms. Esillä olevassa tutkimuksessa 214 kaadetun koepuun mittauksesta saatujen tulosten avulla todettiin kuuden metrin läpimitan mittaustarkkuus varsin hyväksi. Korrelaatiokertoimen arvo on 0.986 ± 0.002.

Virheiden suuruuden perusteella jakaantuvat arvioinnit seuraavasti.

Virhe, cm	Runkoja
0	140
1	71
2	3

Keskimäärin virheen suuruus on ollut 0.4 cm, jota voidaan pitää hyvin kohtuullisena. Myöskään tämän läpimitan mittauksessa ei havaittu systemaattista virhettä, sillä kaadettujen koepuiden 6 m:n läpimitta oli pystyssä mittauksen mukaan 9.70 cm ja kaadon jälkeen mitattuna 9.67 cm. Ero on siis vailla kaikkea merkitystä.

Yhdistelmänä tutkimusmenetelmiä koskeneista tarkasteluista voidaankin tehdä se johtopäätös, että pystynäytepuiden mittaustulokset ovat riittävän tarkkoja tutkimuksen tarkoituksiin.

4. Tutkimuksen tulokset

41. Koivujen läpimitta

Vaneriteollisuudessa sorvipölkyn läpimitta on yksi tärkeimmistä raaka-aineen arvoa määräävistä tekijöistä, kuten vaneripölkkyjen laatuluokitus-ohjeistakin ilmenee. Niissähän I laatuluokan pölkyn minimiläpimittana on 8″, II laatuluokan 7″ ja III laatuluokan 6″. Läpimitan tällainen arvostus johtuu siitä, että hyötysuhde (viilutulos) suuria pölkkyjä sorvattaessa on suurempi kuin pienien pölkkyjen sorvauksessa (vrt. J a l a v a 1938). Myös paperipuun ollessa kysymyksessä järeys on eduksi, sillä järeiden pölkkyjen pinotiheys on suurempi kuin ohuiden. Lisäksi nopeakasvuinen koivu on yleensä painavampaa kuin hidaskasvuinen. Nämä samat seikat ovat eduksi myös polttopuun ollessa kysymyksessä. Järeästä koivupuusta saadaan siis enemmän selluloosaa pinokuutiometristä ja samoin sen polttoarvo pinomittayksikköä kohden on suurempi kuin ohuen, pieniläpimittaisen puun.

Taulukossa 5 on esitetty tasoitetut keskimääräiset läpimitat ikäluokittain eri kasvupaikkojen raudus- ja hieskoivuille. Latvuskerroksia ei siinä ole erotettu, vaan siihen sisältyvät kaikki näytealoilla mitatut puut.

Taulukko 5. Raudus- ja hieskoivun keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat ikäluokittain ja kasvupaikoittain.

Table 5. The average DBH of the common birch and the white birch per age classes and sites.

Kasvupaikka *Site*	Ikäluokka, vuotta — *Age class, yrs*						
	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	> 81
	$D_{1.3}$, cm — *DBH, cms*						
	Rauduskoivu — *Common birch*						
OMT	12.3	14.1	16.2	18.7	21.2	23.7	26.0
MT	..	13.4	15.3	17.1	18.7	20.1	21.4
Suot — *Swamps* ..	11.1	13.4	15.2	16.6	18.1	19.5	20.6
	Hieskoivu — *White birch*						
OMT	10.6	11.5	12.6	14.1	16.1	18.4	21.1
MT	..	11.3	12.7	14.1	15.6	17.1	18.2
Suot — *Swamps* ..	10.8	11.8	12.8	13.7	14.4	15.0	15.6

Taulukko osoittaa, että käenkaalimustikkatyypissä kummankin koivulajin läpimitta on keskimäärin suurin, mustikkatyypissä pienempi ja soilla pienin. Ero on rauduskoivussa kuitenkin yllättävän pieni mustikkatyypin ja soiden välillä. Poikkeuksena ovat nuorten ikäluokkien hieskoivut, jotka ovat soilla suurimpia. Tämä saattaa johtua aineistojen jostain puutteellisuudesta, mutta sille löydetään myös luonnollinen selitys. Soilla vesakoivujen osuus on suurin, ja vesasyntyisten yksilöiden alkukehitys on tavallisesti paljon nopeampaa kuin siemenestä kasvaneiden (esim. Mikola 1942). Kuitenkin voidaan päätellä, että käenkaalimustikkatyypin maalla on parhaat edellytykset kasvattaa suuriläpimittaista, järeää koivua.

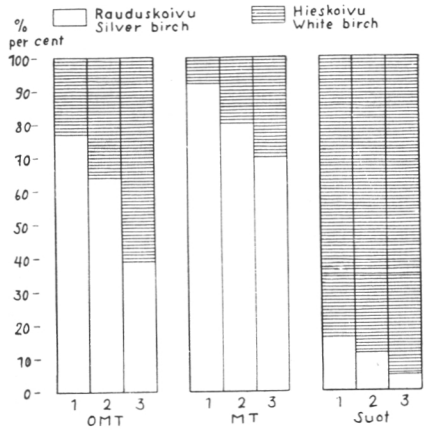
Eri koivulajien vertailu osoittaa, että rauduskoivun läpimitta on kaikilla kasvupaikoilla aina selvästi suurempi kuin samanikäisen hieskoivun. Samaan tulokseen ovat tulleet monet muutkin tutkijat, joista mainittakoon mm. Heikinheimo (1915), Kujala (1946), Appelroth (1946, 1949) ja Sarvas (1949, 1951). Ilvessalo (1956 a, 1956 b) mainitsee, että Suomen eteläpuoliskossa rauduskoivuista on 49 % ja hieskoivuista vain 18 % rinnankorkeusläpimitaltaan yli 20 cm:n vahvuisia.

Läpimittaeroja ikäluokittain koivulajien välillä kuvaavat myös seuraavat hieskoivun suhteelliset läpimitat, jotka on saatu merkitsemällä rauduskoivun läpimittaa suhdeluvulla 100 jokaisessa ikäluokassa. Suhdeluvut on laskettu tasoittamattomista läpimitoista.

Ikäluokka *Age class*	OMT	MT	Suot *Swamps*
	Hieskoivun läpimitta % rauduskoivusta *Diam. of white birch per cent of diam. of common birch*		
21—30	88	..	95
31—40	82	83	81
41—50	72	89	85
51—60	70	86	81
61—70	83	86	..
71—80	66	..	..
81 +	86	84	72

Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen seikkaan, että myös ojitetuilla soilla hieskoivun läpimitat ovat kaikissa ikäluokissa pienemmät kuin rauduskoivun. Erot siellä ovat samaa suuruusluokkaa kuin kovilla mailla.

Läpimittaan ja pituuteen liittyy läheisesti latvuskerros, josta on myös tehty havaintoja eri koivulajien kohdalla. Nämä laskelmat, joiden päätulokset on esitetty piirroksessa 1, osoittavat, että rauduskoivun osuus tutkituista puista vähenee alempiin latvuskerroksiin päin mentäessä. Erittäin selvänä tämä ero on nähtävissä mustikkatyypin maalla. Kaikkein vähäisin, mutta kuitenkin ilmeinen se on soilla, joilla rauduskoivujen



Piirros 1. Raudus- ja hieskoivun osuudet eri latvuskerrosten runkoluvusta.

Diagram 1. Percentages of the common (silver) birch and the white birch of the number of stems of different crown layers.

osuuskin on perin pieni (vrt. esim. L u k k a l a 1946). Samaan tulokseen on tullut myös H e i k i n h e i m o (1915), joka mainitsee, että kuivilla kasvupaikoilla I ja II kehitysluokkien puut ovat yksinomaan rauduskoivuja ja että hieskoivut kuuluvat pääasiallisesti III ja IV kehitysluokkiin. Myös kosteammilla mailla on havaittavissa samanlaisia eroja, mutta ne ovat vähäisempiä (vrt. myös M i k o l a 1942, S a r v a s 1949, 1951).

Samanikäisistä puista rauduskoivun läpimitta on siis keskimäärin huomattavasti suurempi kuin hieskoivun. Selvimmät erot ovat käenkaalimustikkatyypin mailla, mutta myös mustikkatyypin mailla sekä ojitetuilla soilla rauduskoivut kehittyvät keskimäärin järeämmiksi kuin hieskoivut saman ikäisinä.

42. Oksaisuus

421. Puun rungon jako eri osiin

Kasvavassa puussa voidaan erottaa kolme oksaisuuden kannalta ja myös jalostusarvoltaan erilaista vyöhykettä. Aivan tyvessä tavataan useimmissa tapauksissa o k s a t o n osa, josta kaikki oksat ovat jo kuolleet ja jossa ei ole enää näkyvissä ainoatakaan kylestymätöntä oksaa.[1]) Se on teollisuuden, varsinkin vaneriteollisuuden kannalta arvokkain osa puusta. Myös tässä oksattomassa osassa erotetaan kaksi käyttöarvoltaan erilaista osaa. 1. Osa, jossa ei ole näkyvissä minkäänlaisia merkkejä oksista

[1]) Biologisissa tutkimuksissa tarkoitetaan oksattomalla osalla tavallisesti sitä osaa, jossa ei ole eläviä oksia. Se siis sisältää nimestään huolimatta myös näkyviä oksia, joten se on asiallisesti harhaanjohtava termi.

ja jossa olleet oksat ovat siis kylestyneet jo kauan sitten. 2. Osa, jossa on vastakylestyneiden oksien osoittajina puun pinnassa näkyviä kyhmyjä, oksankyhmyjä.

Jos molemmat osat esiintyvät, on kyhmyinen osa aina lähempänä latvusta. Se onkin jonkinlainen välivaihe oksaisen ja oksattoman osan välillä. Senjälkeen ylöspäin siirryttäessä seuraa rungon osa, josta oksat ovat kuolleet, mutta ovat vielä kylestymättöminä puussa kiinni ja siis nähtävissä. Sitä voidaan kutsua kuivien oksien osaksi. Kuolleet oksat ovat vaneriteollisuuden kannalta haitallisin oksien esiintymismuoto, sillä ne on esim. pintaviilussa aina paikattava. Toisaalta tämä osa rungosta on vielä usein vaneripuuksi kelpaavaa. Oksat ovat verrattain harvassa, koska osa niistä on kylestynyt, ja läpimitaltaan tässä osassa tavattavat kuolleet oksat ovat pienempiä kuin elävän latvuksen oksat. Ylimpänä on elävä latvus, jonka oksat ovat vielä elossa ja ottavat osaa puun elintoimintoihin. Se on keskimäärin jalostusteknillisesti heikoin osa rungosta, sillä siinä oksat ovat useimmiten liian suuria ja niitä on liian tiheässä, jotta puuta voitaisiin käyttää vaneriteollisuuden raaka-aineeksi tai aina edes paperipuuksikaan.

Laatukysymyksen kannalta on kiinnostavinta tutkia vain oksatonta osaa, johon tässä yksinomaan keskitytäänkin. Latvusta koskevia tietoja on julkaistu useissa tutkimuksissa, joista mainittakoon Lappi-Seppälä (1930), Laitakari (1936 b), Tikka (1935, 1949) ja Heikinheimo (1953). Viitattakoon myös metsät. kand. Koiviston valmisteilla olevaan tutkimukseen, jossa tätä kysymystä tutkitaan.

422. Oksaton osa ja latvus

Oksattoman osan absoluuttisen pituuden ja suhteellisen osuuden tunteminen eri kasvupaikoilla ja eri koivulajeilla antaa jonkinlaisen kuvan puiden teknillisestä kelpoisuudesta ja siinä esiintyvistä riippuvuussuhteista.

Taulukko 6. Raudus- ja hieskoivun oksaton osa prosentteina puun koko pituudesta eri ikäluokissa.

Table 6. Branchless part of the common birch and the white birch in per cents of the entire height of tree in different age classes.

Koivulaji *Species*	Kasvupaikka *Site*	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs*						
		21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81 +
		% — *per cent*						
Raudus — *Common*	OMT	8	19	26	29	30	30	30
Hies — *White*		7	16	23	24	24	24	25
Raudus — *Common*	MT	..	19	25	27	29	29	29
Hies — *White*		..	16	23	27	31	32	32
Raudus — *Common*	Suot	(9)	(19)	(24)	(27)	(27)	(27)	(27)
Hies — *White*	*Swamps*	10	17	22	24	25	25	25

Taulukossa 6 on esitetty raudus- ja hieskoivujen oksattoman osan suhteellisen pituuden riippuvuus metsikön iästä ja kasvupaikasta.

Oksattoman osan suhteellinen osuus on suurin käenkaalimustikkatyypissä, mustikkatyypissä hieman pienempi ja soilla pienin. Myös oksattoman osan kohdalla on havaittavissa, että se ei suhteellisesti lisäänny enää 50—60 ikävuoden jälkeen, kuten mm. Lönnroth (1925), Lappi-Seppälä (1930) ja Tikka (1955) ovat osoittaneet myös latvuksen alarajaan nähden olevan sääntönä. Suurimmillaan oksaton osa muodostaa käenkaalimustikkatyypissä 30 %, mustikkatyypissä 29 % ja ojitetuilla soilla 25 % koko puun pituudesta. Heikinheimon (1953) mukaan oksattoman osan suhteellinen pituus on koivikoissa 40 vuoden iässä 27 %.

Koivulajien vertailu osoittaa myös selviä eroja rauduksen ja hieksen välillä. Kaikilla tutkituilla kasvupaikoilla oksaton osa rauduksella on suhteellisesti pitempi kuin hieksellä lukuunottamatta mustikkatyypin maita, joilla suhde näyttää olevan päinvastainen. Hieskoivuaineisto on kuitenkin sangen vähäinen tästä metsätyypistä.

Esitetyt suhdeluvut kuvaavat hyvin, että kovilla mailla voidaan tuottaa suhteellisesti eniten oksatonta puuta. Samoin on laita absoluuttisista määristä kyseen ollen. Tietyn ikäisenä on oksaton osa myös absoluuttisesti pisin käenkaalimustikkatyypin mailla ja lyhin ojitetuilla soilla, sillä koivujen pituus on myös suurin käenkaalityypin mailla ja pienin soilla, kun soita tarkastellaan kaikkien näytealojen keskiarvona. Koivulajeista taas rauduskoivu tuottaa sekä suhteellisesti että absoluuttisesti enemmän oksatonta puuta kuin hieskoivu.

Eri latvuskerrosten oksattoman osan suhteelliset pituudet on esitetty taulukossa 7 ikäluokkien yli 51 vuotta keskiarvoina.

Taulukko 7. Eri latvuskerrosten oksaton osa kasvupaikoittain.

Table 7. Branchless part of the different crown layers per sites.

Kasvupaikka *Site*	Latvuskerros — *Crown layer*		
	1	2	3
	Oksaton osa, % *Branchless part, per cent*		
OMT	30	31	30
MT	27	31	31
Suot — *Swamps*	25	27	25

Oksaton osa näyttää olevan suhteellisesti pisin 2. latvuskerroksessa, jossa siis voidaan tuottaa suhteellisesti eniten oksattomalta näyttävää puuta.

Koivulajien vertailu voi käydä paremmin päinsä läpimittaluokkien puitteissa, sillä oksattoman osan pituus riippuu paljon läpimitasta ja latvus-

kerroksesta, ja, kuten edellä on mainittu, hieskoivut ovat yleensä huomattavasti pienempiä kuin samanikäiset rauduskoivut. Lisäksi niistä kuuluu huomattavasti suurempi osa vallittuihin latvuskerroksiin kuin rauduskoivuista. Läpimittaluokittaisessa vertailussa keskitytäänkin pääasiassa vain raudus- ja hieskoivun välisten erojen selvittelyyn.

Taulukossa 8 on esitetty eri metsätyyppien hies- ja rauduskoivujen keskimääräiset oksattomat osat kahden sentin läpimittaluokissa.

Taulukko 8. Raudus- ja hieskoivun oksaton osa eri läpimittaluokissa.
Table 8. Branchless part of the common birch and the white birch in different diameter classes.

Kasvupaikka *Site*	$D_{1.3}$-luokka, cm. — *DBH-class, cm*										
	9—10	11—12	13—24	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30
	oksaton osa, m — *branchless part, m*										
	Raudus — *Common birch*										
OMT	2.2	3.0	3.9	4.9	5.7	6.2	6.4	6.5	6.5	6.5	6.5
MT	3.3	3.9	4.4	4.9	5.3	5.6	5.8	6.0	6.1	6.2	6.3
Suot — *Swamps*	1.1	1.4	1.8	2.3	3.1	4.0	5.1	5.4	6.0	6.0	6.0
	Hies — *White birch*										
OMT	1.6	2.2	2.8	3.5	4.1	4.7	5.1	5.6	5.9	6.2	6.4
MT	2.1	3.2	4.2	4.9	5.2	5.2	5.2	5.1	5.0	5.0	(5.0)
Suot — *Swamps*	2.0	2.6	3.1	3.5	3.8	4.1	4.3	4.4	4.6	4.6	4.6

Oksattoman osan pituudessa erot kasvupaikkojen välillä ovat melko selvät. Oksaton osa on pisin käenkaalimustikkatyypissä ja lyhin ojitetuilla soilla kummankin koivulajin ollessa kyseessä, paitsi pienimmissä läpimittaluokissa. Niissä oksaton osa on pisin mustikkatyypin metsissä.

Taulukko 9. Raudus- ja hieskoivun oksaton osa prosentteina puun koko pituudesta eri läpimittaluokissa.
Table 9. Branchless part of the common birch and the white birch in per cents of the entire height of tree in different diameter classes.

Kasvupaikka *Site*	$D_{1.3}$-luokka, cm — *DBH-class, cm*										
	9—10	11—12	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30
	oksaton osa, % puun pituudesta — *branchless part, per cent of tree height*										
	Rauduskoivu — *Common birch*										
OMT	22	23	24	28	29	30	30	29	28	28	27
MT	17	21	24	28	28	28	28	27	27	26	26
Suot — *Swamps*	11	12	14	16	19	22	26	25	27	26	26
	Hieskoivu — *White birch*										
OMT	14	17	19	22	23	25	26	27	27	28	28
MT	19	24	29	30	30	28	27	25	24	23	(23)
Suot — *Swamps*	18	20	22	23	23	24	23	23	23	22	21

Oksattoman osan suhteellista pituutta tutkittaessa ilmenee eräitä selviä säännönmukaisuuksia, kuten taulukosta 9 nähdään. Oksaton osa näyttää olevan suhteellisestikin pisin käenkaalimustikkatyypissä ja lyhin soilla. Tutkimuksen aiheen kannalta erityisen kiinnostava hieskoivun ja rauduskoivun eroavuus havaitaan myös taulukosta 9 suunnilleen samanlaisena kuin absoluuttisten pituuksienkin kohdalla.

Sekä ikäluokittainen että läpimittaluokittainen vertailu osoittaa, että rauduskoivun oksaton osa on pitempi kuin saman ikäisen tai kokoisen hieskoivun. Vastaavanlaisia tietoja ovat esittäneet Kujala (1946) ja Sarvas (1949), joka sanoo, että rauduskoivu on näistä kahdesta koivulajista vartevampi ja korkeammalle oksaton.

Soilla erot ovat epäselvemmät. Pienissä läpimittaluokissa hieskoivut ovat rauduskoivun edellä. Tämä johtunee siitä, että niistä suuri osa on vesasyntyisiä, kuten mm. Mikola (1942) ja Lukkala (1946) mainitsevat. Laitakari (1935 a) myös puolestaan toteaa, että »vesakoivujen alkukehitys on nopea.» Suuremmissa läpimittaluokissa on rauduskoivu soilla oksattomuuden kannalta ensi sijalla, kuten kovillakin mailla.

Yhdistelmänä oksatonta osaa koskevista tutkimuksista voidaan päätellä, että käenkaalimustikkatyypin maa sopii vähäoksaisen (oksattoman) koivulaatupuun kasvatukseen tutkituista kasvupaikoista parhaiten. Ero kovien maiden eri metsätyyppien välillä on kuitenkin varsin vähäinen. Rauduskoivun oksaton osa on huomattavasti pitempi kuin hieskoivun, joten rauduskoivu näyttää sopivammalta hyvälaatuiseksi teollisuuden raaka-aineeksi kuin oksaisempi hieskoivu.

423. Oksien läpimitta

Oksien lukumäärän ja niiden esiintymisalueen suuruuden lisäksi oksien läpimitta on hyvin tärkeä koivun teolliseen käyttöarvoon vaikuttava tekijä. Jo vanerikoivujen laatuluokitusohjeita tarkasteltaessa havaitaan, että niissä on oksien läpimitta mainittu laatutekijänä yhdessä oksien lukumäärän kanssa. II laatuluokassa suurin sallittu oksan läpimitta on 1″ ja III laatuluokassa 1½″. Samalainen havainto on tehtävissä vanerin lajittelumääräyksistä, joiden perusteella vaneripölkkyjenkin laatuluokat on laadittu. A- ja B-laaduissa sallitaan vain 3 mm läpimittaisia oksia. BB-laadussa sallitaan jo varsin isojakin oksia, suurin paikka on 60 × 35 mm ja WG:ssä 80 × 45 mm (Rinne 1944).

Myös koivupaperipuiden laatuvaatimuksissa korostetaan yleensä, että hyvin suuria oksia ei paperipuissa sallita. Tämä määräys johtuu siitä, että selluloosan valmistuksessa oksat ovat vähemmän toivottuja. Polttopuun ollessa kysymyksessä oksat ovat haitallisia ensi sijassa vain valmistus-

vaiheessa, jossa ne tekevät karsimisen aikaavieväksi ja halkaisun vaikeaksi, josta mm. Aro (1936) mainitsee. Suurioksaisten pölkkyjen pinotiheys on myös yleensä todettu verraten pieneksi.

Kuten tutkimusmenetelmää selostettaessa mainittiin, oksien läpimitta on selvitetty latvuksen suurimman oksan avulla. Se osoittaa varmaankin myös melko suurella tarkkuudella koko oksaisuuden yhdessä latvuksen ja oksattoman osan pituutta koskevien tietojen kanssa. Tekijä on näet toisessa tutkimuksessaan osoittanut, että ainakin mäntysahatukkien koko oksaisuuden pätevänä tunnuksena voidaan käyttää tukin suurinta oksaa (Heiskanen 1954). Vuoristo (1933) on puolestaan käyttänyt oksan läpimittaa sellaisenaan mäntytukkipuiden karsimisvaikeuden, oksaisuuden kuvaajana.

Osasta kaadettuja näytepuita tutkittiin suurimman oksan ja oksien keskimääräisen läpimitan välinen riippuvuus seuraavalla tavalla: jokaisesta metrin kappaleesta luettiin siinä näkyvien kuivien ja elävien oksien lukumäärä ja mitattiin suurimman oksan läpimitta. Näiden tulosten avulla on voitu laskea riippuvuus koko rungon suurimman oksan ja metrin kappaleiden suurimman oksan keskimääräisen läpimitan välillä. Näiden viimeksimainittujen tunnusten voidaan katsoa kuvaavan rungon oksaisuuden määrää (vrt. Heiskanen 1954). Taulukossa 10 on kuvattu näiden tutkimusten tulokset.

Taulukko 10. Rungon suurimman oksan ja 1 m kappaleiden suurimpien oksien välinen riippuvuus.

Table 10. The interdependence of the biggest branch of stem and the biggest branches in one metre pieces.

	Rungon suurin oksa, tuumaa *Biggest branch of stem, inches*							
	¼	½	¾	1	1 ¼	1 ½	1 ¾	2
	Osien suurimpien oksien läpimitta, tuumaa *Biggest branch in one metre parts, inches*							
Kuivat oksat — *Dead branches* ...	0.25	0.40	0.50	0.59	0.66	0.77	0.93	1.04
Tuoreet oksat — *Living branches*	..	0.50	0.64	0.82	0.98	1.14	1.27	1.55
Yhteensä — *Total*	0.25	0.43	0.56	0.70	0.84	1.01	1.14	1.37

Tutkittaessa on erotettu toisistaan kuivien oksien rungon osa ja elävä latvus. Molemmissa on havaittavissa selvä riippuvuus rungon suurimman oksan ja metrin kappaleiden keskimääräisen suurimman oksan läpimittojen välillä. Kuitenkin kuivien oksien läpimitat ovat aina jonkin verran pienempiä kuin tuoreiden, elävien oksien läpimitat. Em. riippuvuutta kuvaavat myös korrelaatiokertoimet, joiden arvot ovat seuraavat.

Kuivat oksat — *Dead branches* ..... 0.419 ± 0.029
Tuoreet oksat — *Living branches* ..... 0.703 ± 0.017

Niistäkin havaitaan, että riippuvuus on molemmissa tapauksissa sangen vahva, mutta tuoreiden oksien kohdalla huomattavasti selvempi kuin kuivien oksien ollessa kyseessä. Rungon käyttöosan suurimman oksan avulla on siis tehtävissä melko tarkkoja johtopäätöksiä koko puun oksaisuudesta, ennen kaikkea oksien suuruudesta.

Asetetun tutkimustehtävän mukaisesti tarkastellaan suurinta oksaa erikseen kasvupaikoittain ja erikseen koivulajeittain. Taulukossa 11 on esitetty suurimpien oksien keskimääräiset läpimitat kasvupaikoittain, latvuskerroksittain ja koivulajeittain.

Taulukko 11. Käyttöosan suurin oksa koivulajeittain ja latvuskerroksittain.
Table 11. The biggest branch of the usable part per birch species and crown layers.

Kasvupaikka *Site*	Koivulaji *Species*	Latvuskerros *Crown layer*	$D_{1.3}$-luokka, cm — *DBH-class, cm*										
			9—10	11—12	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30
			Suurin oksa, tuumaa — *Biggest branch, inches*										
OMT	Raudus — *Common*	1	0.69	0.82	0.98	1.08	1.26	1.43	1.60	1.77	2.00	2.29	2.42
	Hies — *White*	1	0.67	0.81	0.96	1.17	1.43	1.66	1.74	1.84	2.06	2.50	..
MT	Raudus — *Common*	1	0.85	0.95	1.06	1.21	1.37	1.49	1.61	1.79	1.98	2.31	2.55
	Hies — *White*	1	0.81	0.84	0.94	1.16	1.30	1.44	1.55	1.67	1.83	2.00	..
Suot — *Swamps*	Raudus — *Common*	1	0.70	0.83	0.92	1.04	1.23	1.43	1.59	1.73	2.01	2.50	..
	Hies — *White*	1	0.73	0.91	1.14	1.34	1.51	1.68	1.87	1.99	2.18	2.33	2.67
OMT	Raudus — *Common*	2	0.68	0.81	0.98	1.07	1.25	1.38	1.55	1.76	1.92	2.03	2.42
	Hies — *White*	2	0.70	0.83	1.00	1.17	1.34	1.37	1.52	1.65	1.83	..	..
MT	Raudus — *Common*	2	0.78	0.88	1.00	1.12	1.27	1.42	1.58	1.70	1.93	1.94	2.00
	Hies — *White*	2	0.70	0.87	1.00	1.16	1.28	1.36	1.47	1.51	..	..	..
Suot — *Swamps*	Raudus — *Common*	2	0.68	0.80	0.85	1.04	1.07	1.28	1.50	..	..	2.00	..
	Hies — *White*	2	0.73	0.92	1.09	1.27	1.50	1.59	1.63	1.68	1.92	..	..

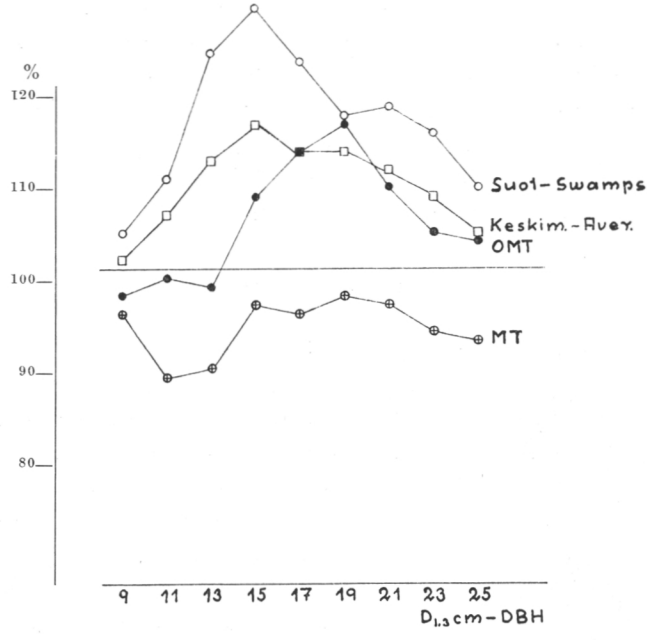
Oksan läpimitta kasvaa siis selvästi rinnankorkeusläpimitan suuretessa kaikilla kasvupaikoilla. Saman havainnon on tehnyt myös Aro (1936) koivua tutkiessaan. Hänen mukaansa oksan keskimääräinen läpimitta oli esim. 9 cm läpimittaluokassa 2.0 cm (~ 0.8″), 15 cm luokassa 3.3 cm (~ 1.3″) ja 29 cm luokassa 5.1 cm (~ 2.0″). On kuitenkin huomattava, että hänen luvuissaan on kysymys karsitun oksanjäljen läpimitasta, joka on aina suurempi kuin varsinainen oksa.

Verrattaessa eri latvuskerroksia toisiinsa oksien läpimitan kannalta, nähdään, että päävaltapuiden suurin oksa on jokaisessa läpimittaluokassa suurempi kuin alempien kerrosten puiden suurin oksa. Erot ovat läpimittaluokkien 9—26 cm painottamattomina keskiarvoina seuraavat kasvupaikoittain: OMT 3.5 % MT 5.0 %, Suot 6.0 %.

Kasvupaikkojen välinen vertailu osoittaa, että rauduskoivujen oksien läpimitta näyttää olevan yleensä suurin mustikkatyypin metsiköissä, käenkaalimustikkatyypissä hieman pienempi ja pienin ojitetuilla soilla. Erot

ovat kuitenkin niin vähäisiä, useimmissa läpimittaluokissa alle 1/10 tuumaa, ettei niitä voitane pitää merkitsevinä. Hieskoivuissa erot oksien läpimitoissa kasvupaikkojen välillä ovat suurempia. Varsinkin ojitetuilla soilla kasvavien hieskoivujen suurimman oksan läpimitta on aivan ilmeisesti suurempi kuin kovilla mailla kasvavien. Sama on havaittavissa sekä päävaltapuissa että alempien latvuskerrosten puissa. Kovien maiden eri kasvupaikkojen väliset erot ovat hieskoivuissakin varsin vähäiset.

Kaikilla kasvupaikoilla on selviä eroja hies- ja rauduskoivun oksien läpimitoissa. On havaittavissa, että hieskoivu on soilla ja käenkaalimustikkatyypin mailla kussakin latvuskerroksessa keskimäärin selvästi suurempioksainen kuin rauduskoivu, mutta mustikkatyypissä suhde on päinvastainen: rauduskoivun oksat ovat siellä jonkin verran suuremmat kuin hieskoivun. Nämä suhteet nähdään piirroksesta 2.



Piirros 2. Hieskoivujen suurin oksa prosentteina rauduskoivun suurimmasta oksasta.

Diagram 2. The biggest branch of white birches in per cent of the biggest branch of the common (silver) birch.

Jos jätetään latvuskerrokset huomioon ottamatta, nähdään, että erot soilla ja käenkaalimustikkatyypin mailla koivulajien välillä pienenevät, sillä hieskoivuista kuuluu suurempi osa vallittuihin latvuskerroksiin. Niiden oksat ovat merkittävästi pienempiä kuin vallitsevien puiden oksat, kuten edellä esitettiin.

Hies- ja rauduskoivun oksaisuudesta on esitetty erilaisia mielipiteitä. Kujala (1946) mainitsee, että rauduskoivu on hieskoivuun verrattuna karkeaoksaisempi. Samoin on Olofsson (1953) todennut, että rauduskoivun oksat ovat paksumpia kuin hieskoivun, mutta hän ei ole tutkimuksessaan erottanut lainkaan eri latvuskerroksia toisistaan. Tällainen suhde pitää esillä olevan aineiston mukaan paikkansa aina mustikkatyypissä, joka on kuitenkin hieskoivulle jo liian kuiva ja epäedullinen kasvupaikka ja käenkaalimustikkatyypissä osittain, kun ei oteta huomioon latvuskerrosta. Toisaalta aineisto osoittaa perin vakuuttavasti, että ojitetuilla soilla hieskoivun oksat ovat selvästi suurempia kuin rauduskoivun, jolle suot taas ovat epäedullisia kasvupaikkoja. Käenkaalimustikkatyypissä hieskoivuvaltapuiden oksat ovat pienissä läpimittaluokissa pienemmät, mutta kaikissa suurissa läpimittaluokissa suuremmat kuin rauduskoivujen.

Sarvaksen (1949) käsitys, että »ehkä raudus- ja hieskoivun välillä ei tässä suhteessa (oksaisuudessa) lopulta ole suuriakaan eroja», lieneekin lähinnä oikeaa ainakin, mitä tulee oksien paksuuteen. Samassa latvuskerroksessa ero raudus- ja hieskoivun oksien paksuudessa on erilainen eri kasvupaikoilla. Hieskoivun oksat ovat suurempia soilla ja rauduskoivun mustikkatyypissä (ja sitä kuivemmilla kasvupaikoilla). Käenkaalimustikkatyypissä ei ole paljon eroa koivulajien välillä, vaikka sielläkin hieskoivun oksat lienevät keskimäärin suuremmat kuin rauduskoivujen.

424. Laho-oksat



Kuva 1. Laho-oksasta leviää usein lahoa myös ympäröivään puuainekseen. Valok. E. Juvonen.

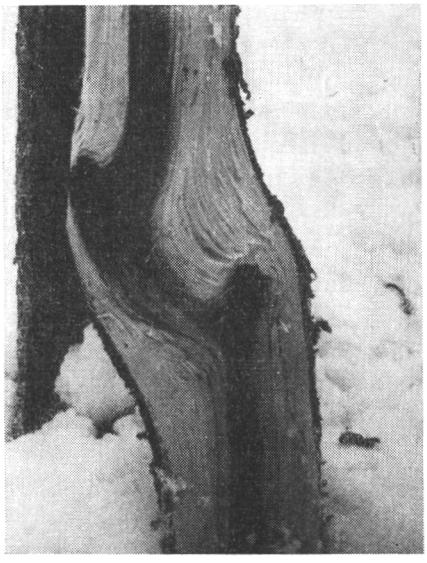
Figure 1. From rotten branch rot often spreads into surrounding wood. Photo E. Juvonen.

Laho-oksat[1]) ovat teknillisesti haitallisin laji oksia. Niitä sallitaankin esim. vaneripuussa rajoitetusti vain III laatuluokassa, ja niiden läpimitta saa olla korkeintaan 1″. Ne ovat vanerin valmistuksessa epäedullisia kahdella eri tavalla. Ensinnäkin laho-oksat on aina pintaviilusta paikattava, ja toiseksi lahoihin oksiin liittyy lahoa usein myös ympäröivässä puuaineksessa, jollainen tapaus on esitetty kuvassa 1.

Laho-oksien esiintyminen selvitettiin silmävaraisen arvioinnin avulla, joka menetelmä ei voi olla tässä tapauksessa varsin tarkka. Kuolleet laho-oksat voidaan paikallistaa kasvavastakin puusta

[1]) Laho-oksilla tarkoitetaan oksia, jotka ovat lahonneet ja joissa laho jatkuu selvästi myös oksan puun sisässä olevaan oksan osaan.

melko suurella tarkkuudella niiden tyvessä runkoon muodostuneen kylestymän avulla. Oksan ympärillä puu on yleensä kohonnut jonkinlaiseksi kyhmyksi. Lisäksi itse oksa on monesti aivan pehmeän ja säikeiseksi lahonneen näköinen. Kuitenkin voidaan olla varmoja, että osa kuolleistakin laho-oksista on jäänyt huomaamatta, kuten sivulla 20 todettiin yleensä vikojen arvioinnissa tapahtuvan. Tämä seikka ei silti tee eri koivulajien ja kasvupaikkojen vertailua mahdottomaksi, sillä voidaan olettaa, että arvioimisvirheissä ei ole systemaattisuutta yhden kasvupaikan tai koivulajin eduksi tai haitaksi.



Kuva 2. Mutkan kohdalla on monesti lahonnut pystyoksa. Valok. E. Juvonen.
Figure 2. At crook there often is a decayed upright limb. Photo E. Juvonen.

Elävät oksat, jotka ovat lahonneet, eivät ole tulleet arvioinnissa lainkaan esille. Niitäkin esiintyy jonkin verran, kuten tunnettua. Kolmas laji laho-oksia, kylestyneet oksat ovat myös jääneet huomioon ottamatta, mutta niistäkin on tehty joitakin havaintoja. Nämä havainnot ovat osoittaneet, että suurien, selvästi näkyvien oksankyhmyjen alla olevat oksat ovat miltei poikkeuksetta lahoja (ks. s. 37). Lisäksi on todettu, että tällaisia oksankyhmyjä esiintyy yleisimmin vain vanhojen ikäluokkien koivujen oksattoman rungon osan yläosissa. Nuoremmissa puissa niitä tavataan myös joskus mutkien yhteydessä, jollloin yleensä on kysymyksessä katkennut latva ja kylestynyt pystyoksa, jotka ovat olleet kaikissa tutkituissa tapauksissa lahoja (kuva 2).

Kuolleiden laho-oksien tynkien esiintymisrunsaus nähdään taulukosta 12 eri koivulajeilla ikäluokittain.

Taulukko 12. Laho-oksia sisältävien raudus- ja hieskoivujen osuus eri ikäluokissa.

Table 12. Percentage of the common birches and the white birches with rotten knots in different age classes.

Koivulaji *Species*	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs.*						
	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81 +
	% — *per cent*						
Raudus — *Common*	2	2	15	18	22	23	22
Hies — *White*	2	5	16	18	27	29	22
Keskim. — *Aver*	2	4	16	18	24	24	22

Niiden runkojen osuus runkoluvusta, joissa esiintyy laho-oksia, nousee siis selvästi puiden iän kasvaessa. Lisäksi laho-oksien lukumäärä runkoa kohden näyttää lisääntyvän puiden iän mukana. Nuorimmissa ikäluokissa laho-oksia esiintyy alle 5 %:ssa rungoista, ja niiden osuus kasvaa aina ikäluokkaan 71—80 v. asti. Yli 81 vuotisissa metsissä laho-oksia sisältävien puiden osuus on yllättävästi pienempi kuin edellisessä luokassa. Tämä pieneneminen lienee kuitenkin vain näennäistä, sillä mitä vanhemmista ikäluokista on kysymys sitä suurempi osa laho-oksista on ehtinyt kylestyä ja on siis jäänyt tutkimuksessa huomioon ottamatta. Vanhimmissa ikäluokissa on arvioinnin mukaan laho-oksia sisältävien puiden osuus lähes neljännes. Todellisuudessa se lienee kuitenkin edellä mainituista syistä vielä jonkin verran tätä suurempi.

Laho-oksien esiintymisen kannalta havaitaan vain vähäisiä eroja koivulajien välillä. Rauduskoivuissa näyttää laho-oksia esiintyvän jonkin verran harvemmin kuin hieskoivuissa. Erot ovat kuitenkin niin pienet, ettei niiden merkitsevyydestä voida olla varmoja. Silti on pantava merkille, että missään ikäluokassa ei hieskoivussa esiinny aineiston mukaan laho-oksia harvemmin kuin rauduskoivuissa. Varsin mielenkiintoista on, että vanhoissa puissa esiintyy laho-oksia hieksessä selvästi runsaammin kuin rauduksessa, mikä johtunee hieksen lyhytikäisyydestä raudukseen verrattuna.

Eri kasvupaikkojen välinen vertailu osoittaa ikäluokissa yli 31 v., että käenkaalimustikkatyypissä laho-oksia esiintyy vähiten; laho-oksia sisältävien puiden osuus on keskimäärin 12.2 %, ja mustikkatyypissä ja soilla suunnilleen yhtä paljon kummallakin, 16.0 % ja 17.8 %. Tämä ero on odotetunlainen, sillä käenkaalimustikkatyypin puut nopeakasvuisina kylestävät oksansa nopeimmin, joten ne eivät ehdi lahota. Jos ne taas ovat ehtineet lahotakin, eivät ne enää ole näkyvissä ja eivät siis ole tulleet arvioinnissa huomioon otetuiksi.

425. Vesaoksat

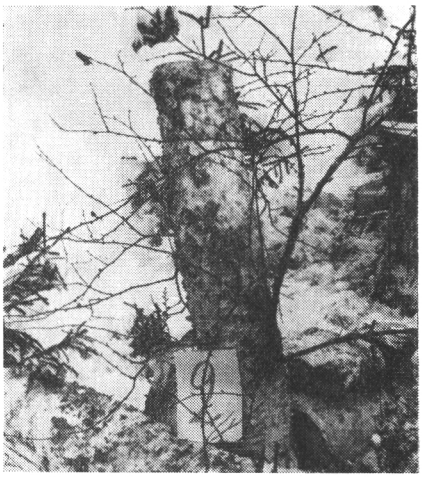
Myös vesaoksat 1. vesioksat on asiallista käsitellä oksaisuutta tutkittaessa (kuva 3). Nekin alentavat tuntuvasti puun teknillistä arvoa ennen kaikkea vaneriteollisuudessa. Niiden mukana tulee näet vikoja muutoin kenties oksattomaan pintapuuhun.

M i k o l a (1942) mainitsee vesaoksien syntymisestä seuraavaa: »Lähinnä vesioksat ovat verrattavissa tyvivesoihin. Kummassakin tapauksessa kasvien osien välistä tasapainoa häiritsevä tekijä on jokin muu kuin puun kaataminen. Tosin puun ylempien osien luokkaantuminen, esim. latvuksen typistäminen, aiheuttaa vesioksien muodostamista, mutta useimmiten syy on muu, äkillinen muutos kasvin veden, ravintoaineiden ja valon saantimahdollisuuksissa.» Tällaisista äkillisistä muutoksista ovat hoidetuissa tai hakkuilla käsitellyissä metsissä tärkeimpiä voimakkaat hakkuut, jotka

muuttavat metsikössä vallinneen tasapainotilan toiseksi. Tarkemmin ei tässä yhteydessä ole tarpeen syventyä vesaoksien syntyyn.

Taulukossa 13 on esitetty vesaoksien esiintymistapaukset eri ikäluokissa ja kasvupaikoilla. Aineistoon sisältyneiden vesaoksatapausten vähäisyyden vuoksi käytetään 20 vuoden ikäluokkia.

Rauduskoivuissa vesaoksien lukumäärä lisääntyy selvästi iän kasvaessa. Hieskoivuissa on nähtävissä sama suunta. Saavutettu tulos lienee yllättävä, sillä yleensä on todettu, että puiden vesomiskyky pienenee iän lisääntyessä (esim. Heikinheimo 1925, Mikola 1942). Tämä koskee kuitenkin vain kantovesoja. Mikola (1942) mainitseekin tyvivesojen esiintymisestä, että »tyvivesojen ilmaantuminen vanhan ja kasvussaan kituvan koivun tyvelle on melko tavallinen ilmiö.» Sama havainto on esillä olevassa tutkimuksessa tehty vesaoksista ja samoin tyvivesoista. Lisäksi on todettu, kuten jäljempänä esitetään, että vesaoksilla näyttää olevan tietty yhteys lahon esiintymiseen. Saman havainnon on Pfeil (1860) tehnyt tyvivesoista.



Kuva 3. Vesioksa. Puussa ei ollut havaittavissa lainkaan lahovikaa. Valok. E. Juvonen.

Figure 3. Water sprout. No defect caused by rot could be found in the tree. Photo E. Juvonen.

Taulukko 13. Vesaoksia sisältävien runkojen osuus tutkituista rungoista kasvupaikoittain ja ikäluokittain.

Table 13. Percentage of stems containing water sprouts of the examined stems per sites and age classes.

Koivulaji *Species*	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs*			
	21—40	41—60	61—80	> 81
	% runkoluvusta — *per cent of stems*			
	OMT			
Raudus — *Common*	1	6	7	—
Hies — *White*	—	—	10	—
	MT			
Raudus — *Common*	—	4	6	18
Hies — *White*	—	9	3	20
	Suot — *Swamps*			
Raudus — *Common*	1	—	—	—
Hies — *White*	1	1	2	1
	Yhteensä — *Total*			
Raudus — *Common*	1	4	6	14
Hies — *White*	·	2	4	2

Vesaoksien (ja tyvivesojen) yleisyys vanhojen ikäluokkien näytemetsiköissä saa osittain selityksensä, paitsi em. lahoisuudesta, myös siitä, että useimpien vanhojen metsien säännönmukainen hoito on aloitettu vasta myöhemmällä iällä (vrt. s. 10). Niiden elämässä on siis tapahtunut äkillinen muutos, joka on aiheuttanut vesaoksien syntymisen. Taimistoasteelta hoidossa olleet metsät eivät koe tällaisia muutoksia niin selvinä, mikä seikka voi osaltaan vaikuttaa vesaoksien vähäiseen esiintymiseen.

Eri kasvupaikkoja vertailtaessa havaitaan vesaoksien olevan yleisimpiä mustikkatyypin koivikoissa ja selvästi vähiten niitä esiintyy ojitetuilla soilla. Ei kuitenkaan voida olla varmoja, onko tällainen suhde satunnainen, esim. aineiston vähäisyydestä johtuva vai tosiaan yleispätevä.

Rauduskoivuissa on siis esiintynyt vesaoksia jonkin verran enemmän ja suhteellisestikin yleisemmin kuin hieskoivuissa. Myös tämä havainto on ristiriidassa koivujen vesomiskyvystä tehtyjen aiempien tutkimusten kanssa. Esim. Mikola (1942) korostaa »että molempien koivulajien kasvaessa samanlaisissa olosuhteissa hieskoivu vesoo sekä tyveltään että kannosta paremmin kuin rauduskoivu» (vrt. Heikinheimo 1917). Toisaalta on tosiasia, että vesominen riippuu varsin monesta tekijästä, joten eri koivulajien vertailu tulisi suorittaa samoilla näytealoilla kasvaneista puista, kuten Mikola (1942) toteaakin.

Tutkimusaineistoon sisältyi vain muutamia näytealoja, joilla vesaoksia oli useammissa rungoissa. Yleensä vesaoksia tai vesaoksa tavattiin vain yhdessä tai kahdessa näytealan puista. Myös niillä näytealoilla, joissa vesaoksia oli useampia, näyttää rauduskoivussa esiintyneen niitä suhteellisesti yleisemmin kuin hieskoivuissa, vaikka mitään varmaa suuntaa ei pienien runkolukujen ollessa kysymyksessä voidakaan havaita.

Tutkimusta varten kaadettiin kaikkiaan 18 koivua, joissa oli yksi tai useampi vesaoksa tai tyvivesa (2 hieskoivua). Osa näistä puista oli varsinaisia näytepuita, mutta osa kaadettiin vain niissä esiintyvien vesaoksien tutkimiseksi. Näistä puista 13 oli raudus- ja 5 hieskoivuja. Aineiston tarkastelu osoittaa, että 15 puussa tavattiin lahoa ja useimmissa myös laho-oksia, mutta kaikissa tapauksissa ei vesaoksan (tai tyvivesan) aivan välttämättömässä läheisyydessä.

Näissä koepuissa esiintyneistä vesaoksista analysoitiin tarkemmin 28 vesaoksaa, joista 23 eli 83 % oli aivan ilmeisesti yhteydessä laho-oksiin; yleensä oli kysymys kylestyneistä laho-oksista. Nämä 23 vesaoksaa alkoivat kasvunsa laho-oksista. Toisaalta on erikoisesti mainittava, että ainoassakaan tutkitussa tapauksessa ei runkolaholla ja vesaoksalla näyttänyt olevan aivan välitöntä yhteyttä toisiinsa.

Yhdistelmänä vesaoksia koskevista selvittelyistä voidaan esittää, että vesaoksia esiintyy eniten vanhoissa ikäluokissa ja että vesaoksilla näyttää olevan tietty yhteys lahon ja laho-oksien esiintymiseen. Kaikki tutki-

muksessa käsitellyt vesaoksia sisältäneet rungot olivat kuitenkin ainakin osaltaan vaneri- tai paperipuuksi kelpaavia. Vesaoksat eivät siis välttämättä osoita rungon kelpaamattomuutta teollisiin tarkoituksiin, kuten usein käytännössä sanotaan, vaikka monissa tapauksissa osa puusta ei kelpaakaan vaneripuuksi.

426. Oksankyhmyt

Kuten oksaisuudeltaan erilaisten rungon osien määrittelyn yhteydessä mainittiin, voidaan puussa erottaa osa, jossa on kyhmyjä vasta kylestyneiden oksien merkkeinä. Se on tavallaan välivaiheena oksattoman ja oksaisen osan välillä. Eräänä oksaisuuden ilmenemismuotona voidaankin pitää näitä oksankyhmyjä, jotka lehtipuiden ollessa kysymyksessä, ovat itse asiassa ainoat ja myös varsin varmat sisäisen oksaisuuden osoittajat (vrt. myös Olofsson 1953). Myös vanerikoivujen laatuluokitusohjeissa oksankyhmyt on otettu huomioon laatua alentavina tekijöinä. Niitä ei sallita lainkaan I laatuluokassa, kuten taulukosta 2 nähdään. Esillä olevan tutkimuksen kenttätöissä tehtiin vain hajahavaintoja oksankyhmyistä, mutta niidenkin perusteella voidaan tehdä eräitä varsin pitkälle meneviä johtopäätöksiä niiden vaikutuksesta puun laatuun.

Kaadetuissa koepuissa esiintyneitä oksankyhmyjä tutkittaessa ilmeni, että suuret oksankyhmyt osoittavat niiden alla olevan oksan lahotartunnan saaneeksi, kuten sivulla 33 on mainittu. Tällainen kyhmy nähdään kuvassa 4 halkaistuna. Samanlaisen kuvan on Helander (1922) julkaissut. Mainittakoon lisäksi, että Tikka (1955) on todennut suurten oksankyhmyjen olevan lahovikojen osoittajia myös haapapuussa. Jos oksankyhmy on mutkan yhteydessä, voidaan myös melko suurella todennäköisyydellä olla varmoja, että rungossa on sisällä tavallista suurempi lahonnut tai lahoava ns. pystyoksa. Tällainen tapaus on esitetty edellä kuvassa 2.



Kuva 4. Suuren oksankyhmyn alla on useimmiten kylestynyt laho-oksa. Valok. E. Juvonen.

Figure 4. Underneath big knot bumps there in most cases is a healed over rotten knot. Photo E. Juvonen.

Näiden havaintojen perusteella voidaan päätellä, että vanerikoivujen laatuluokitusohjeissa tulisi suurien, hyvin selvästi huomiota kiinnittävien kyhmyjen olla sallittuja vain III laatuluokassa. Samanlainen määräys on olemassa mäntysahatukkien laatuluokitusohjeissa (esim.

Heiskanen 1954), ja kuitenkin tuntuu siltä, että männyissä tällaiset isot oksankyhmyt ovat vähemmän vaarallisia tai ainakin huomattavasti harvinaisempia kuin koivuissa. Tämä lisäys tekisi koivujen laatuluokitusohjeet entistä luotettavammiksi, sillä suuria kyhmyjä sisältävistä pölkyistä saadaan sorvattaessa varsin suurella todennäköisyydellä vain huonoja viilulaatuja.

Oksankyhmyistä on tehty havaintoja myös varsinaisten vanerikoivututkimusten yhteydessä, joihin palataan myöhemmin (ks. ss. 78—79).

43. Vikaisuudet

431. Vikaisuuksien jaottelu

Oksaisuus eri ilmenemismuodoissaan on myös vikaisuutta teknillisessä mielessä ja se onkin varsin tärkeä sekä merkityksellinen esim. vanerikoivujen laatua alentavana ominaisuutena. Kun oksaisuus kuitenkin on säännöllinen ominaisuus, joka aina esiintyy puussa, se on käsitelty muista vikaisuuksista erillään. Loogillisuuden säilyttämiseksi on myös oksaisuuden harvinaiset esiintymismuodot, laho-oksat ja vesaoksat käsitelty muun oksaisuuden yhteydessä edellä.

Varsinaiset vikaisuudet, joita puissa esiintyy, voidaan jakaa kahteen pääryhmään, ulkoisiin vikaisuuksiin ja sisäisiin vikaisuuksiin (Tikka 1935). Ulkoiset vikaisuudet jaetaan esillä olevassa tutkimuksessa seuraaviin ryhmiin.

— Haarat
— Mutkat ja lenkous
— Korot ja haavat (pintaviat)
— Lahoviat (ks. s. 47)
— Muut ulkoiset vikaisuudet.

Sisäisistä vikaisuuksista taas ovat lahot tärkeimmät, mutta niihin palataan lähemmin jäljempänä.

432. Ulkoiset vikaisuudet

Ulkoisilla vikaisuuksilla tarkoitetaan Tikan (1935) mukaan »rungon muodossa, kuoressa tai puuaineen pintaosissa esiintyviä poikkeavaisuuksia normaalisuudesta, mitkä poikkeavaisuudet joko erikseen tai yht'aikaisesti esiintyen antavat puulle jonkin enemmän tai vähemmän selvän tunnusmerkin.» Ulkoiset vikaisuudet muodostavatkin varsin laajan ja vaihtelevan ryhmän, joten se on käsiteltävä tietyissä osissa, joista edellä oli jo puhetta.

4321. Haarat.

Syntytavan perusteella puissa esiintyvät haarat voidaan jakaa moneen eri ryhmään, kuten mm. T i k k a (1935) on esittänyt. Esillä olevassa työssä haarojen syntytapa on kuitenkin vähemmän merkityksellinen kuin niiden vaikutus puun käyttökelpoisuuteen. Siltä kannalta on erotettavissa kaksi ryhmää haaroja.

1. V a r s i n a i s e t h a a r a t, joissa kumpikin puolisko on suurin piirtein tasaarvoinen, s. o. yhtä paksu.

2. N s. p y s t y o k s a t, joissa toinen runko on voittanut toisen, joka on jäänyt tavallista paksummaksi oksaksi.

Nämä haaralajit on erotettu myös tutkimusta tehtäessä ja niiden yleisyys on esitetty taulukossa 14.

Taulukko 14. Haaraisten runkojen osuus runkoluvusta.

Table 14. Percentage of forked stems of the total number of stems.

Ikäluokka, v. *Age class, yrs.*	Varsinaiset haarat *Forks*			Pystyoksat *Upright limbs*		
	OMT	MT	Suot *Swamps*	OMT	MT	Suot *Swamps*
	% runkoluvusta — *per cent of stems*					
	Rauduskoivu — *Common birch*					
21—40	27	22	21	11	10	24
41—60	17	14	21	13	11	14
61—80	20	16	..	14	15	..
> 81	35	12	18	24	21	36
Keskim. — *Aver.*	22	15	21	13	14	22
	Hieskoivu — *White birch*					
21—40	19	21	13	17	9	16
41—60	16	9	11	18	14	19
61—80	26	24	9	24	31	30
> 81	31	10	3	23	50	50
Keskim. — *Aver.*	21	16	10	19	20	25

Eri ikäluokkia toisiinsa verrattaessa havaitaan, että varsinaisten haarojen osuus pienenee jonkin verran iän kasvaessa, mikä johtunee siitä, että kasvatushakkuissa yleensä koetetaan poistaa vikaisia puita. Poikkeuksen tekee tässä aineistossa käenkaalimustikkatyyppi. Pystyoksien osuus sen sijaan on suurin vanhoissa ikäluokissa kaikilla kasvupaikoilla.

Kasvupaikkojen vertailu osoittaa vähäisiä eroja kovien maiden ja soiden välillä, kuten seuraavista keskiarvoista ilmenee. Erojen merkitsevyydestä ei voida kuitenkaan olla varmoja.

	Haaroja *Forks*	Pystyoksia *Upright limbs*	Yhteensä *Total*
		% rungoista *per cent of stems*	
Kovat maat — *Firm lands*	17.4	15.1	32.5
Suot — *Swamps*	11.0	24.3	35.3

Näyttää kuitenkin siltä, että haarapuiden osuus runkoluvusta on kovilla mailla merkitsevästi suurempi kuin soilla, mikä saattaa osittain johtua vain jo edellä mainitusta, aineistoon sisältyvien suometsien paremmasta hoidosta. Toisaalta saattaa tosiaan olla niin, että hyvillä kasvupaikoilla, käenkaalimustikkatyypissä ja sitä paremmilla mailla taipumus haaroittumiseen on suurempi kuin mustikkatyypissä ja soilla (vrt. T i k k a 1935). Asia jää kuitenkin avoimeksi, sillä toisaalta pystyoksien osuus on soilla selvästi suurempi kuin kovilla mailla. Siitä voidaan näet päätellä, että taipumus haaroittumiseen on suokoivikoissa suurempi kuin kovien maiden koivikoissa, joiden välillä ei ole selviä eroja. Myös T i k k a (1935) arvelee, että »huomattavampia poikkeuksia ei eri metsätyypeillä ole», mutta toteaa kuitenkin, kuten edellä viitattiin, että silmurankahaarat näyttävät olevan hyvillä tyypeillä jonkin verran yleisempiä kuin huonoilla.

4322. Mutkat.

Mutkaisuuden toteaminen ja määrittäminen lehtipuusta, kuten koivusta on hyvin vaikea tehtävä, sillä koivu on vain harvinaisissa poikkeustapauksissa aivan suora. Myös mutkien syntytapa ja muoto vaihtelee hyvin paljon, mutta tässä yhteydessä on tarkoitus tarkastella ensi sijassa puun teknilliseen käyttöarvoon vaikuttavien vikaisuuksien esiintymisrunsautta sekä jonkin verran erilaisten mutkien vaikutusta puun laatuun. Mutkien ja lenkouden merkitys laatua alentavana tekijänä on esim. vaneriteollisuudessa se, että mutkaisesta puusta saadaan vähemmän viilua kuin suorasta. Lisäksi suuri osa parhaasta pintaosasta menee ainakin osittain pilalle mutkaista puuta sorvattaessa ja siitä saadaan vain liitos- tai pahimmassa tapauksessa pääliitoskappaleita. Mutkainen ja lenko puu sisältää aina myös vetopuuta, jonka työstöominaisuudet ovat varsin huonot, kuten mm. O l l i n m a a (1955) on tutkimuksillaan osoittanut.

Taulukossa 15 on esitetty mutkatapausten osuus runkoluvusta ikäluokittain, kasvupaikoittain ja koivulajeittain. Tässä tilastollisessa selvittelyssä ei mutkien suuruus ole tullut lainkaan esille, joten taulukon luvut eivät sellaisenaan osoita mutkaisuuden vaikutusta puiden käyttökelpoisuuteen. Ne ovat siinä mielessä vain suuntaa antavia.

Taulukko 15. Mutkaisten runkojen osuus runkoluvusta.
Table 15. Percentage of crooked stems of the total number of stems.

Kasvupaikka *Site*	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs.*				
	21—40	41—60	61—80	> 81	Keskim. *Aver.*
	% runkoluvusta — *per cent of stems*				
	Rauduskoivu — *Common birch*				
OMT	54	58	60	73	59
MT	31	59	64	49	58
Suot — *Swamps*	42	52	..	80	50
	Hieskoivu — *White birch*				
OMT	55	55	66	80	59
MT	41	61	62	60	57
Suot — *Swamps*	53	61	63	64	60

Ikäluokkia toisiinsa verrattaessa havaitaan, että mutkaisten runkojen osuus kasvaa yleensä puiden iän kasvaessa. Kasvupaikkojen välinen vertailu taas osoittaa, että kaikilla kasvupaikoilla mutkia esiintyy suunnilleen yhtä paljon. Mutkien sijainnin perusteella on nähtävissä paljon selvemmät erot kuin esiintymisrunsauden perusteella. Tärkeimpänä seikkana tässä suhteessa on, että soilla esiintyy mutkia paljon enemmän oksattomalla osalla. Ne siis alentavat puiden käyttöarvoa enemmän kuin kovien maiden koivujen mutkat. Tikan (1935) tulokset Perä-Pohjolasta osoittavat, että mutkia esiintyy eniten huonoilla, kuivimmilla kasvupaikoilla. Soita ei hänen aineistoonsa sisältynyt.

Koivulajien välillä ei ole havaittavissa selviä eroja. Hieskoivut ovat kuitenkin kovilla mailla vanhoissa ikäluokissa selvästi mutkaisempia kuin rauduskoivut. Lisäksi todettiin, tutkimuksen kenttätöitä suoritettaessa, että hieskoivuissa oli usein hyvin pahoja mutkia, mutta rauduskoivuissa mutkat olivat monesti varsin lieviä. Tämä oli havaittavissa myös soilla. Samanlaisen päätelmän on tehnyt Kujala (1946). Myös Sarva (1949) ja Appelroth (1949) mainitsevat rauduskoivun hieskoivua suorarunkoisemmaksi. Olofssonin (1953) mukaan rauduskoivu on rungon suoruudeltaan edullisempi kuin hieskoivu Ruotsin keski- ja pohjoisosissa. Borg (1926) on sitä vastoin sitä mieltä, että hieskoivun runko on suorempi kuin rauduskoivun, mikä päätelmä tuntuu kuitenkin virheelliseltä.

Mutkaisuus saattaa, kuten edellä mainittiin, esiintyä sekä muodoltaan monenlaisena että vaikutukseltaan vaihtelevana. Varsin tavallisia ovat tyvimutkat etenkin vesasyntyisissä koivuissa (esim. Tikka 1935, Mikola 1942). Esillä olevan aineiston mukaan, kuten jo selostettiin, näytti tyvimutkaisuutta esiintyvän soilla huomattavasti enemmän kuin kovilla mailla. Jos tyvimutka esiintyy pitkällä matkalla on kysymys lenkoudesta, joka on vaneriteollisuuden kannalta vähimmän haitallinen mut-

kaisuuslaji, sillä suureltakin näyttävä lenkous »pienenee» vähäiseksi, kun puu katkotaan lyhyiksi sorvipölkyiksi. Lisäksi lumen- tai joskus tuulenpainokin saattavat painaa puun kokonaan kaarelle, mutta tällaiset tapaukset ovat tarkoituksenmukaisesti hoidetuissa metsissä hyvin harvinaisia.

Toisen lajin mutkia muodostavat usein pitkin runkoa tavattavat yleensä lievät, pyöreäkulmaiset mutkat. Ne ovat myös melko vähäisiä vikoja. Tällainen loivamutkaisuus eli kiharuus on varsin tavallista etenkin rauduskoivuilla (vrt. T i k k a 1935).

Kaikkein vakavampia vikoja ovat teräväkulmaiset enemmän tai vähemmän jyrkät mutkat, joita ei yleensä lainkaan sallita vaneripuussa. Ne ovat syntyneet siten, että puu on jostain syystä katkennut ja uusi pääranka muodostaa mutkan entiseen nähden. Tällaisten terävien mutkien varjopuolena on lisäksi se, että niissä on usein sisällä laho-oksa tai lahonnut entinen runko (vrt. s. 33).

4323. *Pintaviat*

Pintavikoihin on luettu kaikki erilaiset haavat, korot, huolemat jne. T i k k a (1935 s. 145) on määritellyt puussa esiintyvät haavat seuraavasti. »Haavaksi nimitetään jokaista ilmiötä, joka osoittaa sisäänpäin suuntautuvaa poikkeavaisuutta rungon normaalisesta pintamuodostuksesta siten, että puun pintaosista on syystä tai toisesta irtaantunut kappaleita joko erilleen tai paikalleen tuhottuina.» Tämä määritelmä sopii myös pintavikojen määritelmäksi. Haavat vaihtelevat aiheuttajan, vaikeusasteen yms. kannalta hyvin paljon, joten niiden pelkkä tilastollinen esittäminen antaa vain hyvin vaillinaisen kuvan niiden merkityksestä. Tämän takia onkin hieman tarkemmin tarkasteltava haavojen esiintymistä.

Taulukko 16. Käyttöarvoon vaikuttavia pintavikoja sisältävien puiden osuus runkoluvusta.

Table 16. Percentage of trees with surface defects affecting their utilization value of the total number of stems.

Kasvupaikka *Site*	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs.*				
	21—40	41—60	61—80	> 81	Keskim. *Aver.*
	% runkoluvusta — *per cent of stems*				
	Rauduskoivu — *Common birch*				
OMT	12	21	26	41	21
MT	5	30	29	29	28
Suot — *Swamps*	15	21	..	9	16
	Hieskoivu — *White birch*				
OMT	13	27	28	69	22
MT	37	20	18	50	24
Suot — *Swamps*	12	17	14	29	17

Taulukosta 16 nähdään niiden puiden osuus runkoluvusta, joissa on esiintynyt puun teknilliseen käyttöarvoon enemmän tai vähemmän vaikuttavia pintavikoja, haavoja. Tässä kohdassa käsitellään kuitenkin vain sellaiset pintaviat, joiden yhteydessä ei ole havaittu varsinaista lahoa ainakaan puu pinnanlla.

Ainoa selvä säännönmukaisuus on, että pintavikoja esiintyy eniten vanhoissa ikäluokissa, mikä onkin varsin luonnollista. Myös eri kasvupaikkojen välillä näyttää olevan eroja, mutta ne eivät voi aiheutua kasvupaikasta, vaan aivan muista tekijöistä. Eräänä tekijänä on varmasti hoidon intensiivisyys. Tarkoituksenmukaisemmin käsitellyissä suometsissä on näet pintavikojen osuus selvästi vähäisempi kuin kovilla mailla. Muita tekijöitä tutkittaessa on aluksi tarkasteltava pintavikojen syntytapaa. Sen perusteella voidaan koivuissa haavat jakaa esim. seuraaviin ryhmiin.

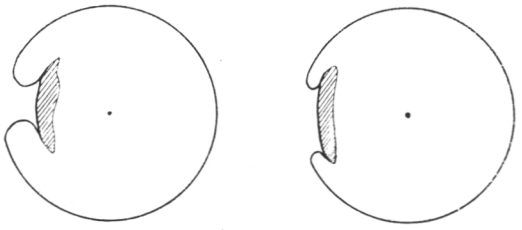
1. Lumen aiheuttamat vioittumat, joita tavataan sekä puun tyvessä että usein myös keskellä runkoa. Tähän ryhmään on luettava myös tuulenpainon aiheuttamat vioittumat. Varsin tavallisia ovat ns. lumenpainohalkeamat puun tyvessä (esim. Aaltonen 1934, Kujala 1935, Tikka 1935, Kalela 1945 ym.). Niiden esiintyminen ei riipu itse asiassa lainkaan puun lajista tai kasvupaikan laadusta vaan ratkaisevasti paikan lumisuudesta — sekä paikallisesta että yleisestä (lunta kasaavat notkot ja aukot, toisaalta maantieteellisestä sijainnista johtuva lumisuus ja lumen painavuus — vrt. Heikinheimo 1920).

2. Ihmisen aiheuttamat vioittumat ovat myös hyvin yleisiä. Niistä on mainittava erilaiset tahallisesti aiheutetut vahingot, kuten pilkat ja vanhat leimat sekä tuoheamat. Tällaisien vikojen esiintymisen todennäköisyys on suurin lähellä asuttuja paikkoja sijaitsevissa metsiköissä. Toisen lajin ihmisen aiheuttamia pintavikoja muodostavat hakkuiden ja kuljetusten yhteydessä puille tuotetut vahingot. Kumpaankaan näistä ryhmistä kuuluvat haavat eivät siis myöskään riipu millään tavoin puulajista tai kasvupaikan laadusta.

3. Eläinten aiheuttamat vakavat vahingot ovat varsin harvinaisia hoidetuissa metsissä. On kuitenkin mainittava erilaiset hyönteisvioittumat, jotka tosin ovat tavallisesti vaikutukseltaan vähäisiä. Myös tikka vaurioittaa usein koivuja (esim. Kangas 1935, Rummukainen 1954).

4. Tulen aiheuttamat pintaviat ovat myös kyseessä olevilla tuoreilla mailla vailla kaikkea merkitystä.

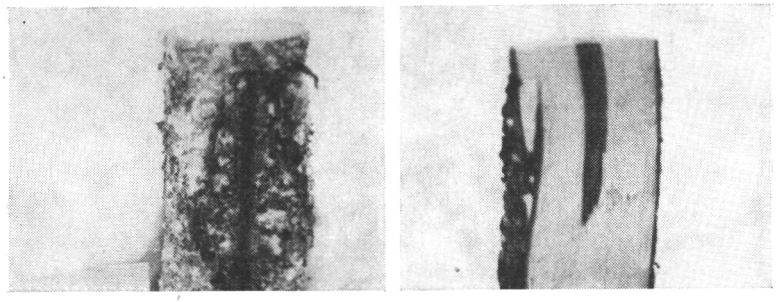
On paljon haavoja, joiden synnystä ja aiheuttajasta ei voida olla varmoja, mutta yleensä ne kuuluvat johonkin edellä mainituista ryhmistä. Kaiken kaikkiaan onkin todettava, että näiden pintavikojen esiintymisellä, olivat ne sitten syntyneet millä tavalla tahansa, ei ole suoranaista yhteyttä koivulajiin tai kasvupaikan laatuun. Aivan muut seikat vaikuttavat niiden yleisyyteen.



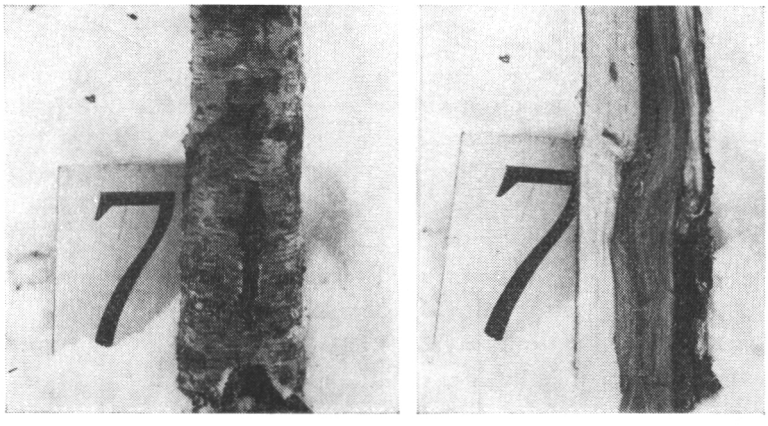
Kuva 5. Kaksi vanhaa leimaa, jotka ovat lahottaneet puuta. Laho on kovaa, tummaksi värjäytynyttä.
Figure 5. Two old marks that have produced rot in wood. The rot is hard and turned dark in colour.

Erilaisten pintavikojen vaikutuksen selvittämiseksi tehtiin myös havaintoja. Useita tuohettuja puita katkottiin tuoheamien kohdalta ja todettiin, että kaikissa tapauksissa tuoheaman kohdalla oli mustunutta puuta sisältävä rengas puussa, kuten yleensä kaikissa koivua tavalla tai toisella koskevissa kirjoituksissa on todettu.

Kirveellä isketyistä haavoista analysoitiin muutamia vanhoja leimoja tai pilkkoja, joista kaksi on nähtävissä kuvassa 5. Havaitaan, että tällainen leima sellaisenaan aiheuttaa pintavian puun kasvaessa paksuutta. Varsinaista lahomuodostumaa ei kuitenkaan esiintynyt, vaikka puu olikin jonkin verran värjäytynyt veistoksen kohdalta. Joka tapauksessa tällainen puu on vanerin raaka-aineeksi sopimatonta. Muita haavoja on esitetty



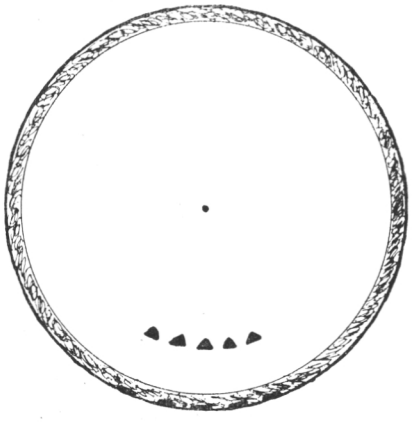
Kuva 6. Pieni haava on vioittanut hieman puuainesta. Valok. E. Juvonen.
Figure 6. Small wound has slightly damaged the wood. Photo E. Juvonen.



Kuva 7. Pieni haava, josta on levinnyt lahoa puuhun. Valok. E. Juvonen.
Figure 7. Small wound from which rot has spread into wood. Photo E. Juvonen.

kuvissa 6 ja 7. Niistäkin nähdään puun vioittuneen myös varsinaisen haavan ympäristöstä.

Tilaston ulkopuolelle jääneistä pintavioista on mainittava ns. tikan jäljet, jotka esiintyvät nelikulmaisina mustina vaakasuorassa rivissä olevina läikkinä. Ne ovat niin pieniä ja vaikeasti maasta käsin havaittavia, ettei niitä yritettykään pystyarvioinnissa selvittää. Nämä viat, kuten tuoheamatkin esiintyvät puuaineksessa värjäytyminä, jotka alentavat vanerin laatua (kuva 8). Kuitenkin tikan jälkiä tavataan useimmiten vain rungon oksaisessa osassa, josta saatu viilu jo muutoinkin on laadultaan huonoa. Sen sijaan karsituissa rungoissa tällaiset viat voivat ratkaisevasti alentaa viilun laadun.



Kuva 8. Kuoressa mustina läikkinä nähtävät tikanjäljet ovat myös puuaineksessa värivikoina.

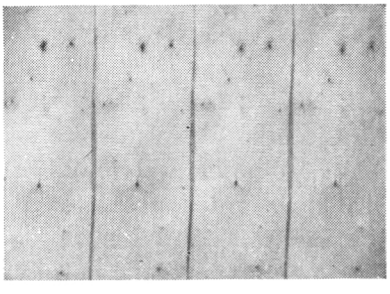
Figure 8. The pricks left by woodpecker that may be seen as black spots on the bark appear as defects of colour also in wood.

Toisen vikaryhmän, joka jätettiin tilaston ulkopuolelle mutta josta tehtiin muutamia havaintoja, muodostavat kairanreiät. Niitä tutkittaessa todettiin, että ne olivat aikaansaaneet puussa lahovikoja, kuten kuvasta 9 nähdään. Tällainen laho osoittautui tangentin suunnassa hyvin kapeaksi, ja se ilmeneekin viilussa kapeana ja pitkänä juovana, jollainen nähdään kuvassa 10. Sen viilua vahingoittava vaikutus on siis loppujenlopuksi ainakin vian ollessa alkuvaiheessaan melko vähäinen, sillä tällainen juova on leikattavissa pois viilusta. Vanerin valmistuskustannukset kuitenkin nousevat tämän vuoksi, ja viilun arvokin vähenee useissa tapauksissa, joten koivujen kairaamista on syytä välttää mahdollisuuksien mukaan.



Kuva 9. Kairanjäljestä levinnyttä lahoa. Valok. E. Juvonen.

Figure 9. Rot spread out from trace of ncre-ment borer. Photio E. Juvonen.



Kuva 10. Kairanjäljestä levinnyttä lahoa vaneriviilussa. Valok. T. Nieminen.

Figure 10. Rot spread out from trace of increment borer in veneer. Photo T. Nieminen.

4324. *Muut ulkoiset viat*

On paljon erilaisia vikoja, joita on vaikea saada sopimaan mihinkään em. pääryhmistä. Sellaisia ovat mm. pahkat, muut rungossa esiintyvät paisumat, kuten isot oksankyhmyt jne. Tällaisten vikojen esiintymisrunsaus on nähtävissä seuraavasta asetelmasta.

Ikäluokka, vuotta *Age class, yrs*	OMT	MT	Suot *Swamps*
	% rungoista *per cent of stems*		
21—40	·	3	2
41—60	5	7	6
61—80	10	8	7
81+	16	8	10

Myös muiden ulkoisten vikojen osuus näyttää siis selvästi kasvavan metsikön vanhetessa. Kokonaisuuden kannalta näiden vikaisuuksien merkitys on kuitenkin varsin vähäinen, sillä niitä esiintyy vanhimmissakin ikäluokissa vain n. 10 %:ssa rungoista, ja monet näistä vioista ovat melko lieviä. Toisaalta niihin sisältyy teknillisesti erittäin vakaviakin vikoja. Esimerkkinä on mainittava isot oksankyhmyt, jotka osoittavat, kuten edellä on jo selostettu, laho-oksien olemassaolon. Paisuma puun tyvessä taas antaa aiheen epäillä puun lahoksi, kuten kolme analysoitua tapausta osoitti todella olevan. Kaikissa näissä tapauksissa laho oli pehmeää, siis teki puut ainakin osaltaan kaikkiin kaupallisiin tarkoituksiin kelpaamattomiksi.

433. Sisäiset viat

Sisäiseksi vikaisuudeksi nimitetään T i k a n (1935) mukaan jokaista ilmiötä, joka osoittaa sellaista poikkeavuutta normaalisuudesta, että puun sisus tai sen osa on tavalla tai toisella vioittunut. Tällaiset viat voivat olla joko sisäsyntyisiä tai ulkoapäin aiheutuneita. Nämä ulkoapäin aiheutuneet sisäviat ovat siis alunperin olleet haavoja, halkeamia, oksia tms. ulkoisia vikaisuuksia, jotka eivät ole enää pinnalta nähtävissä. Jako sisäisiin ja ulkoisiin vikoihin on siis joskus vaikea tehdä. Voihan puun pinnalla näkyä jokin merkki, jonka voidaan arvella olevan kylestyneen vian osoittaja. Tällainen voidaan siis lukea jompaan kumpaan ryhmään.

Sisävioiksi on luettu kaikki sellaiset viat, joiden olemassa olo ilmenee puun poikkileikkauksissa runkoanalyysiä tehtäessä puuaineksen epänormaalisuutena. Tällä tavoin monet haavat, korot yms. tulevat uudelleen esille sisävikoina, siinä tapauksessa, että ne ovat aiheuttaneet lahoa tai muita epäsäännöllisyyksiä puuaineessa.

Kuten tutkimusmenetelmää selostettaessa mainittiin, puu leikattiin analyysiä suoritettaessa metrin paloiksi ja jokaisesta leikkauksesta selvitettiin puuaineksen vikaisuudet. Tällöin saadaan oikea kuva vain sellaisista vioista, jotka ulottuvat puun pituussuunnassa pitkän matkaa. Niitä ovat ennen kaikkea lahoviat. Sen sijaan pikku haavojen aiheuttamista kylestymistä, sisäisestä oksaisuudesta jne. ei voida tehdä havaintoja järjestelmällisesti.

4331. *Lahoviat*

»Koivun tuholaisista on epäilemättä tärkeimmät puuta lahottavat sienet» kirjoittaa A a l t o n e n (1934) oppikirjassaan. Samaan seikkaan viitataan myös miltei kaikissa koivua käsittelevissä kirjoituksissa ja tutkimuksissa. Kuten edellä mainittiin, osa lahovioista voidaan havaita myös puun pinnallekin täydellä varmuudella. Tutkimuksessa tehtiinkin lahovahingoista havaintoja kahdella tavalla.

Ensinnäkin merkittiin muistiin niiden runkojen lukumäärä, joissa jo pystyssä arvioiden voitiin päätellä olevan lahovikoja esim. korojen, kääpien tms. tunnusmerkkien perusteella. Nämä ns. ulkoiset lahoviat ovat kaikki vaikutukseltaan vakavia, rungon käyttöarvoon vaikuttavia vikoja, sillä vähäinen, alkava lahovikaisuus ei ilmene puun pinnalle. Selvästi lahovikaisten puiden osuus runkoluvusta oli eri koivulajeilla kasvupaikoittain pystyarvioinnin tulosten mukaan seuraava:

Ikäluokka v. *Age class, yrs.*	Rauduskoivu *Common birch*			Hieskoivu *White birch*		
	OMT	MT	Suot *Swamps*	OMT	MT	Suot *Swamps*
	% rungoista — *per cent of stems*					
21—40	1	—	1	7	9	4
41—60	5	14	7	8	10	6
61—80	10	15	..	20	14	11
81+	10	19	—	26	—	14

Voidaan siis havaita, että »ulkoisten lahovikojen» osuus lisääntyy myös hoidetuissa metsissä puun iän kasvaessa. Koivulajien vertailu taas osoittaa, että ainakin käenkaalimustikkatyypissä hieskoivuissa esiintyy lahovikoja selvästi enemmän kuin rauduskoivuissa. Varsin selvästi näkyy, että hieskoivussa lahovikoja tulee iän mukana nopeammin kuin rauduskoivuissa, mikä johtunee hieksen lyhyemmästä biologisesta iästä. Muilla kasvupaikoilla on vertailu vaikea tehdä jomman kumman koivulajin aineiston vähyyden vuoksi. Kasvupaikkojen välisestä vertailusta nähdään kovien maiden metsätyyppien välillä ero käenkaalimustikkatyypin hyväksi. Rauduskoivut

ovat näet selvästi lahovikaisimpia mustikkatyypissä. Hieskoivuissa ei ole yhtä selviä eroja, mutta näyttää kuitenkin siltä, että soilla niissä esiintyy tällaisia lahovikoja vähiten. Tämä seikka johtuu ainakin osittain tutkimukseen sisältyvien suometsiköiden voimaperäisemmästä hoidosta. Myös Tikan (1935) mukaan lahovikaisten puiden osuus on suurin kuivilla mailla (vrt. Lappi-Seppälä 1933 b).

Toisena tutkimustapana käytettiin lahovikoja selvitettäessä seuraavaa menetelmää: kaadetuista näytepuista mitattiin tarkoin kaikki esiintyvät lahoviat ja koetettiin, mikäli vain mahdollista, saada selville, millä tavoin lahotartunta oli puuhun päässyt.

Tilastollisesti asiaa tarkasteltaessa voidaan erottaa kolmea lajia näytepuita:

1. Puut, joissa ei esiinny lahoa.

2. Puut, joissa esiintyvä laho ei alenna puusta saatavan puutavaran laatua. Vertailukohtana on käytetty sivulla 16 esitettyjä eri puutavaralajien laatuvaatimuksia.

3. Puut, joissa esiintyvä laho alentaa puutavaran laatua.

Taulukossa 17 on esitetty näytepuiden jakaantuminen em. ryhmiin kasvupaikoittain. Kovien maiden näytepuut on yhdistetty yhdeksi ryhmäksi metsätyypistä riippumatta.

Taulukko 17. Lahovikojen esiintyminen kovilla mailla ja ojitetuilla soilla.
Table 17. Frequency of defects caused by rot on firm lands and on drained wet peatlands.

Ikäluokka, v. *Age class, yrs.*	Lahoa ei esiinny *No rot*		Lahoja runkoja *Rotten stems*						Yht. näytepuita *Total sample trees*	
			Laho ei alenna laatua, *Rot not degrading*		Alentaa laatua, *Rot degrading*		Yht. *Total*			
	kpl *stems*	%	kpl *stems*	%	kpl *stems*	%	kpl *stems*	%	kpl *stems*	%
	Kovat maat — *Firm lands*									
21—40	13	54.1	6	25.0	5	20.9	11	45.9	24	100
41—60	15	26.3	27	47.4	15	26.3	42	73.7	57	100
61—80	7	16.3	19	44.2	17	39.5	36	83.7	43	100
81 +	1	10.0	6	60.0	3	30.0	9	90.0	10	100
	Suot — *Swamps*									
21—40	12	30.0	25	62.5	3	7.5	28	70.0	40	100
41—60	21	24.7	38	44.7	26	30.6	64	75.3	85	100
61—80	4	7.5	37	69.9	12	22.6	49	92.5	53	100
81 +	1	7.1	7	50.0	6	42.9	13	92.9	14	100

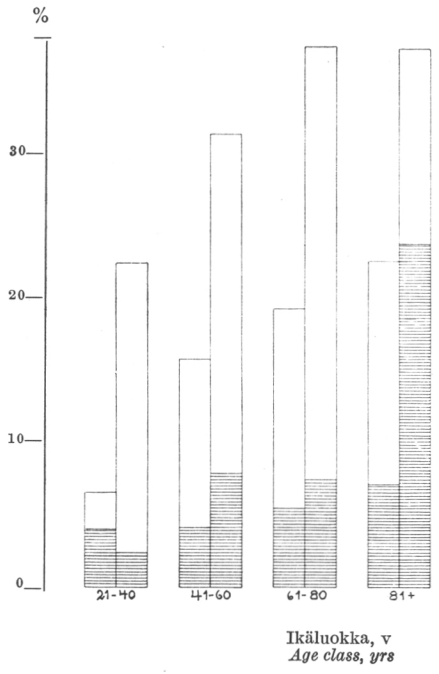
Taulukosta 17 ilmenee varsin selvästi, että myös ojitetuilla soilla on kaikissa ikäluokissa täysin terveitä, lahottomia puita, mutta niiden osuus runkoluvusta on vähäisempi kuin kovilla mailla. Sen sijaan ei ole havaittavissa eroa eri laholajien esiintymisessä. Kahdessa ikäluokassa on puutavaran laatuun vaikuttaneita lahovikoja esiintynyt soilla enemmän ja kahdessa taas kovilla mailla. Lahovahingot näyttävät siis esillä olevan aineiston perusteella olevan kovilla mailla harvinaisempia kuin soilla, mutta lahovikojen vaikeudessa ei ole eroja kasvupaikkojen välillä. Aineiston käsittelytapa suosii kuitenkin jonkin verran suokoivikoita, sillä niiden pienikokoiset puut sopivat yleensä vain vähempiarvoisiin tarkoituksiin, joissa sallitaan suurempia lahovikoja kuin kovien maiden suurikokoisissa puissa, ennenkuin niiden laatua on alennettava. Aineiston lähemmässä tarkastelussa ilmeneekin, että lahon johdosta vahingoittuneiden rungon osien pituus on soilla ollut keskimäärin suurempi kuin kovilla mailla, kuten seuraava asetelma osoittaa:

Ikäluokka, v. *Age class, yrs.*	Lahon johdosta laadultaan alentunutta puuta, m/runko *Rotten wood, m/stem*	
	Kovat maat *Firm lands*	Suot *Swamps*
21—40	0.2	0.3
41—60	0.5	0.8
61—80	0.8	0.9

Sama ero nähdään myös tarkasteltaessa kovan ja pehmeän lahon saastuttaman puun osuuksia lahovikaisten puiden pituudesta, joka on esitetty piirroksessa 3. Siitä ilmenee, että kaikissa ikäluokissa lahovikojen osuus puiden pituudesta on soilla keskimäärin suurempi kuin kovilla mailla. Lisäksi havaitaan, että myös pehmeän lahon osuus puiden pituudesta on kaikissa ikäluokissa selvästi suurempi kuin kovilla mailla. Voidaan siis päätellä esitettyjen tutkimustulosten perusteella, että lahovikaisten koivujen osuus runkoluvusta ja samoin lahovikojen vertikaalinen ulottuvuus on ojitetuilla soilla suurempi kuin kovilla mailla, mutta ero koviin maihin on vähäinen.

Lahon sijainnin perusteella on myös havaittavissa aivan ilmeisiä eroja eri kasvupaikkojen välillä. Aineiston erittely näet osoittaa, että tyvi- ja keskilahon kesken jakaantuivat lahovikaiset rungot seuraavasti.

	Tyvilaho *Butt rot*	Keskilaho *Middle rot*
Kovat maat — *Firm lands*	52.0 %	48.0 %
Suot — *Swamps*	67.0 %	33.0 %



Piirros 3. Eri laatuisen lahon saastuttaman puun osuus lahovikaisten puiden käyttöosan pituudesta. (Vasen pylväs kovat maat, oikea suot; viivoitettu pehmeä, valkea kova laho).

Diagram 3. Percentage of wood infected by different kinds of rot of the length of the utilized part of trees damaged by rot. (Left firm lands, right swamps; lined soft rot, not lined hard rot).

Tyvilahon osuus on siis soilla huomattavasti suurempi kuin kovilla mailla, joilla rungon keskiosassa tavattavat lahot ovat miltei yhtä yleisiä kuin tyvilahotkin. Soilla tyvilahot muodostavat sen sijaan n. 2/3 lahotapauksista.

Tavassa, jolla lahotartunta on tapahtunut, on samoin olemassa eroja kasvupaikkojen välillä, kuten taulukosta 18 ilmenee. Soilla tavataan enemmän ns. »maannousemaa», jonka aiheuttajasta ei ole päästy selville. Myös nähdään taulukon luvuista, että ihmisen välittömästi aiheuttamia lahotapauksia on kovilla mailla suhteellisesti enemmän kuin soilla, mikä ei kuitenkaan johdu kasvupaikan laadusta. Erilaisia haavoja voidaan pitää ihmisen aikaansaamina, kuten edellä on mainittu. Lisäksi kiinnittää huomiota se seikka, että viidessä rungossa on havaittu karsimisen varmasti aiheuttamaa lahovikaa. Nämä viisi puuta jakaantuivat kahteen metsikköön. Toinen oli Ilomantsissa mustikkatyypin maalla ja toinen Bromarfissa käenkaalimustikkatyypin maalla. Yhdessä näistä lahotapauksista todettiin karsitun eläviä oksia, jotka sitten olivat saaneet lahotartunnan. Em. Bromarfin koealalla oli myös havaittavissa

Taulukko 18. Lahovikojen syntytapa eri kasvupaikoilla.

Table 18. The manner of origin of the defects caused by rot on different sites.

Lahon syntytapa *Origin of rot*	Kovat maat *Firm lands*		Ojitetut suot *Swamps*	
	kpl *stems*	% *per cent*	kpl *stems*	% *per cent*
»Maannousema» — *»From the earth»*	42	42.9	94	61.0
Oksista — *From branches*	12	12.2	28	18.2
Karsituista oksista — *From pruned branches*	5	5.1	—	—
Koroista — *From scars*	6	6.1	15	9.7
Haavoista — *From wounds*	12	12.2	8	5.2
Halkeamista — *From shakes*	1	1.0	3	2.0
Muita — *Others*	20	20.5	6	3.9
Yhteensä — *Total*	98	100.0	154	100.0

useita haavatapauksia, joista lahoa oli tullut puuhun. Ainakin jotkut näistä haavoista ovat todennäköisesti syntyneet karsimisen yhteydessä.

Jos ihmisen selvästi aiheuttamat lahotapaukset jätetään huomioon ottamatta, on aineiston mukaan soilla 76 % ja kovilla mailla 60 % puista enemmän tai vähemmän lahon vahingoittamia.

Koivulajien välillä ei voitu havaita selviä eroja osaksi todennäköisesti aineiston pienuuden takia ja osaksi senvuoksi, että yleensä raudus- ja hieskoivunäytepuut ovat eri koealoilta. Lahoamiseen, s. o. lahovikojen syntymiseen on varmasti myös kasvuolosuhteilla tietty vaikutuksensa. Aineistoa tarkasteltaessa nähtiin, että kovilla mailla on toisissa ikäluokissa lahovikaisten rauduskoivujen osuus suurempi ja toisissa taas hieskoivujen. Selvää suuntaa ei siis ole havaittavissa.

Ojitetuilta soilta on mainittavasti rauduskoivukoepuita vain ikäluokissa 21—40 ja 41—60 v. Niissä koivulajeja toisiinsa verrattaessa nähdään, että terveiden puiden osuus on rauduskoivuista jonkin verran suurempi kuin hieskoivuista. Erot ilmenevät seuraavista luvuista.

	Rauduskoivu *Common birch*	Hieskoivu *White birch*
Terveitä, % rungoista		
Sound, per cent of stems	31.9	23.9
Lahovahinkoja, m/runko		
Rotten wood, m/stem	0.2	0.5

Esillä olevan aineiston mukaan soilla kasvavat rauduskoivut ovat siis vähemmän ja lievemmin lahovikaisia kuin hieskoivut. Vastaavanlaisia tuloksia hies- ja rauduskoivun suhteesta ovat esittäneet useat eri tutkijat. Heikinheimo (1915) mm. arvelee, että »rauduskoivu ei lienekään yhtä altis laholle kuin hieskoivu.» Hän mainitsee esimerkkinä erään metsikön, jossa hieskoivuista 47.5 % oli lahovikaisia mutta kaikki rauduskoivut sen sijaan terveitä.

4332. *Muut sisäiset viat*

Lahovikojen lisäksi esiintyy puissa myös muita sisäisiä, puuaineksen vikoja, mutta, kuten edellä mainittiin, niistä ei yleensä ole voitu tehdä järjestelmällisiä havaintoja. Useimmat tälläiset viat ovat näet hyvin paikallisia. Mainittakoon vain tikan aiheuttamat jäljet, jotka esiintyvät puuaineksessa tummina täplinä (kuva 8) ja tuoheamat, jotka myös vikuuttavat puuainesta. Samoin erilaiset haavat ja hankautumat näkyvät puuaineksessa värjäytyminä tai lahovikoina. Tällaiset viat on jo käsitelty. Samassa yhteydessä on myös mainittu, millä tavoin pintaviat yleensä tutkimusten mukaan pilaavat tai vahingoittavat puuainesta (ss. 44—45). Kuten

sisäisiä vikoja määriteltäessä mainittiin, ei kylestyneiden vikojen yleisyyttä ole ulkoisten vikojen yhteydessä vielä käsitelty, mutta tässäkään ei niitä voida selostaa. Puita ei ole näet voitu pilkkoa niin pieniksi, että kaikki tai edes suurin osa vioista olisi löydetty. On kuitenkin todettava, että suurin osa puuainesta pilaavista lahottomista vioista voitaneen kylestymien avulla nähdä puun pinnaltakin.

Pari erikoislaatuista vikaisuutta on kuitenkin otettava tässäkin yhteydessä tarkemmin käsiteltäväksi.

Koivuissa, molemmissa koivulajeissamme esiintyy hyvin yleisesti mutkaisuuden ja lenkouden yhteydessä vetopuuta, kuten Ollinmaa (1955) on sitä koskevassa tutkimuksessaan esittänyt. Vetopuusta ei tehty esillä olevassa työssä lainkaan havaintoja, mutta voitaneen olettaa mutkaisuuden ja vetopuun määrän välillä esiintyvän positiivisen korrelaation.

Koivun hyönteisvioittumista ovat yleisimpiä ja sen takia vahingollisimpia koivun ruskotäpläkärpäsen toukkakäytävät, jotka usein alentavat täysin oksattoman viilun laadun A:sta B:hen tai pahimmassa tapauksessa BBx:ään.

Tutkimusta suoritettaessa tehtiin jokaisesta poikkileikkauksesta merkintä myös ruskotäpläkärpäsvioittumien esiintymisestä. Muistiin merkittiin vain ne leikkaukset, joissa toukankäytäviä esiintyi silmiinpistävän paljon. Seuraavasta asetelmasta nähdään toukankäytävien yleisyys eri ikäluokissa ja kasvupaikoilla.

Ikäluokka *Age class*	Suot *Swamps*	Kovat maat *Firm lands*
	Toukankäytäviä %:ssa puista *Larval galleries in per cent of stems*	
21—40 v.	68	87
41—60 v.	65	61
61—80 v.	51	56
> 81 v.	23	10

Ainoastaan ikäluokissa 21—40 v. ja > 81 v. on merkittävä ero kasvupaikkojen välillä. Nuorimmassa ikäluokassa on ruskotäpliä tavattu enemmän kovilla mailla ja vanhimmassa taas soilla. Näyttääkin siltä, että eri kasvupaikkojen välillä ei olisi eroja tämän vikaisuuden esiintymisen kannalta. Kovien maiden eri metsätyyppien välillä on havaittavissa erona se, että mustikkatyypin koivuissa näitä vikoja esiintyi huomattavasti vähemmän kuin käenkaali-mustikkatyypissä kasvavissa puissa.

Toukankäytäviä näyttää esiintyvän yleisimmin nuorissa ikäluokissa. Ainakin niin on laita, kun ovat kysymyksessä pahoin vahingoitetut puut. Tämä ero ikäluokkien välillä ruskotäpläkärpäsen aiheuttamien vikaisuuksien runsaudessa johtuu kahdesta seikasta. Kangas (1935) mainitsee, että toukat elävät vain nuorissa puissa. On siis ilmeistä, että vanhoissa

puissa on toukanjälkiä vain puun sisäosissa. Puun poikkileikkaus ei ole niin silmiinpistävän täplikäs kuin nuorissa puissa. Ero ikäluokkien välillä saattaa siis olla vain näennäistä. Toisaalta on hyvin todennäköistä, että ruskotäpläkärpäset suosivat eniten valoisia ja harvoja metsiköitä. Tutkimusaineistoon sisältyvät nuoret ikäluokat ovat olleet alusta alkaen hoidettuja ja siis valoisia, kärpäselle otollisia, mutta vanhat ikäluokat ovat tulleet hoitoon vasta myöhemmässä vaiheessa. Suuri osa vanhoista koivikoista on siis nuorella iällään ollut juuri hoidon puutteen takia tiheitä ja vähemmän valoisia, jollaisia kärpäset eivät suosi. On myös tunnettua, että koivikkojen hoidossa on sodan jälkeen siirrytty entistä voimakkaampiin kasvatushakkuisiin, jotka johtavat suhteellisen harvoihin metsiköihin.

Tarkasteltaessa ruskojuovien esiintymistä eri korkeudella puussa havaitaan niitä olevan eniten puun tyviosissa, kuten K a n g a s k i n (1935) on esittänyt. Seuraavat eri ikäluokkien keskiarvoluvut osoittavat em. seikan.

Leikkaus metriä kannosta *Height m. from butt*	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs.* 21—40	41—60	61—80	> 81
	Toukankäytäviä %:ssa puista *Larval galleries in per cent of stems*			
0	75	63	53	17
0.5	25	32	22	9
> 1.5	2	9	4	4

Ero eri korkeuksien välillä, joka näistä luvuista ilmenee, on todennäköisesti todellista suurempi. K a n g a s (1935) näet mainitsee, että toukan käytävät ovat runkojen tyviosissa leveämpiä kuin ylempänä puussa, mikä tietenkin tekee ne silmiinpistävämmiksi. Edellä esitetty asetelma osoittanee kuitenkin osuvasti sen seikan, että ruskojuovat ovat teknillisesti vahingollisimpiä tyven läheisyydessä, joka on oksaisuudeltaan puun paraslaatuisin osa. Tyvipölkystä sorvattavassa viilussa esiintyy siis eniten tätä vikaisuutta.

Koivulajien välillä ei tutkimusaineistoa tarkasteltaessa havaittu mainittavia eroja, vaan toukankäytäviä esiintyy suunnilleen yhtä usein kummassakin koivulajissa, mutta, kuten mainittiin, pahimpina ja selvimpinä vikaisuus on suolla kasvavissa hieskoivuissa. Tulkoon myös mainituksi, että eräiden vaneriyhtiöiden kokemusten mukaan hieskoivussa esiintyisi näitä vikoja enemmän kuin rauduskoivuissa. Se onkin luonnollinen seuraus kuoren paksuuden erosta. Samasta seikasta johtunee ero vanhojen ja nuorien puiden välillä.

44. Vikaisuuksien vaikutus

Tähän mennessä on koetettu selvittää vikaisuuksien yleisyyttä eri koivulajeissa ja niihin vaikuttavia seikkoja. Tärkeintä on vikaisuuksia tutkittaessa käytännön kannalta kuitenkin saada selville, millä tavoin ne vaikut-

tavat puiden käyttöarvoon, eli siis niihin puutavaralajeihin, joita puista voidaan valmistaa. Lopuksi tarkastellaan vikaisuuksien vaikutusta puutavaralajijakaantumaan ja siten puiden arvoon. Tutkimus suoritetaan kahdella eri tavalla.

1. Tutkitaan pystynäytepuiden avulla vanerikoivujen laatua, vikaisuuksia ja vikaisuuksien vaikutusta vanerikoivurunkojen käyttökelpoisuuteen ja laatuluokkajakaantumiseen.

2. Kaadettujen näytepuiden mittausten perusteella lasketaan vikaisuuksien vaikutus kaikkiin koivuista valmistettaviin tavaralajeihin.

441. Vaneripuurunkojen laatu

Käyttökelpoisuudeltaan ja terveydentilaltaan voidaan vaneripuurungot jakaa kolmeen toisistaan hieman eroavaan ryhmään.

1. T ä y s i n k e l p a a v a t r u n g o t. Niillä tarkoitetaan puita, joissa koko puu kannosta vaneriosan latvaan asti kelpaa vaneripuuksi. Tässäkin tapauksessa voidaan kuitenkin erottaa kaksi alaryhmää.

a. Puut, jotka kelpaavat kokonaisuudessaan vaneripuuksi 6″ läpimittaan saakka

b. Puut, joissa vaneriosa ei ulotu em. minimiläpimittaan saakka sentähden, että latvus on vaneripuuksi liian oksaista.

2. O s i t t a i n k e l p a a v a t r u n g o t. Niillä tarkoitetaan puita, joissa osa kannon ja vaneriosan latvan välillä on jonkin vikaisuuden takia vaneripuuksi kelpaamatonta. Alaryhmiä ovat seuraavat.

a. Tyvetyt puut, joissa tyvestä on otettu osa pois jonkin vikaisuuden takia.

b. Leikotut rungot, joissa vaneriosan keskeltä joudutaan poistamaan osia vikaisuuksien takia.

c. Tyvetyt ja leikotut rungot, joista on vikaisuuksien vuoksi jouduttu tekemään sekä tyveyksiä että leikkoja.

3. K o k o n a a n k e l p a a m a t t o m a t r u n g o t. Niillä tarkoitetaan puita, jotka, vaikka ne täyttävätkin vaneripuulta vaadittavat mitat, ovat jonkin vikaisuuden vuoksi kokonaisuudessaan vaneripuuksi kelpaamattomia. Tällaisia puita kutsutaan seuraavassa r a a k e i k s i yleisen kielenkäytön mukaisesti (vrt. esim. T i k k a 1938). Vastaavasti käytetään nimityksiä l i i a n o k s a i n e n l a t v a, t y v e y s ja l e i k k o.

Taulukossa 19 on esitetty puiden jakaantuminen ryhmiin 1—3 kasvupaikoittain ja koivulajeittain.

Taulukko 19. Täysin kelpaavat, tyvetyt ja leikotut rungot sekä raakit kasvupaikoittain.

Table 19. Entirely usable, butted and cut-off stems, and culls per sites.

Koivulaji *Species*	Täysin kelp. *Entirely usable*		Tyvettyjä ja leikottuja *Butted and cut-off*		Raakkeja *Culls*		Yhteensä *Total*
	kpl *stems*	% per cent	kpl *stems*	% *per cent*	kpl *stems*	% *per cent*	kpl *stems*
				OMT			
Raudus — *Common*	283	76.1	76	20.4	13	3.5	372
Hies — *White*	26	52.0	19	38.0	5	10.0	50
Yhteensä — *Total*	309	73.2	95	22.5	18	4.3	422
				MT			
Raudus — *Common*	578	71.2	189	23.3	45	5.5	812
Hies — *White*	34	65.4	10	19.2	8	15.4	52
Yhteensä — *Total*	612	70.9	199	23.0	53	6.1	864
				Kovat maat yhteensä — *Firm lands total*			
Raudus — *Common*	861	72.7	265	22.4	58	4.9	1 184
Hies — *White*	60	58.9	29	28.4	13	12.7	102
Yhteensä — *Total*	921	71.6	294	22.9	71	5.5	1 286
				Suot — *Swamps*			
Raudus — *Common*	32	59.3	14	25.9	8	14.8	54
Hies — *White*	160	56.1	90	31.6	35	12.3	285
Yhteensä — *Total*	192	56.6	104	30.7	43	12.7	339
				Kaikki yhteensä — *Grand total*			
Raudus — *Common*	893	72.2	279	22.5	66	5.3	1 238
Hies — *White*	220	56.9	119	30.7	48	12.4	387
Yhteensä — *Total*	1 113	68.5	398	24.5	114	7.0	1 625

Koko aineiston keskiarvojen mukaan vaneripuuksi täysin kelpaavia puita on kaikkiaan vain n. 2/3 koko vanerikoivun mitat täyttävien runkojen lukumäärästä. Osittain kelpaavia, siis tyvettyjä ja leikottuja runkoja on n. 1/4 ja täysin kelpaamattomia eli raakkeja lähes 10 %. Vertailun vuoksi mainittakoon, että A r o n (1935) aineistossa tyvettyjen runkojen osuus oli 5.2 %, joka on selvästi pienempi kuin esillä olevassa tutkimuksessa saatu osuus. S a l o n (1954, 1955) aineistossa vikaisten (= tyvettyjen) puiden osuus oli 37.5 % runkoluvusta, siis suurempi kuin tässä tutkimuksessa. S a r v a s (1944) on esittänyt harsinnoilla käsiteltyjen koivikkojen jätemetsien koivutukkipuiden kokoisten puiden laadullisesta jakaantumisesta eräitä lukuja. OMT:ssä P-luokan (raakkien) osuus oli 14 %, MT:ssä 25 % ja VT:ssä 55 %.

Eri kasvupaikkoja verrattaessa nähdään, että tutkittujen kovien maiden metsätyyppien välillä ei tämän aineiston valossa ole olemassa huomionarvoisia eroja. Kuitenkin voidaan havaita, että raakkien osuus on

molemmissa koivulajeissa mustikkatyypissä jonkin verran suurempi kuin paremmilla mailla. Soilla tutkituista koivuista on vaneripuuksi täysin kelpaavia ollut n. 6/10 runkoluvusta, joka on kuitenkin jonkin verran pienempi kuin vastaava osuus kovilla mailla.

Koivulajeista on hieskoivu vaneripuuna huomattavasti huonompi kuin rauduskoivu. Varsinkin kovilla mailla on näin laita. Soilla erot koivulajien välillä tässä suhteessa ovat varsin vähäiset, mutta rauduskoivu vaikuttaa niilläkin paremmalta kuin hieskoivu.

Kun suoaineistoon sisältyy melko vähän vaneripuurunkoja, voidaan ikäluokittainen vertailu suorittaa vain kovilta mailta kerätyn aineiston perusteella. Taulukossa 20 esitetystä vertailusta nähdään täysin kelpaavien osuuden pienenevän ja tyvettyjen sekä leikottujen runkojen osuuden taas suurenevan puiden iän kasvaessa. Tämä suunta on helposti ymmärrettävissä, kun muistetaan vikaisuuksia yleensäkin esiintyvän runsaimmin vanhoissa ikäluokissa. Raakkien osuus runkoluvusta sitä vastoin näyttää hieman pienenevän puiden vanhetessa. Siihen on olemassa kaksi selitystä. Ensinnäkin on muistettava, että on kysymys hoidetuista metsistä, joissa huonoimmat puut on kasvatushakkuissa poistettu. Toisena näkökohtana tulee esille, että nuorissa ikäluokissa liian alas ulottuva latvus tai kuolleet oksantyngät saattavat useammin kuin vanhemmissa ikäluokissa aiheuttaa puun kelpaamattomuuden vaneripuuksi.

Taulukko 20. Täysin kelpaavat, tyvetyt ja leikotut sekä raakit ikäluokittain kovien maiden kasvupaikoilla.

Table 20. Entirely usable, butted and cut-off stems, and culls per age classes an firm land sites.

Ikäluokka, v. *Age class, yrs.*	Täysin kelpaavia *Entirely usable*	Tyvettyjä ja leikottuja *Butted and cut-off*	Raakkeja *Culls*
		% *per cent*	
< 50	83.6	10.0	6.4
51—60	70.5	21.8	7.7
61—70	72.7	22.0	5.3
71—80	71.6	25.5	2.9
> 81	62.1	33.6	4.3

442. Tyveysten, leikkojen ja raakkien aiheuttajat

Kuten edellä mainittiin, tyveyksiä, leikkoja ja raakkeja määritettäessä pidettiin lähtökohtana vanerikoivujen laatuluokitusohjeita, jotka on esitetty taulukossa 2 (s. 15). Jos siis puussa oli suurempia vikoja kuin III laatuluokassa ilmoitetaan sallittavan, katsottiin puu siltä osaltaan vaneripuuksi kelpaamattomaksi. Myös Ronkasen (1949, 1950) esittämät ohjeet olivat pohjana tyveyksiä, leikkoja ja raakkeja selvitettäessä.

Selviteltäessä eri vikojen merkitystä vaneripuuksi kelpaamattomuuden aiheuttajina ryhmiteltiin viat seuraavasti:

— mutkat ja lenkous
— pintaviat, joihin on luettu varsinaiset korot, erilaiset haavat ja tuoheamat
— lahoviat. Kun on kysymys pystynäytepuiden perusteella tehdyistä laskelmista, kaikki lahoviat ovat pinnalle näkyviä vikoja, kuten lahokoroja, kääpiä jne.
— oksaisuus eri esiintymismuodoissaan
— haarat
— halkeamat

Näiden eri vikojen osuus tyveysten ja leikkojen aiheuttajista on esitetty taulukossa 21, josta nähdään, että yleisin tyveyksien aiheuttaja on pintavikaryhmä. Suuri osa pintavioista on erilaisia tyvikoroja. Myös tuoheamien merkitys on melko huomattava. Toiseksi yleisimpiä tyveyksiä aiheuttaneina vikoina ovat mutkat ja lenkous. Muitten vikojen osuus onkin jo aivan vähäinen.

Taulukko 21. Tyveysten ja leikkojen syyt kasvupaikoittain.

Table 21. Causes of butt-offs and cut-offs per sites.

Kasvupaikka *Site*	Mutkat ja lenkous *Sweep and crooks*	Pintaviat *Surface defects*	Lahoviat *Rot*	Oksat *Knots*	Haarat *Forks*	Halkeamat *Shakes*	Yht. *Total*
	% — *per cent*						
	Tyveykset — *Butt-offs*						
OMT	14.8	72.8	5.6	1.2	—	5.6	100.0
MT	27.1	60.6	7.9	2.7	—	1.7	100.0
Suot — *Swamps* ..	65.9	19.2	8.8	6.1	—	—	100.0
Yht. — *Total*	35.1	51.9	7.5	3.3	—	2.2	100.0
	Leikot — *Cut-offs*						
OMT	56.1	20.7	—	18.3	4.9	—	100.0
MT	56.8	11.4	1.1	25.0	4.6	1.1	100.0
Suot — *Swamps* ..	69.6	13.0	—	10.9	6.5	—	100.0
Yht. — *Total*	60.0	14.0	0.6	19.7	5.1	0.6	100.0

Kasvupaikkojen välillä havaitaan hyvin säännönmukaisia eroja. Käenkaalimustikkatyypissä pintavikojen osuus on suurin, mustikkatyypissä hieman pienempi ja soilla pienin. Tärkein ero onkin se, että soilla pintaviat eivät ole yleisimpiä tyveysten aiheuttajia vaan mutkat, joiden osuus siellä on n. 2/3 eli suunnilleen yhtä suuri kuin haavojen ja korojen osuus muilla kasvupaikoilla. Voidaankin todeta, että soilla kasvavien koivujen pahin vika on näköjään mutkaisuus, ennen kaikkea tyvimutkat (vrt. s. 41).

Tämä johtunee siitä, että suolla vesasyntyisten puiden osuus on hyvin suuri (esim. Mikola 1942, Lukkala 1946). Vesapuut taas ovat erityisesti tunnettuja tyvimutkistaan. Turvealustalla puut painuvat myös helposti vinoon ja taipuessaan taas pystyyn saavat tyvimutkia. Tämä toteamus osoittaa, että soilla kasvavien koivujen mutkat ovat huomattavasti pahempia kuin kovilla mailla esiintyvien koivujen. Onkin huomattava, että soilla luonnolliset tekijät aiheuttavat enemmän vaneripuuksi kelpaamattomuutta kuin kovilla mailla. Kovilla mailla ihmisten aiheuttamien vikojen merkitys on sitä vastoin merkittävän suuri. Lisäksi havaitaan, että soilla kasvaneissa koivuissa lahovikojen ja oksaisuuden merkitys laatua alentavina tekijöinä on suurempi kuin kovilla mailla.

Leikkojen aiheuttajia tarkasteltaessa ilmenee, että eri vikojen osuus on erilainen kuin tyveysten kohdalla. Mutkat ovat useimmiten aiheuttaneet leikkoja. Oksaisuuden osuus on myös hyvin merkittävä, huomattavasti suurempi kuin tyveysten aiheuttajista. Se onkin hyvin käsitettävissä, kun on kysymys ylemmistä rungon osista. Haavojen osuus on taas pienempi ennen kaikkea siksi, että ihminen ei pääse vioittamaan runkoa ylempää ja siksi, että tyvikorot 1. tyvihalkeamat ovat yleisimpiä pintavioista.

Oksaisuudessa on sekä leikkojen että tyveysten aiheuttajina yleensä kysymys pystyoksista ja laho-oksista, joiden läpimitta on III laatuluokan maksimia suurempi. Vain muutamassa tapauksessa esiintyi keskellä vanerio-saa alue, jossa oli liian useita oksia, siis yli 7 kpl 6 jalkaa kohden. Pintavioista ovat erilaiset haavat yleisimpiä leikkojen aiheuttajina. Mainittakoon kuitenkin, että esiintyi myös yksi tapaus, jossa yli 2 m:n korkeudella ollut tuoheus aiheutti leikon.

Kasvupaikkojen välillä huomataan eroja myös leikkojen aiheuttajissa. Mutkien ja pintavikojen välisissä osuuksissa ne ovat samanlaiset kuin tyveyksissäkin. Soilla kasvavissa koivuissa on siis myös ylempänä rungossa pahempia mutkia kuin kovien maiden koivuissa. Ero koviin maihin verrattuna on kuitenkin paljon vähäisempi kuin tyveysten ollessa kysymyksessä.

Tyveyksissä ja leikoissa voidaan yleensä määrätä yksi ainoa vika, joka on aiheuttanut vaneripuuksi kelpaamattomuuden. Niissäkin esiintyy kuitenkin tapauksia, joissa kaksi vikaa yhteisvaikutuksellaan saa aikaan puun sopimattomuuden teollisiin tarkoituksiin. Lisäksi on tapauksia, joissa yksi vika on tehnyt osan tyveyksestä ja toinen vika osan vaneripuuksi kelpaamattomaksi. Tällainen on esim. puu, jossa tyvimutkan lisäksi esiintyy sen yläpuolella tuoheama; mutkan aiheuttamaa tyveystä on siitä syystä pidennettävä. Koko puun kelpaamattomuuden aiheuttaa useimmissa tapauksissa kaksi vikaa yhdessä. Jonkin tyvessä esiintyvän vian vaikutuksen loputtua puu saattaa olla jo niin oksaista, että siitä ei enää vaneripuuta saada. Tämä seikka onkin otettu laskelmissa huomioon.

Taulukossa 22 on esitetty raakkien aiheuttajat kasvupaikoittain.

Taulukko 22. Raakkien aiheuttajat kasvupaikoittain.

Table 22. Causes of culls per sites.

Kasvupaikka *Site*	Mutkat ja lenkous *Crooks and sweep*	Haavat *Wounds*	Lahoviat *Rot*	Oksat *Knots*	Halkeamat *Shakes*	Yht. *Total*
	% — *per cent*					
OMT	32.4	17.6	29.4	20.6	—	100.0
MT	50.0	16.4	17.2	16.4	—	100.0
Suot — *Swamps*	57.3	9.4	11.5	20.8	1.0	100.0
Yht. — *Total*	50.4	13.9	16.7	18.6	0.4	100.0

Mutkat ovat tämän aineiston mukaan yleisimpiä raakkien aiheuttajina. Oksaisuus, lahoviat ja haavat ovat myös varsin monesti saaneet aikaan puun hylkäämisen. On kuitenkin myönnettävä, että, jos tilastoon olisi otettu vain Koivukeskuksen määritelmän mukaiset 18′ × 7″ tai 12′ × 8″ täyttävät ja sitä suuremmat rungot, mutkien osuus olisi huomattavasti pienempi ja lahovikojen sekä pintavikojen osuus suurempi kuin taulukon 22 mukaan. S a r v a k s e n (1944) mukaan yleisimmät koivuja P-luokkaan (raakkeihin) alentaneista vioista ovat OMT:ssä ja MT:ssä laho (55 %), mutkaisuus (27 %), oksaisuus (9 %) ja korot (9 %). Myös puolukkatyypissä olivat tärkeimmät viat samat. S a r v a k s e n tutkimat koivut olivat kuitenkin hyvin vanhoja, joka osaltaan selittää lahon suuren osuuden. Kysymys oli lisäksi jäännöspuustoista, joissa lahot puut olivat jäljellä.

Kasvupaikkoja toisiinsa verrattaessa nähdään, että myös tässä kohdassa mutkien osuus on suurempi soilla kuin kovilla mailla. Pintavikojen osuuksien suhde on taas päinvastainen. Huomiota kiinnittää, että lahovikojen osuus on kovilla mailla suurempi kuin soilla. Kysymyksessä ovat näkyvät lahoviat, joita ei voimaperäisemmin hoidetuissa suometsissä tietenkään paljon esiinny.

Koivulajien vertailu aineiston perusteella osoitti, että mutkien merkitys vaneripuun kokoisen puun hylkäämisessä on hieskoivuissa selvästi suurempi kuin rauduskoivuissa. Erittäin suuri ero on koivulajien välillä tässä suhteessa tyveyksien aiheuttajissa.

443. Tyveysten ja leikkojen pituus

Tähän mennessä esitetyt luvut osoittavat vain tyveys- ja leikkotapausten lukumäärän ja sen vaihtelut, mutta eivät sellaisenaan sitä puumäärää, joka tyveyksissä ja leikoissa joutuu vaneripuuksi kelpaamattomaksi. Onkin vielä tarkasteltava, millä tavoin vaneripuun määrä pienenee tyveysten ja leikkojen takia. Tämä tehdään vertaamalla tyveyksiä ja leikkoja tyveysten, leikkojen ja varsinaisen vaneripuun yhteiseen määrään.

Taulukossa 23 on esitetty eri ikäluokkien ja kasvupaikkojen kaikkien vanerikoivurunkojen jakaantuminen varsinaisen vaneripuun sekä tyveysten ja leikkojen kesken. Laskelmat on tehty vain näiden rungon eri osien pituuksien perusteella, mutta niidenkin avulla on tehtävissä päätelmiä kuutio-osuuksista.

Taulukko 23. Tyveysten, leikkojen ja varsinaisen vaneripuun pituudet ikäluokittain ja kasvupaikoittain koko vaneripuurunkojen lukumäärää kohden.

Table 23. The length of butt-offs, cut-offs, and actual veneer part by age classes and sites per the entire number of veneer wood stems

Kasvupaikka *Site*	Tyveykset *Butt-offs*		Leikot *Cut-offs*		Vaneripuu *Veneer wood*		Yhteensä *Total*	
	jj/r *ft/stem*	% *per cent*	jj/r *ft/stem*	% *per cent*	jj/r *ft/stem*	% *per cent*	jj/r *ft/stem*	% *per cent*
				< 50 v.				
Kovat maat — *Firm lands*	1.1	5.9	0.5	2.7	17.2	91.4	18.8	100.0
Suot — *Swamps*	2.9	18.6	0.8	5.1	11.9	76.3	15.6	100.0
				51—60 v.				
Kovat maat — *Firm lands*	2.4	9.8	1.0	4.1	21.0	86.1	24.4	100.0
Suot — *Swamps*	3.1	17.6	0.9	5.1	13.6	77.3	17.6	100.0
				61—70 v.				
Kovat maat — *Firm lands*	1.6	6.5	0.5	2.0	22.5	91.5	24.6	100.0
Suot — *Swamps*	1.6	9.4	0.5	2.9	14.9	87.7	17.0	100.0
				71—80 v.				
Kovat maat — *Firm lands*	1.4	5.2	0.6	2.2	25.0	92.6	27.0	100.0
Suot — *Swamps*	3.4	17.3	0.8	3.8	16.6	78.9	20.8	100.0
				> 81 v.				
Kovat maat — *Firm lands*	2.8	8.9	1.1	3.5	27.4	87.6	31.3	100.0
Suot — *Swamps*	2.1	8.9	0.5	2.1	21.0	89.0	23.6	100.0

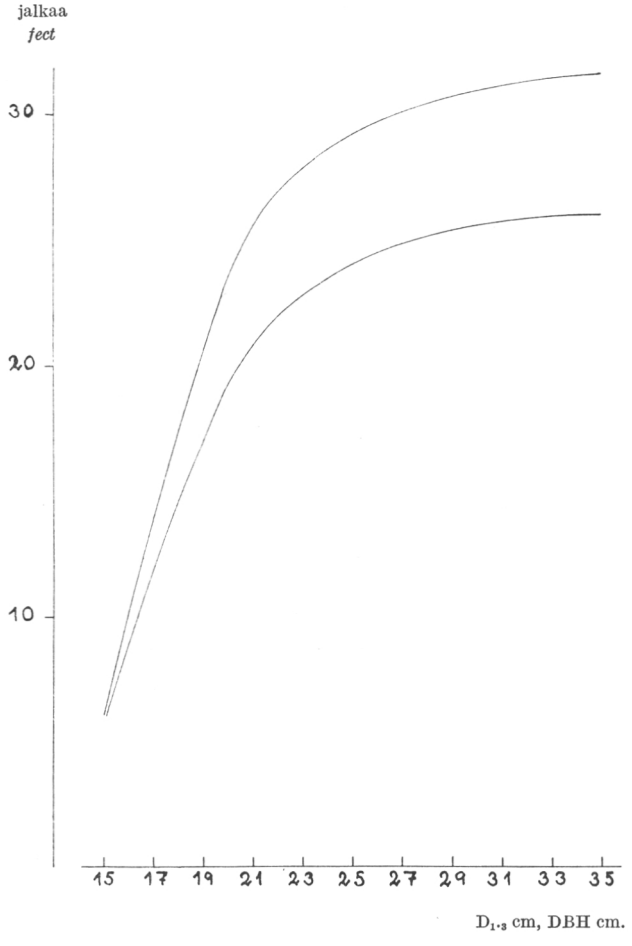
Kasvupaikkojen vertailu osoittaa, että soilla tyveyksien ja leikkojen pituusosuus on kaikissa ikäluokissa suurempi kuin kovilla mailla ja varsinaisen vaneripuun osuus siis pienempi. Tyveysten absoluuttinen pituus on soilla myös yleensä runkoa kohden suurempi tai yhtä suuri kuin kovilla mailla. Leikoissa erot absoluuttisissa pituuksissa ovat vähäisemmät ja vaihtelevat puoleen sekä toiseen.

Keskim. tyveyksen ja leikon pituus tyvettyä ja leikottua runkoa kohden on eri kasvupaikoilla seuraava:

Kovat maat OMT ..... 6.5 jj } 7.3 jj
Firm lands MT ..... 7.7 jj }
Suot — *Swamps* ..... 10.0 jj

Ero kasvupaikkojen välillä on siis varsin suuri. Syynä tähän on se, että soilla mutkat ovat aiheuttaneet eniten tyveyksiä ja niiden vaikutusalue on useimmiten paljon pitempi kuin korojen tai haavojen, jotka kovilla mailla olivat usemmiten tyveysten syynä, kuten edellisessä luvussa on mainittu.

Täysin käyttökelpoisen vaneripuun osuus on kovilla mailla keskimäärin 88—92 % varsinaisen käyttöpuun pituudesta. Soilla sen osuus on yleensä huomattavasti, n. 5—15 % vähäisempi. Kuutiomäärästä varsinaisen vaneripuun osuus on vielä pienempi, sillä tyveykset ovat tietenkin läpimitaltaan suurempia kuin vaneripuu. Voidaankin sanoa, että tyveysten ja leikkojen osuus kuutiomäärästä on kovilla mailla keskimäärin 10—20 % ja varsinaisen vaneripuun n. 80—90 %.



Piirros 4. Todellisen vaneripuun pituus.
Diagram 4. Length of actual veneer wood.

Todellisen vaneripuun pituus on kovilla mailla eri ikäluokissa 5—8 jalkaa suurempi kuin soilla. Myös kovilla mailla vaneripuuosaa voidaan pitää keskimäärin ehkä yllättävän lyhyenä, kun verrataan sitä havupuiden tukkiosaan eri ikäluokissa. Parempi kuva todellisen vaneripuun pituudesta ja siihen vaikuttavista seikoista saadaan kuitenkin tutkimalla asiaa läpimittaluokittain. Piirroksessa 4 onkin esitetty todellisen vaneripuun pituudet eri rinnankorkeusläpimittaluokissa. Pituuskäyristä nähdään, että myös jokaisessa $d_{1.3}$-luokassa vaneripuuosan pituus on soilla lyhyempi kuin kovilla mailla. Tämä johtuu siitä, että puut soilla ovat lyhyempiä kuin kovilla mailla ja siitä että tyveysten ja leikkojen pituus on soilla suurempi, kuten edellä juuri esitettiin.

444. Liian oksainen latva

Edellä on jo mainittu käsite liian oksainen latva, jolla tarkoitetaan vaneripuun mitat täyttävää mutta vaneripuuksi liian oksaista puuta rungon latvaosissa. Se on tähän mennessä jätetty tarkastelun ulkopuolelle ennen kaikkea siksi, että käytännössä tätä liian oksaista osaa ei yleensä tunneta vaneripuuhun liittyvänä käsitteenä samalla tavoin kuin esim. tyveyksiä, leikkoja ja raakkeja. On silti myös käytännön kannalta hyödyllistä tuntea liian oksaisen latvan osuus eri olosuhteissa. Mainittakoon vain eräissä piireissä melko yleinen käsitys, että kaikki puu 6″ latvaläpimittaan saakka on vaneripuuksi kelvollista. Myös voidaan tehdä tiettyjä teoreettisia päätelmiä tunnettaessa tällaisen liian oksaisen latvaosan pituuden riippuvuus eri tekijöistä.

Taulukossa 24 on esitetty vaneripuuksi liian oksaisen latvuksen pituus eri ikäluokissa kasvupaikoittain sekä jalkoina että sadanneksina koko 6″ latvaläpimittaan mitatun puun pituudesta.

Taulukko 24. Vaneripuuksi liian oksaisen latvan pituus ja osuus koko 6″ täyttävän puun pituudesta.

Table 24. The length of top which is too knotty to be used as veneer wood and its percentage of the height of tree down to the 6 diameter limit.

Ikäluokka, v. *Age class, yrs.*	OMT		MT		Kovat maat yht. *Firm lands total*		Suot *Swamps*	
	jj/r *ft/stem*	% *per cent*	jj/r *ft/stem*	% *per cent*	jj/r *ft/stem*	% *per cent*	jj/r *ft/stem*	% *per cent*
< 50	2.3	11.3	2.6	12.0	2.5	11.8	2.7	14.7
51—60	4.3	15.2	4.4	15.3	4.4	15.3	1.9	9.8
61—70	5.6	17.8	3.1	11.5	3.9	13.9	3.3	16.4
71—80	10.3	27.4	5.0	15.7	6.5	19.3	4.2	16.9
> 81	6.0	16.1	4.9	13.6	5.2	14.4	2.4	9.2

Luvut osoittavat, että oksainen latvaosa, joka ei riittävästä läpimitasta huolimatta kelpaa vaneripuuksi, on nuorissa ikäluokissa kaikilla kasvupaikoilla suunnilleen yhtä pitkä. Yli 60 vuoden ikäisissä puissa sen sijaan on havaittavissa, että käenkaalimustikkatyypissä tämä käyttökelvoton latvaosa on selvästi pisin. Ikäluokkia verrattaessa havaitaan, että liian oksaisen latvan pituus näyttää kasvavan puiden vanhetessa. Aineistosta johtuvista seikoista aiheutuu, että pituuden lisääntyminen ei ole säännöllinen.

Liian oksaisen latvan prosenttinen osuus vaihtelee eri ikäluokissa ja kasvupaikoilla 10 %:sta yli 25 %iin. Keskimääräisenä osuutena voidaan pitää n. 15 %:ia.

Taulukoissa 23 ja 24 esitettyjen tulosten perusteella voidaan laskea kuinka suuri osa koko 6″ täyttävän puun pituudesta on pystyarvioinnin mukaan keskimäärin vaneripuuksi todella kelpaavaa. Seuraavat sadannekset osoittavat tämän osuuden sadanneksina ikäluokittain:

	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs.*				
	< 50	51—60	61—70	71—80	> 81
	Vaneripuuta % — *Veneer wood %*				
Kovat maat					
Firm lands	80.6	72.6	78.8	74.7	75.0
Suot					
Swamps	65.1	69.8	73.3	65.6	80.8

Kovilla mailla vaneripuun laatuvaatimukset täyttävää puuta on keskimäärin vain n. 75 % vaneripuun mitat täyttävästä puusta. Soilla osuus on vielä pienempi. Kaikkien ikäluokkien keskiarvona se on 70 %.

Yritettäessä selvittää syitä, jotka vaikuttavat em. vaihteluihin, on tarkasteltava läpimittaluokittaisia tuloksia. Ne nähdään taulukosta 25.

Taulukko 25. Vaneripuuksi liian oksaisen latvan pituus läpimittaluokittain eri kasvupaikoilla.

Table 25. The length of top which is too knotty to be used as veneer wood per diameter classes on different sites.

Kasvupaikka *Site*	$D_{1.3}$-luokka, cm — *DBH-class, cm*					
	16—18	19—21	22—24	25—27	28—30	> 31
	jj/runko — *ft/stem*					
OMT	0.3	1.4	6.4	12.2	18.6	22.4
MT	0.1	1.2	6.0	10.4	16.1	16.3
Suot — *Swamps*	0.4	2.8	6.2	8.5	14.7	20.0

Liian oksaisen latvaosan pituus siis kasvaa puun läpimitan suuretessa. Alle 21 cm:n läpimittaluokissa näyttää käytännöllisesti katsoen kaikki puu, joka täyttää 6″ läpimitan, olevan myös oksaisuudeltaan vaneripuuksi kel-

paavaa. Niissä 6″ läpimitta onkin miltei poikkeuksetta latvuksen alapuolella. Mainittakoon, että näihin läpimittaluokkiin kuuluvissa puissa esiintyi vaneripuuksi liian oksaista latvaosaa vain 12.3 %:ssa tutkituista tapauksista. Toisaalta näin pienet puut eivät olekaan Koivukeskuksen suosituksen mukaan vaneripuita, kuten edellä on mainittu.

Varsinaisissa vaneripuurungoissa ($d_{1.3} > 22$ cm) liian oksainen latva muodostaa jo yleensä verraten pitkän kappaleen. Niissä tapaukset, joissa koko puu 6″ läpimittaan saakka on vaneripuuksi oksaisuudeltaan kelpaavaa, ovat harvinaisia poikkeustapauksia muodostaen läpimittaluokassa 22—24 cm 29.5 %, 25—27 cm 18.5 %, 28—30 cm 4.8 % ja > 31 cm 2.0 % aineistosta. On siis erittäin tärkeää ottaa huomioon myös laatu ja eritoten oksaisuus vaneripuun määrää pystypuista arvioitaessa sekä vaneritukkeja tehtäessä. Sen huomioon ottamatta jättäminen saattaa aiheuttaa järeissä leimikoissa kymmenien prosenttien yliarviointia pystykuutioinnissa. Vaneripuita valmistettaessa taas kaiken 6″ täyttävän puun mukaan ottaminen voi saada aikaan hankaluuksia luovutustilaisuuksissa.

Metsätyyppejä toisiinsa verrattaessa havaitaan selvästi, että järeimmissä rungoissa liian oksainen latva on pisin käenkaalimustikkatyypissä, hieman lyhyempi mustikkatyypissä ja selvästi lyhin soilla. Tällainen suhde riippuu siitä, että käenkaalimustikkatyypissä koivut kussakin läpimittaluokassa ovat nuorimpia, joten latvus niissä on myös elinvoimaisin ja pisin.

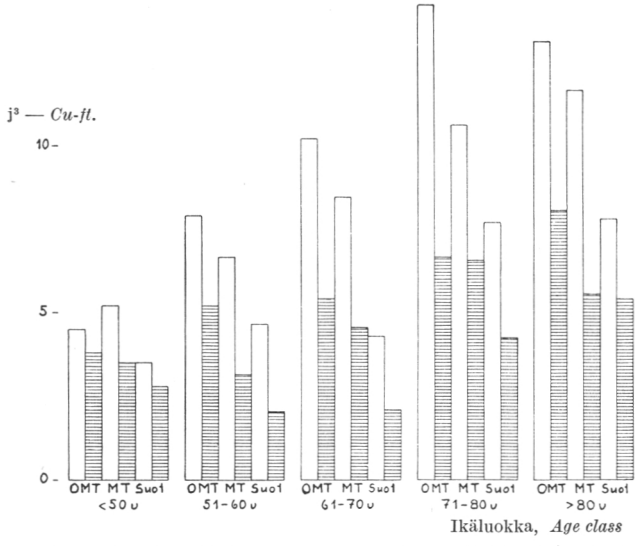
Liian oksaisen latvan pituuden vaihtelut ovat varsin suuret leimikosta toiseen siirryttäessä. Liian oksaisen latvan pituus riippuukin hyvin paljon mm. metsikön hoitotavasta. Metsiköissä, jotka on käsitelty voimakkailla hakkuilla ja kasvatettu nuoresta pitäen väljänä, latvus kehittyy voimakkaaksi ja pitkäksi, ja vaneripuuksi kelpaamaton latvaosa on myös pitkä. Päinvastoin taas tiheinä kasvaneissa metsissä latvus supistuu juuri koivun ollessa kyseessä pieneksi ja oksaisuuden vuoksi käyttökelvoton latvaosa on lyhyt, jopa aivan olematon. Yleensä kuitenkin kaikki ne järeämmät rungot, joissa vaneripuuta voidaan ottaa aivan 6″:aan asti ovat alempien latvuskerrosten puita. Juuri tästä seikasta johtuu, että hieskoivuissa, jotka suurelta osalta kuuluvat vallittuihin latvuskerroksiin, liian oksaisen latvaosan pituus on keskimäärin pienempi kuin rauduskoivussa.

Voidaan todeta, että metsikön kasvatustavat, jotka antavat järeintä puuta nopeimmin eivät anna sitä pituudeltaan eniten. Jossain onkin varmasti raja, jonka yli järeyden, läpimitan suosimisessa ei ole syytä mennä, koska silloin tyvestä saatavan vaneripuun pituus saattaa jäädä liian pieneksi, jopa alle 20 jalan. Senkin saannin edellytyksenä on joskus karsiminen, koska ilman sitä puuta ei saada riittävästi lainkaan karsiintumaan vaneripuun tuotantoa silmälläpitäen. Sopiva väljyys ja kasvatustapa vaativat kasvatuskokeita, ennenkuin ne voidaan saada selville.

445. Vaneripuun määrä

Koivujen arvosuhteisiin vaikuttavana ominaisuutena on järeys tärkeimpiä, kuten edellä puiden rinnankorkeusläpimittaa käsiteltäessä esitettiin (s. 22). J a l a v a n (1938) esittämät laskelmat antavat tästä varsin selvän käsityksen.

Edellä on jo käsitelty puiden keskimääräistä rinnankorkeusläpimittaa, joka havaittiin käenkaalimustikkatyypissä huomattavasti suuremmaksi kuin mustikkatyypissä tai soilla. Kysymyksessä olivat kuitenkin koko metsikön eivätkä vain vaneripuiden läpimitat. Vaneripuiden keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat ovat tässä aineistossa seuraavat: OMT 22.2 cm, MT 21.2 cm, kovat maat yht. 21.5 cm ja suot 19.5 cm. Vaneripuistakin ovat siis käenkaalimustikkatyypissä kasvavat järeimpiä ja soilla kasvavat pienimpiä. Myös on havaittu, että vaneriosan pituus on suurin käenkaalimustikkatyypissä ja pienin soilla. Samoin on nähty, että rauduskoivujen vaneriosan pituus on suurempi kuin hieskoivujen. Tärkeintä on kuitenkin tuntea vaneriosan kuutiomäärät, jotka on ikäluokittain esitetty piirroksessa 5.



Piirros 5. Vanerikoivurunkojen keskikuutiot ikäluokittain ja latvuskerroksittain.
Diagram 5. The average cubic feet contents of veneer birch stems per age classes and per crown layers.

Piirroksesta ilmenee, että vaneriosan kuutiomäärä kasvaa kaikilla metsätyypeillä ikäluokan suuretessa, mikä onkin hyvin luonnollista. Samoin havaitaan selvät erot eri latvuskerrosten välillä, joka osoittaa, että kunnollista vaneripuuta pystytään tuottamaan paljon vain päävaltapuukerroksessa. Onhan 2. ja 3. kerrosten puiden vaneriosan kuutiomäärä keskimäärin vain n. 60 % 1. latvuskerroksen puiden kuutiomäärästä.

Eri kasvupaikkojen puiden vaneriosan kuutiomääriä vertailtaessa nähdään, että käenkaalimustikkatyypissä pystytään kasvattamaan nopeimmin suuriläpimittaista vaneripuuta. Poikkeuksena näyttää piirroksen mukaan olevan ikäluokka < 50 v., jossa mustikkatyypin koivujen kuutiomäärä on suurempi kuin OMT:n. Tämä johtunee kuitenkin vain aineiston pienuudesta. Soilla kasvavien koivujen kuutiomäärät ovat vain n. 40—60 % käenkaalimustikkatyypin vastaavista arvoista eri ikäluokissa. Mustikkatyypin ja soiden välinen ero on tässä suhteessa huomattavasti pienempi mutta kuitenkin merkittävä. Kun muistetaan, että vaneriosan pituudessa erot ovat kovien maiden ja soiden välillä huomattavasti pienemmät kuin kuutiomäärissä, voidaan päätellä, että myös läpimitta on kovilla mailla suurempi kuin soilla. Siis molemmilla kovan maan kasvupaikoilla vanerikoivut ovat käyttöarvoltaan keskimäärin suuremmat kuin ojitettujen soiden ennen ojitusta syntyneissä koivikoissa.

Varsin mielenkiintoinen on vertailu hies- ja rauduskoivun välillä. Se osoittaa, että rauduskoivut ovat selvästi suurempia kuin hieskoivut, kuten seuraavasta asetelmasta, jossa on esitetty OMT:n ja soiden tulokset, nähdään.

	Ikäluokka, v. — *Age class, yrs.*				
	< 50	51—60	61—70	71—80	> 81
	j³/runko — *cu. ft/stem*				
OMT Raudus — *Common*	4.4	7.0	8.9	11.2	11.6
Hies — *White*	4.2	4.4	4.6	5.6	7.0
Suot Raudus — *Swamps Common* ...	3.3	4.4	..	10.8	11.7
Hies — *White*	3.6	4.2	4.2	4.6	5.9

Rauduskoivujen vaneriosan kuutiomäärä on vanhemmissa ikäluokissa jopa kaksi kertaa niin suuri kuin hieskoivujen, mutta nuoremmissa luokissa erot ovat yleensä vähäisemmät. Myös mustikkatyypissä näyttää vallitsevan samanlainen suhde, mutta siellä hieskoivujen osuus on niin vähäinen, että perusteellista vertailua ei ole voitu tehdä. Sarvas (1951) on myös todennut, että rauduskoivut ovat vanerikoivuleimikoissa kooltaan selvästi suurempia kuin hieskoivut.

Esitetyssä asetelmassa kiinnittää huomiota vielä se seikka, että soillakin rauduskoivut näyttävät olevan suurempia kuin hieskoivut ja siis parempia vaneriteollisuuden raaka-aineeksi. Sama havainto tehtiin edellä koko aineiston keskimääräisiä läpimittoja tutkittaessa. Myös huomattakoon, että vanhimmissa ikäluokissa soiden rauduskoivujen vaneriosan kuutiomäärä on miltei yhtä suuri kuin OMT:ssä. Suuret erot kovien maiden ja soiden keskiarvoissa, johtuvatkin ensi sijassa hieskoivun suuresta osuudesta soilla.

446. Vaneripuun laatuluokat

4461. *Havaintoja laatuluokitusohjeista*

Tutkimuksen pääaiheen, koivujen vikaisuuden selvittämisen, kannalta on tärkein käytännöllinen sovellutus vaneripuun laadullisen jakaantumisen tunteminen. Siinähän on itse asiassa kysymys vikaisuuksien vaikutuksen soveltamisesta laatuluokituksen avulla käytännössä tärkeisiin kehyksiin.

Vaneripuun laadun selvittäminen on suoritettu taulukossa 2 (s. 15) esitettyjen Koivukeskuksen ja Keskusmetsäseura Tapion aikanaan hyväksymien laatuluokitusohjeiden perusteella noudattamalla näitä ohjeita niin kirjaimellisesti kuin vain mahdollista. Eräitä poikkeuksia kuitenkin tehtiin tapauksissa, joissa muutoin olisi tultu aivan vääriin tuloksiin. Lisäohjeena on nimittäin käytetty seuraavia määräyksiä, jotka on tavallaan lainattu mäntysahatukkien laatuluokitusohjeista (esim. Heiskanen 1954).

1. Jos jokin pölkky ei aivan täytä luokalle asetettuja vaatimuksia, mutta pölkky muutoin kuuluu tämän luokan parhaisiin kappaleisiin tai seuraavaan parempaan luokkaan, voidaan se lukea tähän luokkaan kuuluvaksi.

2. Jos pölkyssä on kaksi maksimisuuruista vikaa, on sen luokkaa alennettava.

3. Suuria, selvästi havaittavia kyhmyjä sallitaan vain III laatuluokassa.

Näitä lisäohjeita käytettiin kuitenkin hyvin harkiten. Kuitenkin esiintyi useita kappaleita, jossa tällaisen tulkinnan käyttö katsottiin ehdottoman välttämättömäksi. Toisaalta luokitusohjeissa on olemassa paljon epäjohdonmukaisuuksiakin, mutta niitä ei katsottu voitavan korjata, koska silloin olisi koko luokituksen peruste saattanut muuttua toiseksi. Olisi ollut kysymyksessä osittain aivan toinen laatuluokitus, joten tähän mennessä suoritettujen koesorvausten tulokset eri laatuluokkien arvosuhteista eivät olisi enää pitäneet paikkaansa.

On kuitenkin mainittava nämä korjausta vaativat kohdat, koska ne olisi ohjeiden käyttökelpoisuuden lisäämiseksi mitä pikimmin muutettava.

1. Ei ole luonnollista eikä oikein, että oksien maksimilukumäärä 6 jalan matkalla on kaikissa läpimittaluokissa sama, 7 kappaletta. Esimerkkinä mainittakoon, että 12″:n pölkyssä nämä oksat jakaantuvat ensimmäisillä sorvinpyörähdyksillä 37.7 tuuman pituiselle viilulle ja 6″:n pölkyssä 18.9 tuuman pituiselle viilulle. Kun BB-laadussa on vanerilajittelun mukaan määrätty, montako oksaa sallitaan neliömetrillä, on 6″:n pölkystä sorvattu viilu laadultaan huomattavasti, eli n. kaksi kertaa huonompaa kuin 12″:n pölkystä sorvattu. Oksien sallitun lukumäärän tulisi siis riippua puun läpimitasta siten, että suurempiläpimittaisissa pölkyissä sallittaisiin enemmän oksia kuin pieniläpimittaisissa.

2. Pintavikojen suurin sallittu syvyys on sama kaikissa läpimittaluokissa. Kuitenkin 1″:n paksuinen pintakerros on, jos purilaan paksuudeksi oletetaan 4″, 6″ pöllissä 100 %, 8″ pöllissä 58 %, 10″ pöllissä 43 % ja 12″ pöllissä 34 % teoreettisesti käytettävissä olevasta kuutiomäärästä. Maksimisyvyinen pintavika vioittaa 6″:n pölkyssä koko sorvattavissa olevan puun ja lisäksi se toistuu viilussa lyhyemmin välein kuin esim. 10″ pölkyssä, jossa teoreettisesti laskien 57 % viilusta on kokonaan tämän vian ulkopuolella. Myös pintavikojen sallitun syvyyden pitäisi siis ainakin jossakin määrin riippua puun läpimitasta.

3. Kuten edellä oksankyhmyjä selostettaessa mainittiin (s. 47), suurien oksankyhmyjen alla olevat oksat ovat useimmiten lahoja (vrt. H e l a n d e r 1922), joten ohjeissa pitäisi olla määräys tällaisten kyhmyjen sallimisesta vain III laatuluokassa.

Myös muutamia muita korjauksia vaativia seikkoja havaitaan luokitusohjeita tarkasteltaessa. Ensi sijassa on ohjeiden varjopuolena pidettävä sitä, että niissä koko ja laatu on sekoitettu toisiinsa. Esimerkiksi läpimitta sellaisenaan ei vaikuta viilun laatuun, vaikka se vaikuttaakin viilumäärään myös suhteellisesti. Soikeus on seikka, joka on vikaisuus vain sorvausta vaikeuttavana tekijänä jne. Nämäkin näkökohdat olisi otettava uudelleen tutkittavaksi laatuluokitusohjeita uusittaessa.

Lisäksi voidaan todeta, että vanerikoivujen laatuluokitus on hyvin hankala ja suuritöinen toimitus, joten tuntuu siltä, että käytännössä sen avulla saatavat tulokset ovat luotettavuudeltaan varsin vaihtelevia.

4462. *Ikäluokittainen tarkastelu*

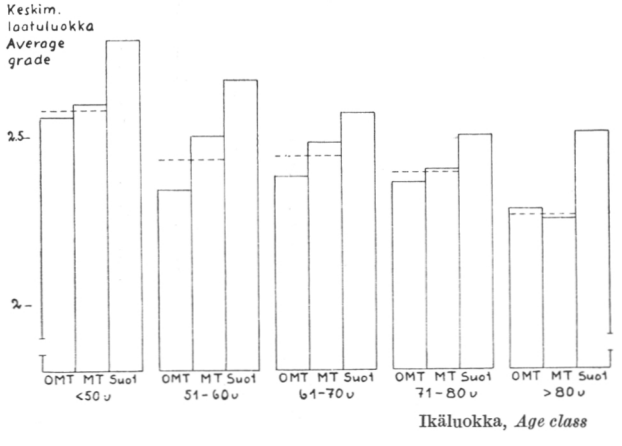
Eri laatuluokkien osuudet pystyarvioinnin, siis ulkoisten vikojen perusteella on esitetty kasvupaikoittain ja ikäluokittain taulukossa 26. Siitä nähdään, että hyvien laatuluokkien osuus kasvaa ja huonojen pienenee puiden iän lisääntyessä. Eri kasvupaikkojen keskimääräiset laatuluokat ikäluokittain, jotka on esitetty piirroksessa 6, kuvaavat myös tätä laadun paranemista. Syynä koivujen laadun paranemiseen iän kasvaessa on ensinnäkin se, että oksattoman osan pituus kasvaa jatkuvasti puiden vanhetessa (s. 25). Toinen seikka, joka vaikuttaa tällaiseen kehitykseen on puiden läpimitan suureneminen. Vaikka vanerikoivujen laatuluokituksen mukaan ei suurissa puissa sallitakaan suurempia vikoja kuin pienissä, paitsi lenkouden ja soikeuden kohdalla, on läpimitta itsessään jo laatutekijä. Jokaisen laatuluokanhan tulee täyttää tietty minimiläpimitta.

Kasvupaikkojen välillä on myös huomattavissa suuria eroja. Verrattaessa kovien maiden koivujen laatujakaantumaa ojitetuilla soilla kasvavien koivujen laatujakaantumaan, havaitaan kovilta mailta voitavan saada

Taulukko 26. Vaneripuun eri laatuluokkien osuudet ikäluokittain eri kasvupaikoilla.

Table 26. Percentages of the different veneer bolt grades per age classes on different sites.

Ikäluokka, vuotta *Age class, yrs.*	Runkoa, kpl *Stems*	Laatuluokka — *Log grade* I	II	III
		% — *per cent*		
		OMT		
< 50	65	1	42	57
51—60	71	4	58	38
61—70	145	3	56	41
71—80	83	2	59	39
> 81	40	7	58	35
		MT		
< 50	90	2	37	61
51—60	132	1	49	50
61—70	275	1	51	48
71—80	210	2	57	41
> 81	104	4	67	29
		Kovat maat yhteensä — *Firm lands total*		
< 50	155	1	39	60
51—60	203	2	52	46
61—70	420	2	53	45
71—80	293	2	58	40
> 81	144	5	64	31
		Suot — *Swamps*		
< 50	84	—	21	79
51—60	57	—	33	67
61—70	49	3	37	60
71—80	13	—	50	50
> 81	93	1	47	52

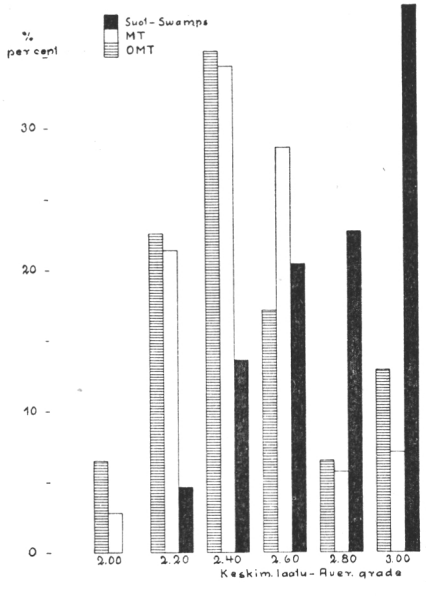


Piirros 6. Keskimääräiset laatuluokat eri kasvupaikoilla.
Diagram 6. The average grades on different sites.

huomattavasti parempilaatuisia vaneripuita kuin soilta. Kaikissa ikäluokissa on III laatuluokan osuus soilla n. 10—20 % suurempi kuin kovilla mailla. Lisäksi havaitaan, että soilta puuttuu I laatuluokka käytännöllisesti katsoen kokonaan.

Kovien maiden eri metsätyypit eroavat vaneripuun laadun kannalta jonkin verran toisistaan. I ja II laatuluokan osuus on käenkaalimustikkatyypissä jonkin verran suurempi ja III laatuluokan osuus taas pienempi kuin mustikkatyypissä miltei kaikissa ikäluokissa. Myös piirroksesta 6 nähdään, että lukuunottamatta ikäluokkaa > 81 vuotta, keskimääräinen laatuluokka on käenkaalimustikkatyypissä parempi kuin mustikkatyypissä. Parhailla kasvupaikoilla pystytään siis tuottamaan myös paraslaatuista vaneripuuta. Näihin eroihin ovat vaikuttaneet osaksi läpimittojen eroavuudet eri kasvupaikoilla. Parhailla kovan maan kasvupaikoilla puut ovat suurimpia ja soilla pienimpiä. Selvä kuva tästä läpimitan vaikutuksesta saadaan tulevassa läpimittaluokittaisessa tarkastelussa.

Mainittakoon, että myös S a r v a k s e n (1944) mukaan järeän koivupuuston laatu on harsintametsiköissä parhain käenkaalimustikkatyypissä ja huonoin puolukkatyypissä.



Piirros 7. Näytemetsiköiden jakaantuminen vaneripuun keskimääräisen laadun perusteella eri kasvupaikoilla.

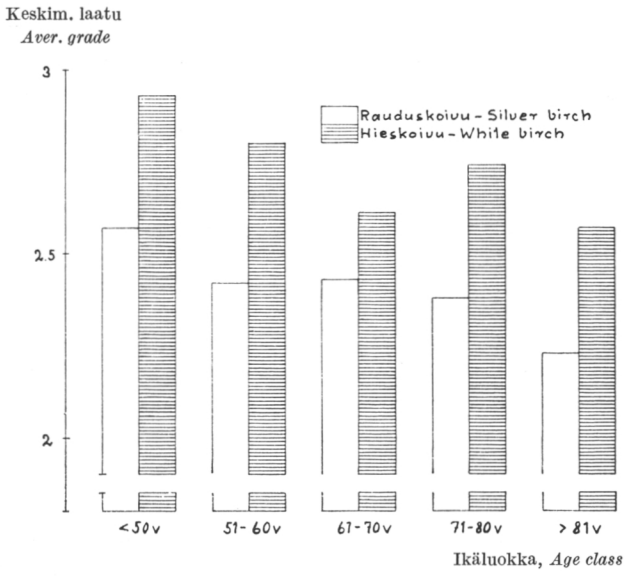
Diagram 7. Distribution of sample stands on different sites according to the average grade of veneer wood.

Kasvupaikkojen välinen ero ilmenee selvänä myös näytealojen jakaantumisesta keskimääräisen laatuluokan mukaisiin ryhmiin, jotka on esitetty piirroksessa 7. Siitä nähdään, että kovien maiden kasvupaikkojen näytealojen jakaantumat ovat suunnilleen samanlaiset, mutta soiden on aivan selvästi heikompi. Kovilla mailla painopiste on keskim. laatuluokan 2.40 kohdalla, mutta soilla suurin osa näytealoista kuuluu ryhmään 3.00. Toisaalta kiinnittää huomiota se seikka, että kunkin kasvupaikan paraslaatuiset näytealat ovat miltei yhtä hyviä. Se osoittaa, että soillakin voidaan tietyin edellytyksin pystyä tuottamaan hyvälaatuista vaneripuuta. Parhaat ojitetut korvet lienevätkin miltei kovien maiden veroisia. Huonoimmat suot eivät sitä vastoin näytä lainkaan soveliailta vanerikoivun kasvatuspaikoilta. On kuitenkin korostettava, että, kuten jo on mainittu, kovien maiden näytealat eivät edusta parhaita mahdollisia niillä saatavissa olevia tuloksia.

On myös tarkasteltava laatuluokkajakaantumaa latvuskerroksittain. Päävaltapuut on tällöin erotettu omaksi ryhmäkseen ja muut, alemmat latvuskerrokset omakseen. Näitä ryhmiä toisiinsa verrattaessa nähdään, että 1. latvuskerroksen puiden laatujakaantuma on huomattavasti edullisempi kuin 2. ja 3. latvuskerrosten. Se havaitaan mm. seuraavasta asetelmasta, jossa on esitetty nämä laatuluokkajakaantumat kovien maiden ikäluokasta 61—70 v. Se kuvaa erot tyypillisinä.

Latvuskerros *Crown layer*	Laatuluokka — *Grade* I	II %	III
1	2.2	58.8	39.0
2 ja 3	0.3	37.1	62.6

Tämä havainto tuntuu ensi silmäyksellä jonkin verran yllättävältä, sillä edellä puiden oksaisuutta käsiteltäessä todettiin alempien latvuskerrosten puut vähemmän- ja pienempioksaisiksi kuin päävaltapuut. Oksaisuutta on taas totuttu pitämään tärkeimpänä puiden laatuluokkaan vaikuttavana ominaisuutena. Vanerikoivuissa kuitenkin on välittömänä laatutekijänä myös puun läpimitta, kuten on mainittu, ja se on myös tässä tapauksessa aiheuttanut erot. On siis todettava, että varsinaisessa laadussa, s. o. oksaisuudessa ja mutkissa yms. ei ole eroja eri kerrosten välillä, mutta päävaltapuiden suuret läpimitat muuttavat laatuluokkajakaantumisen niille edullisemmaksi. Laatuluokitusohjeiden käsittämässä mielessä hyvälaatuista vaneripuuta on helpoimmin ja nopeimmin saatavissa metsikön päävaltapuista. Tämä seikka vaikuttaa siihen, että vanerikoivuhakkuut kohdistuvat parhaisiin rauduskoivuihin ja jättävät hieskoivut usein koskematta (vrt. Sarvas 1951).



Piirros 8. Hies- ja rauduskoivun keskimääräiset laatuluokat. Kovat maat.

Diagram 8. The average grades of the white birch and the common (silver) birch. Firm lands.

Hies- ja rauduskoivun väliset laatuerot, jotka on esitetty piirroksessa 8 kovien maiden keskiarvona, ovat hyvin suuret kaikissa tutkituissa ikäluokissa. Nämäkin erot johtuvat suureksi osaksi koivulajien välisistä läpimittaeroista. Kuitenkin tässä tapauksessa on varmasti myös varsinaisilla laatutekijöillä osuutensa, sillä onhan edellä todettu erilaisia vikaisuuksia esiintyvän hieskoivuissa enemmän kuin rauduskoivuissa. Nekin selviävät läpimittaluokittaisista tuloksista, joihin palataan jäljempänä.

Sarvas (1951) on tutkinut raudus- ja hieskoivujen laadullisia eroja kuudessa leimikossa ja toteaa mm, »että rauduksen osuus ei ole ratkaiseva vain määrällisesti vaan myös laadullisesti.» Erot ovat hänen mukaansa kuitenkin hyvin vähäiset.

4463. *Läpimittaluokittainen tarkastelu*

Vanerikoivujen todellisista ominaisuuksista saadaan paras kuva läpimittaluokittain tapahtuvassa tarkastelussa, jolloin läpimitan vaikutus laatujakaantumaan on käytännöllisesti katsoen eliminoitu. Taulukossa 27 onkin esitetty eri laatuluokkien osuudet läpimittaluokittain. Ne osoittavat hyvien laatuluokkien osuuden jatkuvasti lisääntyvän rinnankorkeusläpimitan kasvaessa. Joitakin poikkeuksia on tosin olemassa tästä yleisestä suunnasta,

mutta ne johtuvat ilmeisesti aineiston vähyydestä suuremmissa läpimittaluokissa. Tämän suuntauksen on katsottava aiheutuvan suurimmaksi osaksi läpimitasta itsestään, kuten edellä esitettiin. Lisäksi se tosiasia, että isot puut ovat iältään vanhempia, vaikuttaa laadun paranemiseen. Ne ovat ehtineet paremmin kylestää oksansa kuin pieniläpimittaiset puut. Se on havaittu edellä oksattoman osan pituutta tarkasteltaessa. Suurien puiden hyvien laatuluokkien korkeaan osuuteen vaikuttaa sekin, että niissä latvus

Taulukko 27. Vaneripuun eri laatuluokkien osuudet läpimittaluokittain ja koivulajeittain eri kasvupaikoilla.

Table 27. Percentages of the different veneer bolt grades by diameter classes and birch species on different sites.

$D_{1.3}$ cm *DBH, cm*	Rauduskoivu *Common birch*			Hieskoivu *White birch*			Kaikki *Total*		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	% — *per cent*								
	OMT								
16—18	—	4	96	—	—	100	—	3	97
19—21	—	47	53	—	34	66	—	46	54
22—24	2	71	27	—	49	51	2	69	29
25—27	4	67	29	—	28	72	4	65	31
28—30	8	64	28	—	42	58	8	63	29
31—33	13	51	36	..	..	..	13	51	36
34—36	7	64	29	..	..	..	7	64	29
37—39	—	71	29	..	..	..	—	71	29
	MT								
16—18	—	1	99	—	8	92	—	5	95
19—21	·	48	52	—	48	52	·	48	52
22—24	3	64	33	—	44	56	3	63	34
25—27	2	69	29	—	73	27	2	69	29
28—30	3	61	36	..	..	..	3	61	36
31—33	2	78	20	..	..	..	2	78	20
34—36	12	61	28	..	..	..	12	61	28
37—39	—	100	—	..	..	..	—	100	—
	Kovat maat — *Firm lands*								
16—18	—	5	95	—	5	95	—	5	95
19—21	·	47	53	—	42	58	·	47	53
22—24	2	66	32	—	47	53	2	66	32
25—27	3	68	29	—	46	54	3	68	29
28—30	5	62	33	—	42	58	5	62	33
31—33	7	66	27	..	..	..	7	65	27
34—36	8	63	29	..	..	..	8	63	29
37—39	—	75	25	..	..	..	—	75	25
	Suot — *Swamps*								
16—18	—	4	96	—	8	92	—	7	93
19—21	—	43	57	·	42	58	·	42	58
22—24	—	64	36	3	52	45	2	55	43
25—27	—	84	16	4	56	40	2	57	41
28—30	—	55	45	—	100	—	—	62	38
31—33	..	..	..	—	—	100	—	—	100

on yleensä vaneripuuksi liian oksaista, joten puu tulee vaneripuuksi kelpaamattomaksi heti II luokan jälkeen, eikä siis kaikissa rungoissa esiinny lainkaan III laatuluokkaa. Pienissä puissa sen sijaan saadaan monesti varsinaisen latvuksenkin sisältä vaneripuuta, joka kuitenkin aina kuuluu III laatuluokkaan. Olivat syyt mitkä tahansa, suuret puut ovat myös todelliselta laadultaan huomattavasti arvokkaampia kuin pieniläpimittaiset.

Kasvupaikkojen vertailu osoittaa nyt, kuten mainittiin, todelliset laatuerot. Kovien maiden ja soiden välillä vallitsee edelleenkin suuri ero vaneripuiden laadussa. Kovilla mailla I ja II luokan osuudet ovat kaikissa läpimittaluokissa keskimäärin selvästi suuremmat kuin soilla, joilla kasvavista koivuista saatava puu on hyvin suureksi osaksi III laatuluokkaa. Se osoittaa, että sopivimmat koivun kasvatuspaikat ovat kovat maat, joilla vaneripuu on myös varsinaisilta laatuominaisuuksiltaan ratkaisevasti parempaa kuin keskimäärin ojitetuilla soilla. Ero aiheutuu kuitenkin suurimmaksi osaksi siitä, että huonolaatuisen hieskoivun osuus runkoluvusta on soilla paljon suurempi kuin kovilla mailla.

Kovan maan kasvupaikkoja toisiinsa vertailtaessa havaitaan sitä vastoin laatuerojen olevan kussakin läpimittaluokassa melko vähäisiä ja eri läpimittaluokissa eri suuntaisia. Sitä kuvaavat osuvammin keskimääräiset laatuluokat, jotka ovat läpimittaluokittain seuraavat.

$D_{1.3}$ cm *DBH, cm*	OMT Keskim. laatu —	MT *Aver. grade*
16—18	2.97	2.95
19—21	2.54	2.52
22—24	2.27	2.32
25—27	2.28	2.27
28—30	2.20	2.33
31—33	2.25	2.18
34—36	2.23	2.16
37—39	2.30	2.00

Luvuista voidaan tehdä se johtopäätös, että varsinaisilta laatuominaisuuksiltaan ei eri kovan maan metsätyyppien koivujen välillä ole merkittävää eroa. Toteamusta ei voida kuitenkaan pitää yleispätevänä, vaan se vaatisi lisätutkimuksia (vrt. Sarvas 1944).

Verrattaessa eri koivulajien laatujakaantumaa kasvupaikoittain toisiinsa nähdään, että rauduskoivujen laatu on kovilla mailla parempi kuin soilla, mutta ero on melko vähäinen. Hieskoivut ovat suunnilleen yhtä huonoja sekä kovilla mailla että soilla. Kun otetaan huomioon, että ainoat I laatuluokan hieskoivupölkyt on saatu soilta, kallistuisi pitämään ojitetuilla soilla kasvavia hieskoivuja parempina vaneripuina kuin kovilla mailla kasvavia. Ero ei kuitenkaan ole lainkaan varma.

Varsin mielenkiintoista on vertailla raudus- ja hieskoivuja toisiinsa eri läpimittaluokissa, jolloin saadaan selville läpimitasta riippumattomien tekijöiden vaikutus koivulajien laatueroihin. Vertailu osoittaa, että, kuten edellä arveltiin, hieskoivut ovat myös varsinaisilta laatuominaisuuksiltaan heikompia kuin rauduskoivut vanerin raaka-aineeksi. Erittäin selvänä nähdään hieskoivun huonommuus kovilla mailla, joilla kasvaneista hieskoivuista ei ole löydetty yhtään I laatuluokan vaatimukset täyttävää kappaletta. Myös II luokan osuus on niissä läpimittaluokissa, joista aineistoa on riittämiin, selvästi pienempi kuin rauduskoivuissa. III luokan osuus taas on hieskoivujen vaneripuista paljon suurempi kuin rauduskoivuista.

Soilla erot koivulajien välillä ovat vähäiset ja epäsäännölliset, mikä osittain johtunee rauduskoivun aineiston vähäisyydestä. Keskimäärin näyttää niilläkin rauduskoivu parempilaatuiselta, vaikka toisaalta kaikki I laatuluokan pölkyt on saatu hieskoivuista. Hyväkuntoiset suot ovatkin hieskoivun optimikasvupaikkoja ja rauduskoivuille ne taas ovat yleisen käsityksen mukaan enemmän tai vähemmän sopimattomia. Tämä seikka selittääkin osaltaan soilla raudus- ja hieskoivujen pienet todelliset laatuerot. On kuitenkin korostettava sitä, että rauduskoivut ovat soillakin samanikäisiä hieskoivuja suurempia ja siis siten vaneriteollisuuden kannalta toivotumpia kuin hieskoivut (vrt. s. 22).

Koko aineiston raudus- ja hieskoivujen vaneripuuosan laatujakaantuma on seuraava.

	I	II	III
Rauduskoivu — *Common birch*	2.4 %	55.9 %	41.7 %
Hieskoivu — *White birch*	0.7 »	34.5 »	64.8 »

Nämäkin luvut osoittavat selvästi, että rauduskoivu on vaneripuuksi ehdottomasti parempi kuin hieskoivu. Kun muistetaan, että hieskoivu on suunnilleen yhtä huonoa sekä ojitetuilla soilla että kovilla mailla, ei näihin lukuihin ole kasvupaikkojen erolla sanottavaa vaikutusta.

4464. *Eri laatuluokkien keskimääräinen osuus*

Lopuksi on tarkasteltava vielä aineiston muitakin keskiarvoja. Kaikkien tutkittujen vanerikoivujen keskimääräiset laatujakaantumat ovat kasvupaikoittain seuraavat.

	I	II	III
OMT	3.4	56.0	40.6
MT	1.7	54.4	43.9
Kovat maat yht. — *Firm lands, total*	2.3	55.0	42.7
Suot — *Swamps*	0.8	38.1	61.1
Kaikki yhteensä — *Grand total*	2.1	52.7	45.2

Näistä luvuista ovat kiinnostavimpia kovia maita koskevat, sillä ojitetuilta soilta vaneritehtaiden käyttöön hankittujen vanerikoivujen määrä on varmasti ollut ja on tulevaisuudessakin hyvin pieni. Voidaan sanoa, että sillä ei ole kokonaisuuden kannalta lainkaan käytännöllistä merkitystä.

Kovien maiden keskiarvoluvut osoittavat, että I luokan osuus on keskimäärin erittäin pieni. Käytännöllisesti katsoen esiintyy vain kaksi laatuluokkaa, sillä I laatuluokan vaatimukset ovat niin korkeat, ettei sellaisia pölkkyjä ole paljonkaan olemassa. II luokan osuus on n. 50—60 % ja III luokan pyörein luvuin 40 %.

Kuten tutkimusmenetelmää selostettaessa mainittiin, vaneripuuksi on otettu jokainen vähintäin 6 jalkaa pitkä ja 6 tuuman läpimittainen III laatuluokan vaatimukset täyttävä pölkky. Teoreettisesti tämä tapa onkin oikea, mutta haluttaessa tehdä vertailuja käytännöstä saataviin tietoihin vanerikoivujen laatujakaantumasta, on pienimmät puut jätettävä laskelmista pois. Koivukeskuksen suosituksen mukaan vanerikoivun tulee täyttää vähintäin mitat 18′ × 7″ tai 12′ × 8″. Jos keskiarvoista otetaan pois läpimittaluokat 16—21 cm, vastannevat sitä suurempien puiden vähimmäismitat juuri em. Koivukeskuksen suositusta ja siis suurin piirtein olosuhteita käytännössä. Läpimittaluokista yli 22 cm saadun vaneripuun laatujakaantuma on kovilla mailla seuraava:

I 3.5 % II 65.5 % III 31.0 %

I laatuluokan osuus on siis edelleen varsin vähäinen. II laatuluokka muodostaa keskimäärin n. 2/3 ja III laatuluokkaa keskimäärin n. 1/3.

Monissa kirjoituksissa ja tutkimuksissa on esitetty lukuja vanerikoivujen laatujakaantumasta, joita on mielenkiintoista verrata nyt saatuihin tuloksiin. Seuraavassa esitetään muutamia:

	I	II	III
		%	
Jalava (1938, 1943)	10—12	30—40	50—60
Lehonkoski (1949)	5— 8	12—20	72—83
Sarvas (1951)	14	46	40
Koivukeskus (1953) [1])	14	43	43
Ilvessalo (1956 a ja b)	16	42	42

Lisäksi Ilvessalo (1943) on esittänyt koko maan koivujen laatujakaantumislukuja ja Sarvas (1944) vastaavia tietoja harsinnalla käsitellyistä metsistä, mutta heidän käyttämänsä luokitusperusteet ovat olleet erilaiset kuin esillä olevassa tutkimuksessa käytetyt. Myös Jalavalla ja Lehonkoskella luokitusperusteet ovat olleet hieman nyt käytetyistä poikkeavat, mutta vertailu niihin voidaan kuitenkin suorittaa.

[1]) On laskettu kaikkien neljän erän kuutiomäärällä punnitut keskiarvot.

Vertailussa havaitaan ensinnäkin Jalavan ja Lehonkosken saaneen III luokan osuuden huomattavasti suuremmaksi kuin esillä olevassa tutkimuksessa. Kun heidän lukunsa tarkoittavat vaneritehtaiden raaka-aineen keskiarvoja, sisältyy III luokkaan varmasti paljon myös sitä huonompia pölkkyjä. Muutoin ei heidän käyttämällään perusteella ole voitu saada III luokan osuutta niin suureksi. Tosiasia onkin, että vaneritehtaiden käyttämistä puista suuri osa ei täytä edes III laatuluokan vaatimuksia. Tämän IV luokan osuus lienee vähintäin 10—15 % koko raaka-ainemäärästä, ja se sisältyy sekä Lehonkosken että Jalavan ilmoittamiin III luokan osuuksiin. Lehonkosken kirjoitus on kuitenkin propagandaluontoinen, joten hänen luvuissaan saattaa olla tiettyä tendenssiä. Myös Sarvaksen ja Koivukeskuksen neljän tutkimuserän III luokan osuus on jonkin verran suurempi kuin tässä tutkimuksessa.

Kaikissa esitetyissä lukusarjoissa on lisäksi erona esillä olevan tutkimuksen tuloksiin verrattuna suuri I laatuluokan osuus. Jalavan luvut tarkoittavat tosin aikaa ennen sotaa, jolloin koivujen laatu on ollut parempi kuin nykyisin (esim. Lehonkoski 1949, Heiskanen 1951 a). Lehonkosken luvut ovat lähinnä käsillä olevan tutkimuksen antamia, johon on voinut vaikuttaa sekin, että hän kirjoituksessaan pyrkii kuvaamaan vanerikoivujemme laadun hyvin huonoksi.

Sarvaksen ja Koivukeskuksen luvut ovat keskiarvoja vain muutamista metsistä, joten voidaan olettaa näiden metsien olleen erikoisen hyvälaatuisia, kun I laatuluokan osuus niissä on korkea. Toisaalta tuntuu kuitenkin siltä, että he ovat tulkinneet ohjeet lievemmin kuin tässä tutkimuksessa on tehty, sillä yhdessäkään tämän tutkimuksen näytemetsikössä I laatuluokan osuus ei noussut yli 15 %:n. Ilvessalon ilmoittama I luokan osuus on myös huomattavasti korkeampi kuin tässä tutkimuksessa saatu. Kun esillä olevaa työtä suoritettaessa koetettiin hyvin tarkkaan tutkia kaikki puussa esiintyvät viat, paljon tarkemmin kuin käytännön luokituksissa voidaan tehdä ja aivan kirjaimellisesti noudattaa annettuja ohjeita, on päädyttävä siihen, että Sarvas ja Koivukeskuksen tutkijat sekä Ilvessalon arviomiehet ovat poikenneet ohjeista tulkitsemalla niitä liian lievästi. Siihen onkin vaara olemassa, kun vaatimukset ovat niin ankarat kuin I laatuluokan kohdalla vanerikoivujen laatuluokitusohjeissa. Sama seikka on havaittu sekä Vuoriston että metsäntutkimuslaitoksen ja valtion teknillisen tutkimuslaitoksen mäntysahatukkien laatuluokitusohjeiden käyttöä tutkittaessa (Heiskanen 1951 c, 1954). Näyttää siis siltä, että käytännön laatuluokituksissa ei pystytä ottamaan kaikkia vikoja huomioon yhtä tarkoin kuin teoreettisissa tutkimuksissa.

Päätelmänä vertailusta voidaan kaikesta huolimatta sanoa, että I laatuluokka on nykyisten ohjeiden mukaisena niin pieni, ettei sillä ole lainkaan

käytännöllistä merkitystä. Kun se vielä todennäköisesti usein arvioidaan liian suureksi, olisi luokitusmääräykset tältä kohdalta koetettava uusia. Helpotuksia I laatuluokkaan voitaisiin hyvin tehdä mm. soikeuden ja lenkouden kohdalla.

4465. *Laatuluokkaan vaikuttavat vikaisuudet*

Koivujen laatua ja vikaisuuksia tutkittaessa on kiinnitetty huomio myös erilaisten vikaisuuksien merkitykseen laatuluokkaa alentavina tekijöinä. Näiden tietojen avulla voidaan mm. saada perusta laatuluokituksen uudistamiselle, mikä, kuten edellä on mainittu, näyttää tarpeelliselta. Taulukoissa 28 ja 29 on esitetty eri vikojen osuus laatuluokkaa alentavina tekijöinä erikseen kovilla mailla ja soilla.

Pölkkyjä II laatuluokkaan alentaneista vioista ovat oksankyhmyt tärkeimpiä kaikissa läpimittaluokissa. Myös lenkous ja mutkaisuus ovat vieneet puita melko usein II laatuluokkaan. Oksaisuus esiintyy varsin harvoin laadun alentajana II luokan ollessa kysymyksessä. Se onkin hyvin ymmärrettävissä, sillä, jos oksia puussa esiintyy, ne ovat latvuksen alapuolella kuivia tai monesti lahoja, joita kumpiakin sallitaan hyvin vähän ja läpimitaltaan pieniä II laatuluokassa. Latvuksessa oksia onkin miltei poikkeuksetta liian paljon II luokkaan. Läpimitta esiintyy laatua alentavana tekijänä vain pienimmissä läpimittaluokissa. Kysymyksessä ovat silloin hyvin karsiutuneet, allejääneet puut, jotka eivät ole täyttäneet 8″ läpimittaa ja sen takia joutuneet pois I laatuluokasta.

Soikeus on alentanut varsin harvoin vaneripuun laatua, keskimäärin n. 0.5 %:ssa tapauksista. Tuoheama esiintyy vain kerran puuta II laatuluokkaan alentavana vikana. Oikeastaan tuoheamia sallitaan ohjeiden mukaan vain III luokassa, mutta k. o. tapaus oli erittäin hyvälaatuinen puu, jossa oli vain muutaman sentin levyinen hyvin vanhalta näyttävä tuoheama. Katsottiin ohjeiden hengen vastaiseksi viedä se III laatuluokkaan.

III laatuluokassa oksaisuus on tärkein laatua alentavista tekijöistä. Poikkeuksen tekevät vain pienimmät läpimittaluokat, joissa läpimitan pienuus on vienyt puut III luokkaan. Myös lenkouden ja mutkien osuus on suuri, mutta pienenee kuitenkin puiden läpimitan kasvaessa. Oksankyhmyjä on myös esiintynyt laatua alentavina tekijöinä, vaikka ohjeiden mukaan oksankyhmyt ovat III luokassa sallittuja. Kun kuitenkin on todettu, että suurien kyhmyjen alla on aina laho-oksia, vietiin niitä sisältävät puut III laatuluokkaan, johon ne asiallisesti ottaen kuuluvat.

Kasvupaikkojen välillä vallitsee suunnilleen samanlainen ero kummassakin tarkasteltavana olevassa laatuluokassa. Kovilla mailla oksankyhmyjen ja oksaisuuden osuudet ovat laatuluokkaa alentavina tekijöinä sel-

Taulukko 28. Vaneripuuta II laatuluokkaan alentaneiden vikojen osuudet.

Table 28. Percentages of the defects degrading veneer wood into grade II.

$D_{1.3}$, cm *DBH, cm*	Oksaisuus *Knots*	Oksankyhmyt *Knot bumps*	Lenkous ja mutkat *Sweep and crooks*	Korot ja haavat *Scars and wounds*	Soikeus *Ovalness*	Läpimitta *Diameter*
	% — *per cent*					
	Kovat maat — *Firm lands*					
15—18	4	23	5	—	4	64
19—22	9	68	17	2	·	4
23—26	15	66	19	·	·	—
27—30	12	64	21	2	1	—
> 31	9	75	16	—	—	—
	Suot — *Swamps*					
15—18	—	76	6	—	—	18
19—22	7	55	21	—	—	17
23—26	3	44	50	3	—	—
27—30	10	50	30	10	—	—
> 31	25	50	25	—	—	—
	Yhteensä — *Total*					
15—18	2	55	5	—	2	36
19—22	9	66	17	1	·	7
23—26	14	64	21	1	·	—
27—30	12	64	21	2	1	—
> 31	10	74	16	—	—	—

Taulukko 29. Vaneripuuta III laatuluokkaan alentaneiden vikojen osuudet.

Table 29. Percentages of the defects degrading veneer wood into grade III.

$D_{1.3}$, cm DBH. cm	Oksaisuus *Knots*	Oksankyhmyt *Knot bumps*	Lenkous ja mutkat *Sweep and crooks*	Korot ja haavat *Scars and wounds*	Soikeus *Ovalness*	Läpimitta *Diameter*
	% — *per cent*					
	Kovat maat — *Firm lands*					
15—18	6	8	14	2	—	70
19—22	31	9	21	4	·	35
23—26	64	5	18	5	—	8
27—30	75	9	10	6	—	—
> 31	83	—	6	11	—	—
	Suot — *Swamps*					
15—18	11	8	14	2	1	64
19—22	24	12	28	5	—	31
23—26	48	7	45	—	—	—
27—30	33	17	50	—	—	—
> 31	..	..	..	..	..	..
	Yhteensä — *Total*					
15—18	7	8	14	2	·	69
19—22	29	10	23	4	·	34
23—26	63	5	21	4	—	7
27—30	74	9	11	6	—	—
> 31	83	—	6	11	—	—

västi suuremmat kuin soilla. Suokoivujen laatuluokkaa on lenkous ja mutkaisuus alentanut huomattavasti useammin kuin kovilla mailla kasvavien koivujen. Myös tämä seikka, kuten monet muutkin edellä käsitellyt säännönmukaisuudet, osoittaa, että soilla kasvavat koivut ovat mutkaisempia ja niissä olevat mutkat alentavat puiden käyttöarvoa huomattavasti enemmän kuin kovilla mailla.

Tämä havainto sopii myös hieskoivuun kaikilla kasvupaikoilla. Aineistoa tutkittaessa huomattiin aivan ilmeinen ero raudus- ja hieskoivun välillä. Sekä kovilla mailla että soilla hieskoivuissa oli mutkien merkitys laatuluokkaa alentavana vikana suurempi kuin rauduskoivuissa.

Sekä tyveyksien, leikkojen ja raakkien aiheuttajien (ss. 56—59) että laatuluokkaa alentaneiden vikaisuuksien tutkimus osoittaa hieskoivun olevan runkomuodoltaan siis selvästi huonomman kuin rauduskoivun. Samaan tulokseen ovat tulleet myös Olofsson (1953), Kujala (1946), Lindquist (1946, 1947) ja Sarvas (1951). Samoin voidaan havaita, että puut ovat soilla yleensäkin mutkaisempia kuin kovilla mailla. Kovia maita tarkasteltaessa taas havaitaan, että koivun runko on suorin käenkaalimustikkatyypissä.

Arvosteltaessa eri vikoja vaneripuun laatua alentavina tekijöinä on oksaisuutta pidettävä itse asiassa niistä vähiten vahingollisena. Tarkoituksenmukaisin hoito- ja kasvatustoimenpitein voidaan oksaisuuden laatua alentavaa vaikutusta näet vähentää. Tällaisena toimenpiteenä tullee kysymykseen tietyin edellytyksin keinollinen karsiminen. Sitä suositellaankin meillä hyvin usein välttämättömänä koivikoiden kasvatusmenetelmänä (esim. Laitakari 1935 a, Lappi-Seppälä 1933 b, 1934, Heikinheimo 1935, 1936, Jalava 1949). Kun kovilla mailla oksaisuus on yleisin koivun vikaisuus, voidaan siis kovien maiden koivujen ja rauduskoivujen laatua yleensäkin parantaa karsinnalla enemmän kuin suolla kasvavien koivujen ja yleensä hieskoivujen laatua. Ei sen sijaan liene toimenpidettä, jolla mutkaisuus saataisiin ratkaisevasti vähenemään.

447. Puutavaralajijakaantuma

Vaneripuu on ehdottomasti tärkein koivusta saatava kaupallinen puutavaralaji, mutta se ei suinkaan ole ainoa koivun käyttömuoto. Määrällisesti suurin koivun hakkuumäärä lankeaa vielä nykyisin polttopuun osalle. Lisäksi koivua käytetään moniin vähäisempiin teollisiin tarkoituksiin. Niistä on mainittava ensi sijassa selluloosateollisuus, joka Suomessakin on alkanut yhä enemmän ja enemmän käyttää koivupaperipuuta raaka-aineena. Muut käyttömuodot, rullapuu, koivupropsi, suksipuu, sahapuu yms. ovat merkitykseltään niin vähäisiä, ettei niitä tarvitse ottaa huomioon koivusta saatavien puutavaralajien jakaantumaa selvitettäessä.

Koivujen käyttöosan jakaantuminen eri puutavaralajien, vaneripuun, polttopuun ja paperipuun kesken voidaan saada selville vain kaadettujen koepuiden mittauksen avulla. Pystyarviointi on tämän kysymyksen selvittämisessä niin epävarma menetelmä, ettei sen antamiin tuloksiin voida luottaa. Taulukossa 30 on esitetty eri läpimittaluokkien puiden jakaantuminen kaadettujen koepuiden mittausten mukaisesti vaneripuun, paperipuun ja polttopuun osalle erikseen läpimitan mukaan ja erikseen laatuvaatimukset huomioon ottaen.

Taulukosta 30 ilmenee useita säännönmukaisuuksia. Tarkasteltaessa ensinnäkin koon mukaisia puutavaralajijakaantumia, s. o. oletettaessa puut täysin virheettömiksi, havaitaan, että korkeampiarvoisten puutavaralajien määrä kasvaa puun läpimitan kasvaessa. Paperipuun määrä on maksimissaan jo luokassa 15—19 cm ja pienenee sen jälkeen. Polttopuun määrä sen sijaan pienenee jatkuvasti. Samanlainen suhde on nähtävissä sekä kovilla mailla että soilla.

Taulukko 30. Eri puutavaralajien määrä rinnankorkeusläpimittaluokittain eri kasvupaikoilla.

Table 30. The amount of different assortments per DBH classes on different sites.

Puutavaralaji *Assortment*	$D_{1.3}$-luokka, cm — DBH-class, cm							
	< 9	10—14	15—19	> 20	< 9	10—14	15—19	> 20
	Koon mukaan *According to size*				Todellisuudessa *In reality*			
	dm^3/runko *dm^3/stem*							
	Kovat maat — *Firm lands*							
Vaneripuu — *Veneerwood*	—	—	669	2 297	—	—	392	1 462
Paperipuu — *Pulpwood*	111	687	1 144	808	83	612	1 124	978
Polttopuu — *Fuelwood*	152	127	92	57	175	171	256	559
Raakki — *Cull*	—	—	—	—	6	31	133	165
	Suot — *Swamps*							
Vaneripuu — *Veneerwood*	—	—	783	2 779	—	—	399	1 162
Paperipuu — *Pulpwood*	108	628	854	641	94	548	905	1 390
Polttopuu — *Fuelwood*	142	102	95	73	149	148	274	586
Raakki — *Cull*	—	—	—	—	7	36	154	355

Mielenkiintoisinta on kuitenkin tutkia todellisia puutavaralajijakaantumia, joita määritettäessä myös laatuvaatimukset on otettu huomioon. Niissäkin nähdään parempien, arvokkaampien puutavaralajien lisääntyvän läpimitan suuretessa. Lisääntyminen ei kuitenkaan ole yhtä jyrkkää ja nopeaa kuin koonmukaisten suhteiden ollessa kyseessä. Havaitaan näet, että myös polttopuun määrä lisääntyy puun läpimitan suuretessa. Varsin selvänä ilmenee, että erilaisten vikaisuuksien vuoksi on parhaan, arvok-

kaimman puutavaralajin määrä aina pienempi kuin koonmukaisessa jakaantumassa. Läpimittaluokissa < 9 cm ja 10—14 cm todellinen paperipuun määrä vain seuraavat prosentit siitä, mitä läpimitan mukaan olisi pitänyt saada:

	< 9 cm	10—14 cm
Kovat maat — *Firm lands*	74.7 %	89.1 %
Suot — *Swamps*	87.4 %	87.3 %

Läpimittaluokissa 15—19 cm ja > 20 cm ovat vastaavat vaneripuun määrää kuvaavat luvut:

	15—19 cm	> 20 cm
Kovat maat — *Firm lands*	58.5 %	63.7 %
Suot — *Swamps*	51.0 %	41.8 %

Luvuissa kiinnittää ensinnäkin huomiota se seikka, että vaneripuuksi kelpaa todella vain 40—60 % sen kokovaatimukset täyttävästä puusta. Varsinaisissa vaneripuututkimuksissa vaneripuun osuus koko 6″ täyttävän osan pituudesta (myös oksainen latva mukaanluettuna) oli kovilla mailla eri ikäluokissa 72.6—80.6 % ja soilla 65.1—80.8 %. Keskimääräiset sadannekset olivat vastaavasti: 76.4 ja 70.9, siis huomattavasti suuremmat kuin kaadettujen näytepuiden mittausten osoittamat luvut. Syynä tähän eroon ovat suurimmaksi osaksi sisäviat, jotka ovat alentaneet päältäpäin vaneripuuksi kelpaavan näköistä puuta paperipuuksi, polttopuuksi tai kaupalliseen tarkoitukseen kokonaan kelpaamattomaksi raakiksi.

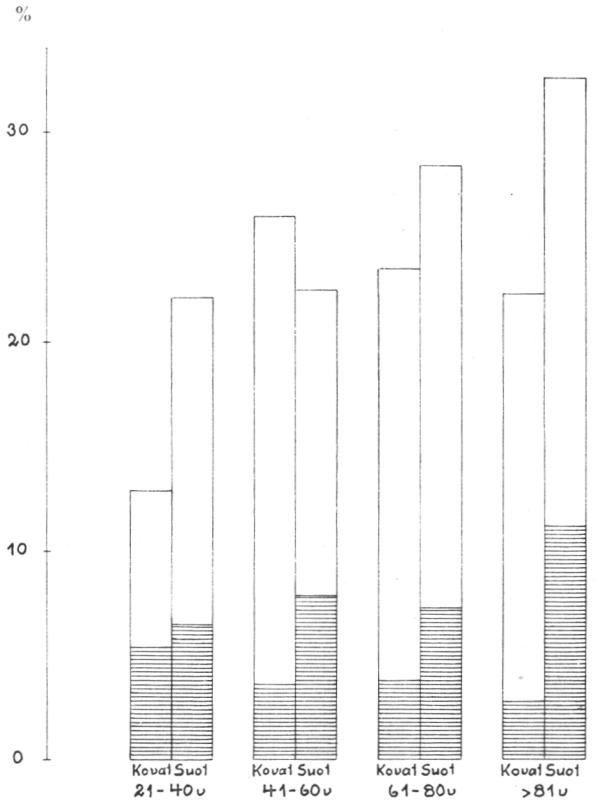
Vertailun vuoksi mainittakoon, että S a l o (1954, 1955) ilmoittaa 71 % vaneripuun kokoisesta puusta olevan vaneripuuksi kelpaavaa.

Vielä kiinnittää taulukossa huomiota se seikka, että osa puusta joutuu kaikkiin kaupallisiin tarkoituksiin kelpaamattomaksi vikaisuuksien vuoksi. Sen määrä m^3:nä ja osuus prosentteina lisääntyy läpimitan kasvaessa.

Läpimitan vaikutus näyttää siis hyvin selvältä, mutta kysymys onkin oikeastaan ikäluokan vaikutuksesta. Lahoviat jotka aiheuttavat, tällaisia laadun alentumisia, ovat nimittäin yleisimpiä vanhoissa ikäluokissa, kuten edellä esitettiin. Piirroksesta 9 ilmeneekin, että sekä laadultaan alentuneen puun että kokonaan kaupallisiin tarkoituksiin kelpaamattoman puun osuus lisääntyy suuresti puiden vanhetessa, mikä onkin hyvin luonnollista.

Soilla kasvaneista, ennen ojitusta syntyneistä puista eri vikaisuudet alentavat puutavaran laatua paljon enemmän kuin kovilla mailla. Myös kokonaan kaupallisiin tarkoituksiin kelpaamatonta puuta on soilla enemmän kuin kovilla mailla.

Voidaankin lopuksi todeta, että samankokoisista puista ovat kovilla mailla kasvavat arvokkaampia, koska niistä saadaan korkeampihintaisia puutavaralajeja. Hinnaneroista ei kuitenkaan voida tehdä laskelmia, sillä



Piirros 9. Laadultaan alentuneen ja kaupallisiin tarkoituksiin kelpaamattoman puun osuus ikäluokittain. (Valkoinen = laadultaan alentunutta puuta; viivoitettu = kaupallisiin tarkoituksiin kelpaamatonta).

Diagram 9. Percentage, per age classes, of degraded wood and wood unusable for commercial purposes. (Not lined = degraded; lined = unusable; kovat = firms, suot = swamps).

eri puutavaralajien kantohintojen välinen suhde ei ole vakio (esim. S a l o 1954), ja lisäksi koivupaperipuun hintataso on vielä hyvin vakiintumaton. Erot arvoissa eri kasvupaikkojen välillä ovat joka tapauksessa huomion arvoiset.

45. Yhdistelmä

Esillä olevassa tutkimuksessa on tarkasteltu koivujen laatua ja vikaisuuksia etelä-Suomen hakkuilla käsitellyissä käenkaalimustikka- ja mustikkatyypin koivikoissa ja ojitettujen soiden suurimmaksi osaksi ennen ojitusta syntyneissä koivikoissa 169 eri metsikössä tehtyjen mittausten perusteella.

Hies- ja rauduskoivun vertailu on osoittanut seuraavat erot niiden välillä:

Rauduskoivun läpimitta on kaikilla kasvupaikoilla selvästi suurempi kuin samanikäisen hieskoivun.

Rauduskoivun osuus on suurin vallitsevissa latvuskerroksissa ja pienenee alempiin kerroksiin mentäessä.

Rauduskoivu on yleensä pitempi, sen latvus on lyhyempi ja oksaton osa pitempi kuin samaan läpimittaluokkaan kuuluvalla hieskoivulla. Erot ovat selvimmät mustikkatyypin mailla, ja soilla ne havaitaan tällaisina vain suurissa läpimittaluokissa.

Rauduskoivun oksat ovat mustikkatyypin mailla paksumpia, mutta käenkaalimustikkatyypin mailla ja varsinkin ojitetuilla soilla ohuempia kuin samaan latvuskerrokseen kuuluvien yhtä suurten hieskoivujen oksat.

Rauduskoivussa esiintyy vähemmän laho-oksia kuin hieskoivussa.

Rauduskoivussa esiintyy vähemmän pystyoksia, mutta enemmän varsinaisia haaroja kuin hieskoivussa.

Rauduskoivun runko on suorempi kuin hieskoivun.

Ainakin soilla kasvavat rauduskoivut ovat vähemmän ja lievemmin lahovikaisia kuin hieskoivut.

Rauduskoivuista, jotka täyttävät vaneripuun mitat, on suurempi osa vaneripuuksi kelpaavia kuin hieskoivuista.

Raudusvaneripuiden kuutiomäärä on kaikissa ikäluokissa ja kasvupaikoilla suurempi kuin hieskoivujen.

Rauduskoivuista saatava vaneripuu on myös soilla laadultaan parempaa kuin hieskoivuista saatava.

Eri kasvupaikkojen vertailu on taas osoittanut seuraavat erot niillä kasvavien koivujen ominaisuuksissa ja laadussa. Soiden osalta tulokset kuvaavat nykyisten, ennen ojitusta syntyneiden puiden ominaisuuksia.

Kovilla mailla koivut ovat kaikissa ikäluokissa keskimäärin suurempia kuin ojitetuilla soilla, sekä läpimitaltaan että pituudeltaan.

Oksaton osa on myös sekä absoluuttisesti että suhteellisesti pisin kovilla mailla.

Laho-oksia näyttää esiintyvän kovien maiden koivuissa vähemmän kuin soilla kasvavissa koivuissa.

Mutkat ovat soilla vaikutukseltaan pahempia kuin kovilla mailla.

Lahovikaisten koivujen osuus runkoluvusta ja lahovikojen vertikaalinen ulottuvuus on kovilla mailla pienempi kuin ojitetuilla soilla, mutta erot ovat varsin vähäiset.

Soilla kasvavista vaneripuun mitat täyttävistä puista vähemmän on kokonaan vaneripuiksi kelpaavia ja enemmän täysin kelpaamattomia puita kuin kovilla mailla. Täysin kelpaavien osuus on kovilla mailla n. 70 % ja soilla alle 60 % runkoluvusta.

Soilla kasvavien vaneripuiden laatu on keskimäärin heikompi kuin kovien maiden. Se johtuu osittain hieskoivujen runsaudesta soilla. Parhaiden suometsiköiden keskimääräinen laatu on kuitenkin miltei yhtä hyvä kuin parhaiden kovien maiden metsiköiden.

Kovien maiden kasvupaikkojen vertailu osoittaa käenkaalimustikkatyypin parhaaksi hyvälaatuisten, teollisuuden raaka-aineeksi sopivien koivujen kasvupaikaksi.

Kirjallisuutta

Aaltonen, V. T. 1934. Metsänhoito-opin alkeet. Porvoo—Helsinki.

Appelroth, E. 1946. Om björken och dess skötsel i Finland intill senaste världskrig. NST. ss. 331—336.

—»— 1949. Koivun kasvattamisesta. MA. ss. 14—16.

Arnborg, T. 1949. Björken. Svenska Skogsvårdföreningens Folkskrift, ser. II nr. 1. Stockholm.

Aro, Paavo. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käyttöpuun ja hakkuutähteiden määrään. MTJ. 20. 4.

—»— 1936. Aikatutkimuksia koivuhalkojen teosta. MTJ. 23. 4.

Barth, A. 1949. Bjørka. Oslo.

Borg, Arvid. 1926. Koivu ja sen merkitys nykyhetken metsätaloudessa. Helsinki.

Børset, O. 1938. Våre bjørkearters systematikk. Tidskrift for Skogbruk. ss. 3—15.

Cronström, Eric. 1936. Gråbjörken. FT. ss. 47—49.

Dahlbeck, N. 1937. Olika stamtyper hos den svenska björken. Skogen. ss. 423—425.

Hartikkala, L. A. ja Savola, U. E. 1934. Faneeriteollisuus. Puu, sen käyttö ja jalostus II. ss. 227—264. Helsinki.

Hedemann-Gade, E. 1941. Ökad björkproduktion — en beredskapsåtgärd. Skogen. ss. 153—156.

Heikinheimo, Olli. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. AFF. 4.

—»— 1917. Metsien uudistaminen vesojen avulla. Tapio. ss. 33—38, 73—78.

—»— 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. MTJ. 3.

—»— 1930. Kaatoajan vaikutus lehtipuiden vesojen syntyyn ja kasvuun. Tapio. ss. 113—117.

—»— 1935. Metsäpuiden karsimisesta. SMY:n vuosikirja V. ss. 73—85.

—»— 1936. Puiden karsimisesta. MA. ss. 153—154.

—»— 1953. Puun rungon luontaisesta karsiutumisesta. MTJ. 41. 5.

Heikurainen, Leo. 1955. Ojitusalueiden metsänhoitoa II. Metsälehti. n:o 44.

Heiskanen, Veijo. 1951 a. Sahatukkien laatuluokittelulla saavutettavista eduista. SF. 69. ss. 86—91.

—»— 1951 b. Vanerikoivuleimikon kuutiomäärän arviointi. Moniste.

—»— 1951 c. Mäntysahatukkien laatuarvioinnin tarkkuudesta. SF. 69. ss. 104—112.

—»— 1954. Tutkimuksia mäntytukkipuiden laatuluokitustavoista. MTJ. 44. 1.

Helander, A. Benj. 1922. Metsänkäyttöoppi. Porvoo.

Huida, W. R. 1950. Vaneriteollisuus. Metsäteknologia. ss. 270—278. Helsinki.

Ilvessalo, Lauri. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. AFF. 34. 38.

Ilvessalo, Yrjö. 1956 a. Suomen metsävarat. Metsäkäsikirja I. ss. 87—107.

—»— 1956 b. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. MTJ. 47. 1.

Jalava, Matti. 1938. Vanerikoivujen arvosuhteista. Puuteknillinen tutkimuslaitos. Puun hankinta- ja kuljetusosasto. Tiedoitus. VT. 8.
—»— 1943. Vanerikoivujen laatuluokittelusta. MA. ss. 131—136.
—»— 1949. Laatupuiden kasvattamisesta. MA. ss. 35—36.
—»— 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Porvoo—Helsinki.
Jensen, Valdemar. 1951. Björk ur teknisk och kemisk synpunkt. Svensk Papperstidning. ss. 739—745.
Jensen, Valdemar och Bruun, Carl-Erik. 1954. Björk som råmaterial för massaframställning. Paperi ja Puu. ss. 321—322, 324.
Kalela, Erkki K. 1945. Metsät ja metsien hoito. Porvoo—Helsinki.
—»— 1950. Arviokoivikoita kasvattamaan. Helsinki.
Kangas, Esko. 1935. Die Braunfleckigkeit des Birkenholzes und ihr Uhrheber Dendromyza (Bizygomyza) Betulae N. Sp. MTJ. 22. 1.
Kujala, Viljo, 1935. Kuusen syöpätaudista Korpikylän hoitoalueella. MA. ss. 208—213.
—»— 1946. Koivututkimuksia. MTJ. 34. 1. Helsinki.
Laitakari, Erkki. 1935 a. Laatupuun kasvattamisesta. SF 39. ss. 259—270.
—»— 1935 b. Tutkimuksia metsikön ja kasvupaikan vaikutuksesta kuusen rungon kelpoisuuteen. Edeltävä tiedonanto. AFF. 41. 4.
Landbeck, H. 1956. Die Birke, ein forstliches Unkraut? Forst u. Jagd. ss. 81—83.
Lappi--Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichartiger Mischbestände aus Kiefer und Birke. MTJ. 15. Helsinki.
—»— 1933 a. Faneeritukin käyttöarvoon vaikuttavista vikanaisuuksista ja virheettömän faneripuun kasvattamisesta. Suomen Puu. ss. 82—83.
—»— 1933 b. Koivuarvopuun kasvattamisesta. YMY:n vuosikirja VI. ss. 27—29.
—»— 1934. Om produktion av kvalitetsbjörk. Skogen. ss. 3—5.
Lehonkoski, N. A. 1937. Koivu faneeriteollisuuden raaka-aineena. YMY:n vuosikirja. X. ss. 75—84.
—»— 1939. Tunnetko koivikkosi. Helsinki.
—»— 1949. Vanerikoivujemme nykyinen laatu. MA. ss. 16—18.
—»— 1950. Koivikkojemme nykyinen tila. Kannattaako valiokoivua kasvattaa. Tampere.
Lindfors, Jarl. 1930. Vackra bestånd på torvmark. YMY:n vuosikirja. III. ss. 129—141.
Lindquist, B. 1946. Den skogliga rasforskningen och praktiken Stockholm.
—»— 1947. On the variation in Scandinavian Betula verrucosa Ehrh. with some notes on the Betula series verrucosae Sukacz. Svensk Botanisk Tidskrift Bd. 41.
Lukkala, O. J. 1939. Metsänojituksen oppikirja. Helsinki.
—»— 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. MTJ. 34. 3.
Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltiger naturnormaler Kiefernvestände basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. AFF. 30. 1.
Mattsson-Mårn, L. 1931. Bedömningsfelen vid höjd- och toppskottsmätning. SST. ss. 97—119.
Mikola, Peitsa. 1942. Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. AFF. 50. 3.
Ollinmaa, Paavo. 1955. Koivun vetopuun anatomisesta rakenteesta ja ominaisuuksista. AFF. 64. 3.
Olofsson, Åke. 1953. Om de svenska björkartenas morfologiska variation och skogliga värde. Svensk Papperstidning. ss. 785—798, 818—839.
Pfeil, W. 1860. Die deutsche Holzzucht. Leipzig.

Rinne, V. J. 1944. Puuviilun ja vanerin valmistus. Kouvola.
Ronkanen, A. J. 1949. Vaneripuurunkojen apteeraus, MA. ss. 27—29.
—»— 1950. Saha- ja vaneripuurunkojen apteeraus. Metsäteknologia. ss. 402—420. Helsinki.
Rummukainen, Ukko. 1954. Über das Auftreten des grossen Birkensplintkäfers, Scolytus Ratzeburgii Jans., in den Schneeschadengebieten des Winters 1947—48 in Nord-Karelien. MTJ. 44. 3.
Salo, E. 1954. Puiden teknillinen vikaisuus ja sen vaikutus puuston arvoon. AFF. 61. 24.
—»— 1955. Puuston teknillinen vikaisuus ja sen vaikutus puustosta saatavien eri puutavaralajien määrään. MA. ss. 412—414.
Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. MTJ. 33. 1.
—»— 1949. Puumaiset koivulajimme. MA. ss. 9—13.
—»— 1951. Raudusko vai hies vanerikoivuna parempi? MA. ss. 51—53.
Skadsheim, Magne. 1953. Instrumenter for måling av trehøyder. Tidskrift for Skogbruk. ss. 290—296.
Tikka, P. S. 1935. Puiden vikanaisuuksista Pohjois-Suomen metsissä. AFF. 41. 1. Helsinki.
—»— 1938. Puiden vikanaisuuksien vaikutuksesta hakkuutulokseen Perä-Pohjolan havumetsissä. AFF. 46. 5.
—»— 1939. Perä-Pohjolan koivikoiden laadusta. AFF. 57. 4.
—»— 1955. Haapametsiköiden rakenteesta ja laadusta. II. Laatu. MTJ. 45. 3.
Vuoristo, I. 1933. Sahateollisuuden työtehotutkimuksia. III. Tukkien teko ja ajo Perä-Pohjolan mäntymetsissä. Puutekn. tutk. kann. yhd. julk. n:o 10.

KÄYTETYT LYHENNYKSET

AFF = Acta Forestalia Fennica
FT = Forstlig Tidskrift
MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti
MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja — *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*
NST = Norrlands Skogvårdsförbunds Tidskrift
SF = Silva Fennica
SMY = Suomen Metsäyhdistys
SST = Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift
YMY = Yksityismetsänhoitajayhdistys

QUALITY OF THE COMMON BIRCH AND THE WHITE BIRCH ON DIFFERENT SITES

Summary.

1. Introduction

In the literature published in Finland on forestry the poor quality of birch and its continual deterioration in grade has been pointed out repeatedly and amendment of the situation has been considered urgent. The problem has not been thoroughly dealt with through research, however, as regards conditions in southern Finland. It is the object of the present sudy to bring clearness into the interdependences pertaining to quality and defects of birch in tended-to (treated by cutting) birch stands in southern Finland. In this respect the main items of this study are.

1. The effect of site on the quality and defects of birches. Main attention will be paid to differences between firm lands and drained peatlands.

2. The differences between the white birch (*Betula pubescens*) and the common (silver) birch (*B. verrucosa*) as regards quality.

In order to make these things clear the study will include an investigation of the size, height, and diameter of the trees, the frequency, size, and quality of knots, technical defects, such as sweep, crookedness, various surface defects, etc., and the unfitness, in consequence of these, of the wood for commercial purposes, the distribution of trees into different assortments, and the quantity and grade of veneer wood. Investigations will be made also of the effect of varous defects on the quality of veneer wood and the quality of birch in general.

2. Existing literature

The review on the literature contains a brief account of the most important literature dealing with or touching the quality and technical defects of birch.

Of the actual studies on the quality and defects of birch should be mentioned, in the first place, the studies of Tikka (1935, 1949) of the birch stands of the Far North and the extensive study by Olofsson (1953) in Sweden.

Differences in quality of the white birch and the common birch have been studied or presented from various angles by, among others, Kujala (1946), Sarvas (1949, 1951), Olofsson (1953), and Jensen and Bruun (1954). As a rule, all of them have found the common birch more profitable than the white birch from the economic point of view.

When comparing birches originated, on the one hand, of sprout and, on the other, of seed, scientists have found differences in quality in favour of those originated of seed (Heikinheimo 1917, Mikola 1942, among others).

The quality of peatland birches has not been dealt with in studies, so far as is known, but the best swamps are mentioned in the writings as suitable sites for the birch.

The most widely dealt-with aspect in the literature on birch quality is the quality of veneer birches. Numerous instructive writings of different kind have been written on this subject, but their scientific value, however, is often questionable. In studies, the question has been dealt with by Jalava (1938) and Koivukeskus.

3. Method of study

31. Choice of sample stands.

The aim was to choose as sample stands pure birch stands that had been treated since their seedling stage by as rational and intensive measures as possible. Such stands, however, proved impossible to find among older age classes. The requirement had to be reduced. The minimum requirement, however, has been that the original dominant tree stand in the stands to be studied should yet be stand-formative.

On average, the sample plots on drained peatlands made the impression of being better tended to than the sample plots on firm lands. Consequently, the results of the study do not represent the optimum, but primarily average conditions.

The distribution of the sample plots on to different forest types and different parts of the country is shown in Table 1.

32. Measurements in sample stands.

A suitable stand found, the most representative spot therein was located, in which the first 20 to 25 trees encountered were measured and studied in other respects. When the question is not about a study of the structure or development of stands, this method is very convenient, being inexpensive and speedy. From each sample plot, in addition, some sample trees were felled for a closer analysis.

The following methods were used in measuring standing sample trees: The DBH and the diameter at the height of 6.0 metres were measured. The height was estimated by means of the Blume-Leiss device. The lower limit of the crown and the length of the branchless part were measured in the same way, or with a measuring stick. The diameter of the biggest branch was estimated ocularly. Furthermore, the crown layer and the tree class of each tree were determined on the basis of the tree classification of L. Ilvessalo (1929). All defects found in the trees were recorded.

Species of birch were classified into the common birch (*Betula verrucosa*) and the white birch (*Betula pubescens*) by means of the distinguishing marks presented by Sarvas (1949).

As regards the sample trees which contained at least $6' \times 6'$ of timber that met the veneer wood measures the following additional estimates were made:

1. The timber fulfilling the measures set for veneer wood
2. Possible butt-offs and cuts
3. Top part fulfilling the measures set for veneer wood, but too knotty
4. Actual veneer wood.

As to butt-offs and cut-offs, their causes were recorded. The actual veneer wood was distributed into grades according to the rules presented in Table 2. In addition, all defects that had degraded the wood to Grade II or III were recorded.

Table 2. The grading rules of veneer birches according to Koivukeskus.

Specification	Grade I	Grade II	Grade III
Diameter of bolt at top, outside bark, not less than	8″	7″	6″
	Maximum amount of defects		
Branches (knots) within 6 ft.			
— green	None	5 ; 1″ each	7 ; 2″ each. Not in verticil of branches.
or alternatively			
— either dead	None	2 ; 3/4″ each	2 ; 1½″ each
— or rotten	None	None	2 ; 1″ each
Sweep within 6 ft. of the shortest diameter	5 %	10 %	20 %
Ovalness as the difference of the greatest and the shortest diameter measured at the same point of measurement, counted from the shortest one	10 %	15 %	20 %
Knot bumps	None	Allowed	Allowed
Hard-bottomed scars, cankers, etc.	None	On one side ½″ deep	On one side 1″ deep
Birchbark peeling defects	None	None	3′ long
Soft rot	None	None	None
Straight shakes	None	None	Allowed
Defect of colour	Hard, coloured wood in the centre of cross-section is allowed to such an extent only that it does not extend from the central point in any direction for more than 1/3 of the radius, not including the bark.		

As regards the sample trees intended for cutting the same estimates were made before felling as in the case of standing trees, and the results were checked up after felling. Thereafter a kind of stem analysis was made, by means of which the percentage of each assortment and inner defects were established.

The quality requirements for the different assortments were as follows: As veneer wood was accepted all timber that met the requirements of Grade III (Table 2). Soft rot was not allowed at all and firm rot up to one-third of the radius at the most. The minimum measures for pulpwood were 1 m × 8 cm. The timber had to be comparatively straight; very big knots and soft rot were not allowed. As fuel wood was accepted all timber up to 5 cm in diameter, provided there was no soft rot.

33. Material for study.

Trees were measured for study on 171 sample plots in all; their distribution into age classes and on to sites has been presented in Table 3. The material included 3 718 stems of standing sample trees, of which 1 964 were defined as common birches and 1 754 as white birches. In the Oxalis-Myrtillus type the percentage of the common birches was 62.8, in the Myrtillus type 82.2, and on drained wet peatlands only 11.3.

The distribution of the felled 324 sample trees into diameter and age classes is shown in Table 4.

34. Reliability of the ocular estimates.

Method of study based on standing sample trees presupposes knowledge of the accuracy of the measurement and estimate of trees. In order to make this matter clear 324 trees were studied as regards the accuracy of the measurement of the height of tree, of the lower limit of crown, of the length of the branchless part, and of the diameter at the height of 6 metres, as well as the accuracy of the estimate of the diameter of branch.

The height of tree was measured by means of the Blume-Leiss device. Average errors were, in trees under 15 m. in height, 0.33 m., and in trees over 15 m. in height, 0.44 m. The average height of all the trees was, according to the estimate, 14.82 m. and the lenght when felled, according to measurement, 14.77 m.

The difference between the estimate and the measurement as regards the lower limit of living crown was still smaller, only 0.23 m. on an average. The lower limit of the crown, according to the estimate, was at the height of 6.90 m. on an average, and when measured, at the distance of 6.93 m., on an average, from the ground.

The results of the estimates of the lenght of the branchless part were less accurate, which is due to the fact that a number of dead branches remain unnoticed when estimating from the ground. Hence the length of the branchless part was estimated, on an average, to be 6.3 per cent greater than it really was. The fact that by means of ocular estimates a somewhat more favourable picture than the actual reality is obtained applies also to other defects of trees.

In the estimates of the diameter of the biggest branch, too, surprisingly good results were achieved. It may be noticed, though, that its estimates systematically have remained short of the actual diameter. The difference is, however, only 5.3 per cent.

The diameter at the height of 6 m. was measured by means of long-shafted caliper, and the accuracy was very good. The average diameter was 9.70 cm. according to the measurement while standing and 9.67 cm. when measured after felling.

4. Results of study

41. Diameter of birches.

Table 5 shows that the birches are biggest, as regards each age class, in the Oxalis-Myrtillus type, somewhat smaller in the Myrtillus type, and smallest on drained wet peatlands. The diameter of the common birch on all sites and in all age classes is clearly greater than that of the white birch. The differences vary from 5 per cent up to 30 per cent. The greater part of the white birches belong to the dominated crown class, as shown in Diagram 1.

42. Branchiness and knottiness.

421. *Division of birch into parts.*

The following parts may be distinguished, with respect to branchiness, in a growing tree:

1. Branchless part
   a) smooth
   b) containing knot bumps
2. The part with dead branches
3. Living crown.

The knowledge of the absolute length and the relative share of these parts, especially of the branchless part, provides a good basis for the study of quality.

422. *Branchless part.*

The results of comparisons between age classes are shown in Tables 6 and 7. They show that the branchless part in the Oxalis-Myrtillus type is relatively longest and on drained wet peatlands shortest. Of the different crown layers, the trees of the 2 nd layer are the least branchy, relatively.

The comparison between the diameter classes, again, shows similar differences between the different forest types. The comparison of the white birch and the common birch, again, shows that the branchless part of the common birch is longer than that of the white birch belonging to the same diameter class (Tables 8 and 9).

423. *Diameter of knots.*

In addition to knots and the extensiveness of the area of their frequency the diameter of knots is an important factor influencing the utilisation value of trees. It was found out in the present study by estimating the diameter of the biggest branch. Table 10 shows that the biggest branch describes well also the average of all branches.

Table 11 shows that the size of branch increases as the diameter of the tree increases. Furthermore it is seen that the branches of predominant trees in every diameter class are bigger than those of dominated trees. Differences between the branches of the common birches in respect to different sites are very small. As regards the white birches the differences are much greater. On wet peatlands their branches, in each of the diameter classes, are bigger than on firm lands.

Branches of the white birches on wet peatlands and in the Oxalis-Myrtillus type are bigger than the branches of the common birches of the same size. In the Myrtillus type the relation is reversed (Diagram 2).

424. *Decayed knots.*

Decayed knots are extremely harmful in veneer production and therefore their frequency must be paid attention to. It may be noticed that the frequency of dead decayed knots in common birches is somewhat rarer than in white birches (Table 12). In the Oxalis-Myrtillus type the percentage of stems containing decayed knots was 12.3, in the Myrtillus type 16.0, and on wet peatlands 17.4.

Living branches containing rot and decayed knots already healed over have not been dealt with here because of the method of study.

425. *Water sprouts.*

Water sprouts, too, may be regarded as a kind of branchiness (or knottiness). Their frequency in sample trees may be seen Table 13. It shows that the proportion of trees containing water sprouts increases as the trees grow older. Of sites, the Myrtillus type seems to have most water sprouts. Differences between the sites are, however, very indistinct. According to our material, the common birch has water sprouts more often than the white birch.

The detailedly analysed water sprouts show that 83 per cent of them had been in contact with rot, decayed knots. Nevertheless all the stems containing water sprouts and dealt with in study were, in part at least, fit to be used as veneer and pulpwood.

426. *Knot bumps.*

Knot bumps provide the best feature reflecting the interior knottiness of deciduous trees. It has not been possible, however, to make any systematic observations of them. The analysed bumps show that big bumps are always covering decayed knots (Figure 4). If the bump is situated at a crook, there is a decaying upright limb underneath (Figure 2).

43. Defects

431. *Classification of defects.*

As defects are regarded the defects that are independent of knottiness. They are divided into two principal groups — interior and exterior defects.

Exterior defects are: forks, crooks, and sweep, scars and wounds (surface defects), some rottennesses and other defects which can be seen on to the surface of the tree.

As interior defects have been regarded all irregularities occurring in wood, such as defects of colour, and rots.

432. *Exterior defects.*

Two kinds of fork have been distinguished: actual forks and upright limbs. The results pertaining to these have been presented in Table 14. The comparison by age classes shows that the frequency of upright limbs increases as trees grow older, but that the relation is next to reverse as regards forks.

There are definite differences also between the different sites. On firm lands actual forks are more frequent and upright limbs less frequent than on wet peatlands.

As regards birch species, the white birch seems to have a somewhat greater tendency to fork than the common birch. At least the frequency of upright limbs proves it.

To determine crookedness in birch is rather difficult, the birch seldom being quite straight. Also degree of crookedness is impossible to take into account statistically. Hence the data presented in Table 15 merely show the tendency. They show very insignificant differences between sites and birch species. Additional records made at field work show, however, that the crooks to be found on wet peatlands are generally worse and that they occur in abundance in the branchless part of stem. The same applies to the white birches on all sites.

Under surface defects have been included all the wounds, scars, and cankers of various kind. Table 16 shows their frequency. The figures indicate distinct differences between the different sites, but these differences are due the situation, the method of treatment, etc. The quality of site has nothing to do with their frequency.

Observations were made of the effect of surface defects on the quality of wood. Figures from 5 to 9 show that the deteriorating effect on wood of even a small surface defect may be great.

Of the defects caused by rot some may be seen on to the surface of tree. Since they, however, as a matter of fact, are interior defects, they will be dealt with in connection with interior defects in the following chapter.

Among other exterior defects there are burls, various butt swellings, big knot bumps, etc. Their occurrence is comparatively inconsiderable, as shown by the tabulation on p. 46.

433. *Interior defects.*

It is difficult to draw any definite line between interior and exterior defects. In the present study as interior defects have been classified all such defects whose existence manifests itself in rot or defect of colour in wood.

Exterior defects caused by rot were observed during the estimates of standing trees by means of conks, scars, etc. The tabulation on p. 47 shows that these defects become more frequent as trees grow older.

The rots which may be seen from the outside constitute only a small, though significantly serious part of the defects caused by rot found in birch. First by means of a stem analysis all the defects caused by rot can be found out. Table 17 shows the results of this kind of studies of rot.

Thus the defects caused by rot are much rarer on firm lands than on wet peatlands. In the degree of rottenness, on the other hand, there seems to be no differences. A closer study reveals, however, that in all age classes the vertical extension of rot is greater on wet peatlands. Also soft rot is found more of than is the case on firm lands.

There also are differences between the sites as regards the place and the manner of origin of the rot, as shown in Table 18. Butt rots are more frequent on wet peatlands.

No distinct differences may be observed between the birch species in this respect. On wet peatlands, however, the common birches are damaged by rot to a smaller extent and less often than the white birches (cf. Heikinheimo 1915).

As regards other interior defects, systematical observations could be made only of the larval galleries of the *Dendromyza betulae*. They were found in greatest abundance in young age classes and they were worst in the butt parts of the tree (cf. Kangas 1935).

44. Effect of defects.

In addition to the frequency of defects their effect must be investigated. It is done in two ways:

1. The quality of veneer stems is studied by means of standing sample trees.
2. On the basis of the results obtained from measuring the felled sample trees the effect of defects on the distribution of all assortments that might come in question is studied.

441. *Defects of veneer birches.*

With respect to their usableness veneer birches may be divided into the following groups:

1. Entirely usable stems
   a) trees that may used for veneer wood up to 6″ in diameter
   b) trees in which the veneer part does not extend to the aforesaid diameter limit because of the crown being too knotty to be used for veneer wood
2. Partly usable stems
   a) butted-off trees
   b) cut-off trees
   c) butted and cut-off trees
3. Wholly unusable trees (culls).

Table 19 shows the distribution of trees into the groups from 1 to 3. Only about two-thirds of the total number of stems are stems entirely usable for veneer wood. Partly usable stems make one-fourth and the wholly unusable stems (culls) about 10 per cent. There are no differences of consequence in this respect between the Oxalis-Myrtillus type and the Myrtillus type. On wet peatlands there are less of those entirely usable and clearly more culls than on firm lands.

There are differences also between birch species. The common birches are entirely usable to a greater part than the white birches, of which a great part is culls.

The comparison between age classes in Table 20 shows that the percentage of the entirely usable trees diminishes as the trees grow older.

442. *Causes of butt-offs, cut-offs, and culls.*

When estimating the usableness of veneer birch stems the basis has been provided by the grading rules (Table 2). When analysing the significance of various defects as causes of unusableness as veneer the following grouping was used: crooks and sweep, surface defects, defects caused by rot, knottiness, forks, and shakes. The part played by these defects as causes of butt-offs and cut-offs is shown in Table 21 and as causes of culls in Table 22.

The most common cause of butt-offs is the group of surface defects. Wet peatlands, however, differ distinctly from firm lands, since there crooks have been the greatest cause of butt-offs. There also the significance of the defects caused by rot and of knottiness is greater than in the Myrtillus type or the Oxalis-Myrtillus type.

As causes of cut-offs, crooks are the most important ones on all sites.

When examining causes of culls it should be kept in mind that, as a rule, two or more defects combined bring about the rejection of a tree in its entirety. As causes of culls, too, crooks are the most common.

443. *Length of butt-offs and cut-offs.*

When studying the length of butt-offs and cut-offs and of actual veneer wood it was observed that the percentage of defective parts is on wet peatlands, in all age classes, greater than on either of the firm land sites (Table 23). The average length of but-off and cut-off per butted and cut-off stem was, on firm lands, 7.3 ft. and, on wet peatlands, 10.0 ft.

The entirely usable part on firm lands in all age classes is distincly longer than on wet peatlands. Differences are great in the different diameter classes, too, as shown by Diagram 4.

444. *Top too branchy (or knotty).*

By too branchy (or knotty) a top is meant a tree that fulfils the measures set for veneer log but that is unusable because of its knottiness (branchiness). Table 24 shows that its relative length varies in the different age classes and on the different sites from about 9 per cent up to 25 per cent of the total length. First an examination by diameter classes reveals the differences between the different sites. It may be observed from Table 25 that on wet peatlands, generally, the excessively knotty (branchy) top is shortest, whereas it is longest in the Oxalis-Myrtillus type. The table shows also that the length of the excessively knotty (branchy) top increases very steeply as the diameter increases. The cases in which a tree is usable as veneer wood up to the diameter of 6″ are rare exceptions in the bigger diameter classes.

The percentages of such trees were as follows: 22—24 cm. 29.5 per cent; 25—27 cm. 18.5 per cent; 28—30 cm. 4.8 per cent; and over 30 cm. 2.0 per cent.

445. *Quantity of veneer wood.*

Large-sizedness is an important factor influencing the value of veneer trees. On wet peatlands trees are smallest — the average DBH was 19.5 cm. — ; on firm lands it is 21.2 cm.

Studies of the c. ft. contents of veneer wood per stem show, too, as seen from Diagram 5, that the volume of trees is greatest in the Oxalis-Myrtillus type and smallest on wet peatlands in each of the age classes. There are great differences between the different crown layers.

The comparison of the white and the common birch is from the Oxalis-Myrtillus type and from wet peatland. The results presented on p. **66** show that the volume of the veneer part of the common birches is more than double the volume of the white birches of the same age (cf. S a r v a s 1951).

446. *Veneer bolt grades.*

The veneer bolt grading rules presented in Table 2 have served as the basis for the studies of grade, in which studies the following standards of interpretation were followed:

1. If a log because of some defect does not fulfil the requirements fixed for a grade, but is in other respects one of the best specimens of this grade or belongs to the next superior grade, it may be counted as belonging to this grade.
2. If a log has two maximal defects its grade must be brought down.
3. Big knot bumps are allowed in Grade III only.

The examination by age classes in Table 26 shows that the percentage of the best grades increases as the trees grow older. The same tendency is clearly to be seen as regards the average grades presented in Diagram 6.

Of the firm land forest site types the trees of the Oxalis-Myrtillus type are the best with respect to grade distribution. The difference between this and the Myrtillus type is slight, though. On the other hand it may be seen distinctly that the quality of the veneer birches growing on wet peatlands is much poorer than that of those growing on firm lands. The differences between the sites may be seen also when looking at the distribution of the sample plots into the average grade groups in Diagram 7.

The differences between crown layers are also distinct. The grade distribution of the predominant trees on firm lands within the age class from 61 to 70 years is: I 2.2 per cent, II 58.8 per cent, III 39.0 per cent, and of the trees of other crown layers: I 0.3 per cent, II 37.1 per cent, III 62.6 percent.

The differences between the quality of the white birch and that of the common birch have been shown in Diagram 8 as means on firm lands. They show that the white birches are clearly poorer than the common birches (cf. S a r v a s 1951).

The examination by diameter classes shows that the differences in quality presented above are not solely due to differences in diameter but real properties of quality. The results are shown in Table 27. Thus it may be stated that as regards their real quality the trees of the Oxalis-Myrtillus type are the best and those of wet peatlands the worst, and that the common birches are better than the white birches. The average grade percentages of the common birch are: 2.4, 55.9, and 41.7, and of the white birch: 0.7, 34.5, and 64.8.

The average percentages of the different grades are shown in the tabulation on p. 75. Only the firm lands should be examined more closely, as the veneer birches to be had from wet peatlands do not have any significance in practice. Grade percentages corresponding to applicable veneer birches are obtained from the diameter classes of over 22 cm., and they are: I 3.5 per cent, II 65.5 per cent, III 31.0 per cent. When comparing these to the distributions obtained from other studies (p. 76) it may be noticed that the percentages of Grades I and III are distinctly smaller, and the percentage of Grade II, on the other hand, greater than according to other studies. In the other works the principal question has been about determinations corresponding to practical grading, whereas in the present study grading has been regarded as the main object of study. It seems, then, that practical grading is incapable of taking into account every single defect as detailedly as theoretical studies.

Tables 28 and 29 show the percentages of various defects as factors bringing down the grade. It may be perceived that knottiness and knot bumps are the most important of the factors which affect the grade. It may be observed, however, that on wet peatlands the importance of crooks and sweep is nearly as great or even greater than that of knottiness.

447. *Distribution of assortments.*

By means of the analysis of the felled sample trees the distribution of stems into veneer wood, pulpwood, and fuel wood was established. The results are shown in Table 30. When comparing the actual distribution of assorments and the distribution of assorments according to size, it will be noticed that the share of the most valuable assorments is always much smaller in the true distribution. The percentage of pulpwood, for instance, in the classes $<$ 9 cm. and 10—14 cm. is 25.3—10.9 per cent smaller than in the distribution according to size. As regards veneer wood the difference is still clearer. On firm lands its actual percentage is only 58.5—63.7 per cent and on wet peatlands 41.8—51.0 per cent of the percentage in accordance with its size. As in the studies of standing trees on firm lands this percentage was about 75 and on wet peatlands about 70 on an average, the interior defects may be stated to decrease the amount of veneer wood very much.

The percentage of the wood entirely unfit for commercial purposes is, on firm lands, in different diameter classes 2.2—7.0 and on wet peatlands 2.8—8.9 per cent. The percentage increases greatly as age class grows to comprise older trees, as shown in Diagram 9.

45. Summary.

The pesent study has comprised investigation of the quality and defects of birches in southern Finnish birch stands of the Oxalis-Myrtillus type, the Myrtillus type, and drained wet peatlands which had been treated by cutting, the investigation being made on the basis of measurements carried out in 169 stands.

The comparison of the white birch and the common birch has revealed the following differences between them:

The diameter of the common birch on all sites is decidedly greater than that of the white birch of the same age.

The share, in per cent, of the common birch is at its greatest in the dominant crown layers, diminishing when passing on to lower layers.

The common birch is, as a rule, taller; its crown is shorter and branchless part longer than those of the white birch belonging to the same diameter class. The differences are most distinct on sites of the Myrtillus type, whereas on wet peatlands they are observed to be such only in the big diameter classes.

Branches of the common birch are on sites of the Myrtillus type thicker, but on sites of the Oxalis-Myrtillus type, and especially on drained wet peatlands, thinner than those of the white birch of the same size belonging to the same crown layer.

Fewer rotten knots are found in the common birch than in the white birch.

Fever upright limbs, but a greater amount of actual forks are found in the common birch when compared with the white birch.

The stem of the common birch is straighter than that of the white birch.

Those common birches, at least, which grow on wet peatlands are less and to a milder degree damaged by rot than the white birches.

Of the common birches that fulfil the measures set for veneer logs a greater part is usable as veneer wood than of similar white birches.

The cu. ft. contents of the common birch veneer log is in all age classes and on all sites greater than that of white birches.

The veneer wood obtained from common birches is distinctly better in grade than that obtained from white birches.

The comparison between the different sites, again, has revealed the following differences in the quality of the birches growing on them. Results of weat peatlands are receved from stands borne before the drainage.

On firm lands birches are in all age classes bigger than on drained wet peatlands, as well in diameter as in height.

Also the branchless part is both absolutely and relatively longest on firm lands.

Fewer rotten knots seem to be found in birches on firm lands than in those growing on wet peatlands.

The effect of crooks is on wet peat lands worse than of those of the firm lands.

On firm lands the percentage of the birches damaged by rot of the total number of stems and their vertical extension is smaller than on drained wet peatlands.

Of the trees growing on wet peatlands which fulfil the measures set for veneer logs a smaller part is entirely usable as veneer wood and a greater part wholly unusable than on firm lands.

The grade of the veneer trees growing on wet peatlands is lower and the trees are smaller in size than the birches growing on firm lands. It is partly due to greater amount of white birch on wet peat lands.

TUKKIEN KUUTIOIMINEN
TASAAVAA KUUTIOJALKALUOKITUSTA KÄYTETTÄESSÄ

PENTTI NISULA

CALCULATION OF THE VOLUME OF LOGS WHEN USING A ROUNDING- OFF CBF- CLASSIFICATION

HELSINKI 1957

Helsinki 1957. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkulause

Tämä tutkimus juontaa alkunsa jo vuodelta 1949, jolloin tekijä ryhtyi kokeilemaan tukkien kuutioimista tasaavaa kuutiojalkaluokitusta käytettäessä. Kokeiden alkuvaiheessa jäi menetelmän kuutioimistarkkuus selvittämättä, mikä seikka on ollutkin tämän tutkimuksen päätarkoituksena. Edesmennyt metsäneuvos E. A. Sopanen luovutti aluksi suosiollisesti käytettäväkseni metsähallituksen tukkimittalistoja vuodelta 1938, edelleen metsäpäälliköt, metsänhoitaja Erik Roos Oy Fiskars Ab:sta ja metsänhoitaja A. J. Pohjola Oy Finlayson-Forssa Ab:sta ja lisäksi ylimetsänhoitaja Leevi Miettinen metsäntutkimuslaitoksesta ovat auliisti luovuttaneet sopivaa aineistoa tutkimustani varten. Heille kaikille pyydän esittää parhaat kiitokseni. Esimieheni, prof. Paavo Aro on sallinut minun käsitellä metsäntutkimuslaitoksen aineiston ja viimeistellä käsikirjoituksen muiden työtehtävieni lomassa, lisäksi hän on hyväntahtoisesti tarkastanut käsikirjoituksen. Tästä kaikesta pyydän esittää hänelle parhaat kiitokseni. Mieluisa velvollisuuteni on myöskin kiittää opettajiani, edesmennyttä prof. V. K. Lihtosta ja prof. Aarne Nyyssöstä, jotka kumpikin ovat tarkastaneet käsikirjoituksen. Kiitokseni pyydän lausua myös Suomen Metsätieteelliselle Seuralle, joka on tutkimusta varten myöntänyt minulle apurahan.

Helsingissä, huhtikuussa 1957

Pentti Nisula

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	5
Aineisto	8
Luokkakeskuksen ja luokkarajan määräämisestä	8
Tukkien sijoittuminen tukkimittalistan mittaluokkiin	9
Aineiston luokkarajan määrääminen	12
Keskimääräisen luokkarajan tukkierittäinen hajonta	14
Käytännöllinen kuutioimistarkkuus	14
Kuutioimismenetelmä normaalimuotoista tukkimittalistaa varten	18
Suunniteltujen ylösotto- ja kuutioimislomakkeiden käyttö	20
Kirjallisuusluettelo	24
Summary in English	25

Johdanto

Puutavaran mittaussäännön (annettu 16. 12. 1938) mukaisesti mitattujen tukkien pituuden mittaamisessa on otettava huomioon täyttävät jalat ja paksuuden mittaamisessa täyttävät täydet ja puolet tuumat, elleivät ostaja ja myyjä ole sopineet vieläkin tarkemmasta mittauksesta. Käytännössä sovellettaneen kuitenkin harvoin tarkemman mittauksen mahdollisuutta.

Saman mittaussäännön mukaisesti tukit on kuutioitava suorana ympyrälieriönä, jonka korkeutena on puukappaleen pituus ja kannan halkaisijana puukappaleen paksuus. Tätä kuutioimismääräystä käytännössä sovellettaessa suoritetaan tukkierien kuutioiminen tavallisesti jollain seuraavista tavoista:

— jokainen tukki kuutioidaan erikseen ja saadut kuutiot lasketaan yhteen,
— jokaiseen mittaluokkaan sijoittuneiden tukkien lukumäärällä kerrotaan ko. mittaluokan yksikkökuutio ja saadut tulot lasketaan yhteen,
— jokaisen tuumaluokan tukkien pituudet juoksutetaan (lasketaan) yhteen ja vartavasten laadituista taulukoista katsotaan näin saatuja juoksujalkapituuksia vastaavat kuutiojalkamäärät, jotka sen jälkeen lasketaan yhteen.

Viimeksimainittua kuutioimistapaa käytettäneen yleisimmin, koska tukkien tuumaluokittaiset juoksujalkamäärät voidaan tätä laskutapaa sovellettaessa helposti laskea ns. ketjulaskua käyttäen (A r o 1947).

Mainituille kuutioimismenetelmille on käytännössä yhteistä se, että erän kokonaiskuutio ilmoitetaan tavallisesti suoraan mekaanisen laskutoimituksen tuloksena, jopa sadasosa kuutiojalan tarkkuudella.

Kuitenkin sahatukkeja katkottaessa eli apteerattaessa on käytännössä mahdotonta juoksuttaa tukit siten, että tukkien paksuus ja pituus asettuisivat samanaikaisesti siten, että pituus asettuisi t ä s m ä l l e e n täyden jalan kohdalle ja paksuus s a m a n a i k a i s e s t i t ä s m ä l l e e n täydelle taikka puolelle tuumalle. Tämän takia tukkien todellinen paksuus jää käytännössä useimmiten jonkin verran suuremmaksi niiden mittaussäännön mukaisesti määritettäväksi tulevaa paksuutta, joka asettuu vain täsmälleen täyttävälle täydelle taikka puolelle tuumalle (aleneva luokitus).

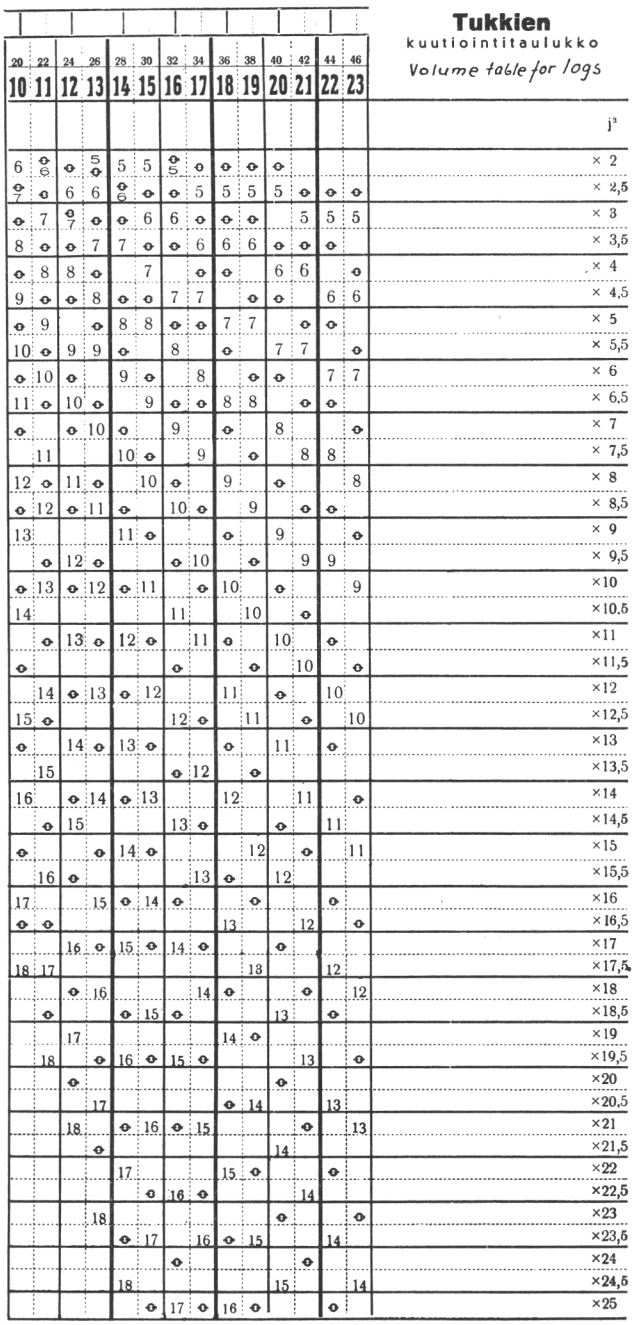
Näin ollen tukkien mittaussäännön mukainen läpimitta ei yleensä vastaa niiden todellista paksuutta, vaan sitä on pidettävä tukkien ns. nimellisenä paksuutena. Yksityisen tukin todellinen läpimitta voi olla vain joko yhtä suuri taikka suurempi kuin mittaussäännön mukaisesti määritetty paksuus. Tukin todellinen läpimitta ei siis voi koskaan olla mittaussäännön mukaista paksuutta pienempi, koska se tällaisessa tapauksessa mittaussäännön mukaisesti siirtyy seuraavaan pienempään läpimittaluokkaan. Mainituista seikoista siis johtuu, ettei mittaussäännön mukaan laskettu erän teknillinen kuutiojalkasisältö ole sen todellinen teknillinen kuutiojalkasisältö, vaan sen ns. nimellinen teknillinen kuutiojalkasisältö, joka on erän todellista teknillistä kuutiojalkasisältöä pienempi. Huolellisella katkomisella voidaan kyllä odottaa tukkien todellisen teknillisen kuution pääsevän lähelle tukkien mittaussäännön mukaista eli nimellistä teknillistä kuutiota, mutta käytännössä tuskin koskaan voidaan päästä siihen, että nämä kuutiot olisivat samaa erää kohden laskettuina samansuuruisia.

Näin ollen käytettäessä mittaussäännön mukaisissa puutavaran mittauksissa tukin taikka tukkierän teknillisen kuutiojalkamäärän ilmoittamiseen jopa sadasosakuutiojalan tarkkuutta, on tarkkuus varsin näennäistä, jopa harhaan johtavaa.

Koska kaikenlaiseen mittaamiseen liittyy aina tietyt mittausvirheensä, joita ei voida parhaimmallakaan järjestelyllä kokonaan välttää ja koska eri henkilöiden mittauksissa esiintyy vielä tavallisesti määrätynlaista, vain kullekin asianomaiselle henkilölle ominaista mittausvirhettä, ja koska puu itsessään on varsin »elävä» raaka-aine, jonka tilavuus vaihtelee kosteusolosuhteista riippuen, ei absoluuttisen tarkkaan eli todelliseen kuutioon voida yleensäkään päästä. Lassilan (1931) mielestä tarkkuus, jolla sahapuita voidaan mitata on noin ¼″. Nordström (1944) mainitsee saman asian vaiheilta: »Som tämligen normal differens mellan tumning och kontrolltumning torde man kunna ange 3 % vad massan beträffar».

Näin ollen mittaussäännön määräysten mukaan laskettu tukkierän teknillinen kuutio on tämän erän nimellinen teknillinen kuutio, joka sekin edustaa erän todellista nimellistä teknillistä kuutiota vain määrätynlaisella tarkkuudella.

Koska tukkierän teknillisestä kuutiojalkasisällöstä voidaan mittaussäännön mukaisissa mittauksissa saada siis vain näennäisesti tarkka kuutioimistulos, ryhtyi allekirjoittanut 1949 kokeilemaan tukkien kuutioimista eräänlaisella likiarvomenetelmällä (Nisula 1949). Tämä menetelmä perustui siihen, että tukki vietiin jo mittalistaansa merkittäessä pituutensa ja paksuutensa määräämään kuutiojalkaluokkaan (kuva 1.) Menetelmässä pyrittiin käyttämään puolen kuutiojalan tasaavaa luokitusta. Kuutioiminen oli yksinkertaista ja nopeaa, koska tarvitsi vain kuhunkin



Kuva 1. Tasaavan puolen kuutiojalan luokitukseen perustuva tukkien ylösotto- ja kuutioimistaulukko.

Fig. 1. Tally and volume- calculation table based on the rounding-off half cbf classification.

kuutiojalkaluokkaan kerääntynyt tukkien lukumäärä kertoa kuutiojalkaluokkansa kuutioarvolla, joka oli yksinkertainen luku. Kuutiojalkaluokkien lukumääräkin oli vähäinen. Tukkien paksuusluokittainen »juoksuttaminen» samoin kuin kuutioimistaulukoiden käyttäminenkin jäi kokonaan pois. Tämän takia uusi kuutioimistapa oli huomattavasti yksinkertaisempi ja nopeampi kuin aikaisemmin käytetyt kuutioimismenetelmät. Koska menetelmä perustui tasaavaan kuutiojalkaluokitukseen, ei se voinut antaa kuutioksi tarkalleen samaa kuutiojalkamäärää kuin tavallinen käytössä ollut tapa kuutioimistaulukkoineen. Kokeiden tässä vaiheessa jäi menetelmän luotettavuus selvittämättä. Tämän seikan valaiseminen onkin ollut nyt käsillä olevan tutkimuksen päätehtävä ja samalla on yritetty kehittää menetelmä mahdollisimman luotettavaksi ja rakenteeltaan sellaiseksi, että sitä voisi helposti soveltaa käytännössä.

Koska käytännön kannalta on edullista, että kuutiojalkaluokkia tulisi olemaan mahdollisimman vähän ja että kuutiojalkaluokkien kertoimet olisivat mahdollisimman yksinkertaisia lukuja, on seuraavassa keskitytty tutkimaan pääasiassa vain puolen ja kokonaisen kuutiojalan luokituksella suoritettavaa sahatukkien kuutioimista.

Aineisto

Tutkimusta varten saatiin metsähallituksesta hankintakauppojen tukkimittalistoja vuodelta 1938. Näiden sisältämät tiedot siirrettiin reikäkorteille ja aineisto jakaantui piirikunnittain seuraavasti:

Piirikunta	tukkeja, kpl	eriä, kpl
Länsi-Suomi	445 233	83
Itä-Suomi	434 483	23
Pohjanmaa	129 485	11
Perä-Pohjola	831 289	30
Yhteensä	1 840 490	147

Luokkakeskuksen ja luokkarajan määräämisestä

Tutkittaessa tukkien kuutioimista tasaavaa puolen kuutiojalan luokitusta käyttäen on käytännöllisistä syistä pidetty tarpeellisena saada lopullisiksi kuutiojalkaluokkien luokkakeskuksiksi eli kuutioimisarvoiksi täsmälleen täysiin kokonaisiin ja täysiin puoliin kuutiojalkoihin päättyvät kuutiojalka-arvot. Vastaavasti kokonaisen kuutiojalan luokitusta käytettäessä on pidetty tarpellisena saada lopullisiksi kuutiojalkaluokkien luokkakeskuksiksi eli kuutioimisarvoiksi täsmälleen täydet kokonaiset kuutiojalat. Tämän takia puolen kuutiojalan luokitusta käytettäessä tulevat kaikki ne tukit,

joiden tarkat kuutioarvot sattuvat täsmälleen täysille kokonaisille taikka täysille puolille kuutiojaloille, automaattisesti täsmälleen oikein kuutioiduiksi. Vastaavasti kokonaisen kuutiojalan luokitusta käytettäessä tulevat kaikki täsmälleen täysille kokonaisille kuutiojaloille päättyvät tukit ilman muuta täsmälleen oikein kuutioiduiksi.

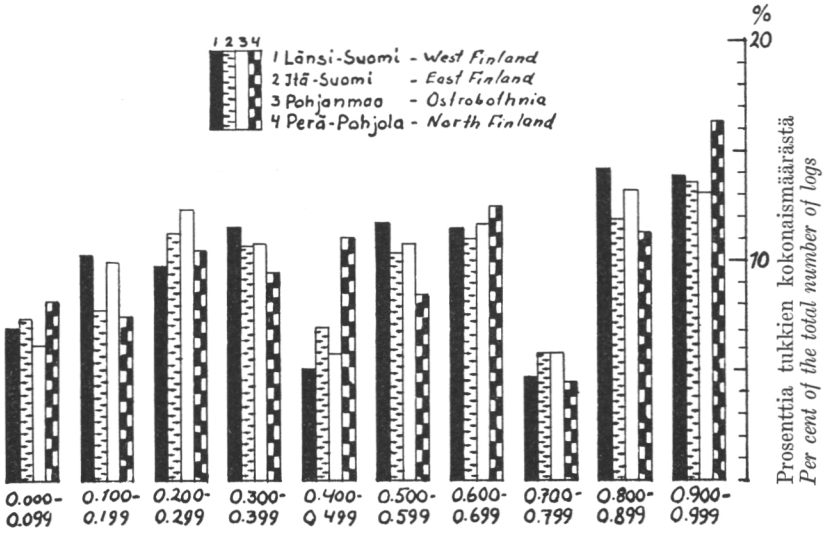
Tämän tutkimuksen piiriin jää siis selvittää, mitenkä muiden kuin yllämainittujen tukkien kuutioiden summa voitaisiin parhaiten saada selville tasaavaan kuutiojalkaluokitukseen perustuvaa kuutioimismenetelmää käytettäessä. Tällöin tehtävä muodostuu siis kysymykseksi siitä, mihin kohtaan peräkkäin seuraavien luokkakeskusarvojen välissä on asetettava se luokkaraja, joka jakaa näiden luokkakeskusarvojen väliin sijoittuvien tukkien tarkat, kahdella taikka useammalla desimaalilla ilmoitetut, kuutioarvot vierekkäisten luokkakeskusarvojen kesken siten, että luokkakeskusarvoja lopullisina kuutioarvoina käyttäen voitaisiin päästä mahdollisimman lähelle tukkien tarkkaa kuutiota.

Koska käytännössä olisi käynyt kovin vaikeaksi ja epävarmaksi määritellä luokkaraja varmasti jokaisen peräkkäisen luokkakeskusarvon välillä erikseen ja koska päämääräksi oli asetettu mahdollisimman hyvän kuutioimistuloksen saaminen pääasiassa vain tukkien kokonaiskuutiosta, päädyttiin siihen, että laskennallisesti määritettäisiin vain k e s k i m ä ä r ä i s e n l u o k k a r a j a n paikka peräkkäisten luokkakeskusarvojen välillä. Luokkarajan paikka olisi siis määritettävä siten, että tukkien tarkkojen kuutioiden luokkakeskuksien arvoista laskettujen poikkeamien summa keskimääräisen luokkarajan kummallakin puolella tulisi olemaan yhtä suuri, mikä toiselta puolen merkitsee käytännössä aivan samaa kuin että tarkkojen kuutioiden keskimääräisestä luokkarajasta laskettujen poikkeamien summa luokkarajan kummallakin puolella luokkakeskusarvojen välissä tulisi olemaan yhtä suuri. Tämän mukaisesti luokkaraja tässä tapauksessa tulisi siis olemaan peräkkäisten luokkakeskuksiksi valittujen arvojen väliin sijoittuneiden tarkkojen kuutioiden pienemmän luokkakeskusarvon yli menevien kuutiojalkaosien keskiarvo. Tällä tavoin luokkarajan paikka onkin laskettu.

Tukkien sijoittuminen tukkimittalistan mittaluokkiin

Jos puun rungot apteerattaisiin siten, että kaiken kuutioisilla tukeilla olisi yhtä suuret mahdollisuudet päästä mukaan näytteeseen, olisi ilmeistä, että keskimääräinen luokkaraja sijoittuisi tasaavaa kokonaisen kuutiojalan luokitusta käytettäessä arvoon 0.500 ja tasaavaa puolen kuutiojalan luokitusta käytettäessä arvoihin 0.250 ja 0.750. Näin ei kuitenkaan näytä olevan tavallisessa tukkimittalistassa asiain laita. Tavallinen tukkimittalistahan käsittää pituusluokat 10′ — 27′ ja paksuusluokat 5″ — 18″ puolen tuuman

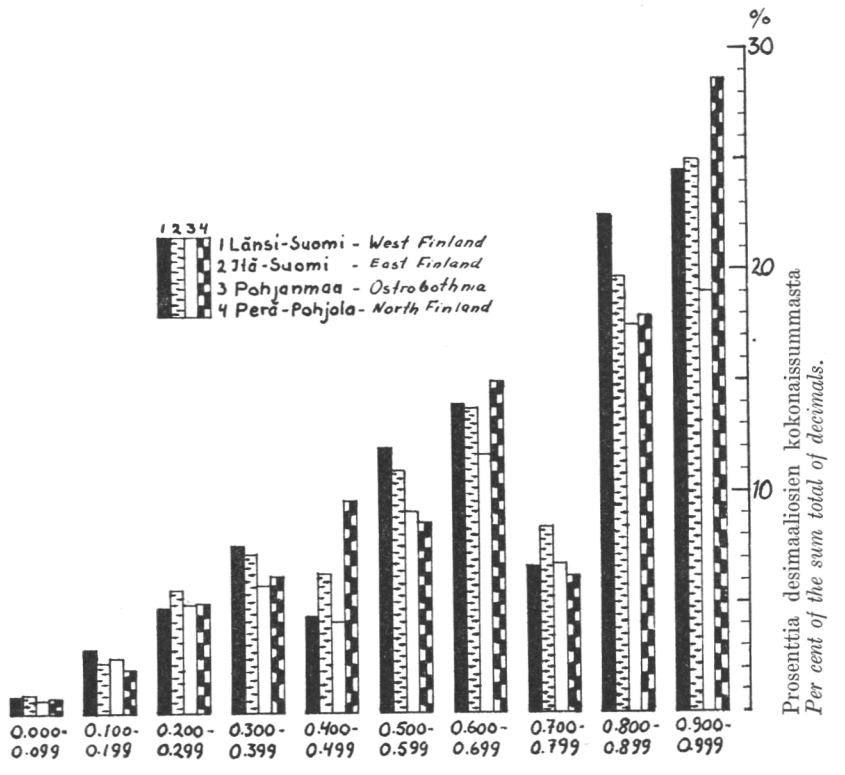
luokkavälein, jolloin mittaluokkia muodostuu kaikkiaan $18 \times 27 = 486$ kappaletta. Tukilla on siis apreerattaessa tilaisuus joutua käytännössä vain näihin mittaluokkiin, eikä näihinkään suinkaan samansuuruisella mahdollisuudella, vaan muutamiin jalkaluokkiin ja paksuusluokkiin kerääntyy tavallista enemmän tukkeja, koska juuri määrätynlaiset tukkimitat ovat sahausteknillistä tai muista seikoista johtuen haluttuja. Lisäksi tietenkin leimikkojen tukkipuurunkojen koko, niiden rungon muoto ja apteeraajan henkilökohtaiset käsitykset yms. vaikuttavat omalla tavallaan tukkien sijoittumisessa erilaisten mittaluokkien kohdalle. Juuri tästä seikasta johtuu, että keskimääräiset luokkarajat asettuvat yllämainituista luvuista poiketen ja niiden asettumiseen vaikuttaa tässä tapauksessa se, miten runsaasti tukit sijoittuvat erilaisten mittaluokkien kohdalle, jossa asiaan vaikuttaa taas kokonaan se, miten suuria arvoja eri mittaluokkien kuutioita edustavat tarkkojen kuutioiden d e s i m a a l i o s a t (sadas-taikka tuhannesosakuutiot) muodostavat. Jonkinlaisen käsityksen luomiseksi tukkien sijoittumisesta nimenomaan eri suuruisten desimaaliosien kohdalle on piirretty kaksi graafista esitystä. Kuvasta 2 selviää tukkien lukumäärän prosenttinen jakaantuminen desimaaliluokkiinsa metsähallituksen piirikunnissa v. 1938. Tästä esityksestä voidaan huomata pölkkyjen jakaantumisen eri desimaaliluokkiin olevan varsin epäsäännöllisen. Voidaan kuitenkin panna merkille vaihtelun olevan piirikunnittain desimaaliluokasta toiseen siirryttäessä luonteeltaan suunnilleen samansuuntaisesti epäsäännöllisen.



Desimaaliluokat — *Decimal classes*

Kuva 2. Tukkien lukumäärän prosenttinen jakaantuminen desimaaliosaluokkiinsa metsähallituksen piirikunnissa v. 1938.

Fig. 2. Distribution, in per cent, of the number of logs into their decimal classes in the districts of the Central Board of Forestry in 1938.



Desimaaliluokat — *Decimal classes*

Kuva 3. Tukkien desimaaliosien kokonaissumman jakaantuminen desimaaliosaluokkiinsa metsähallituksen piirikunnissa v. 1938

Fig. 3. Distribution of the sum total of the decimals of logs into their decimal classes in the districts of the Central Board of Forestry in 1938.

Kuvan 3 diagrammit osoittavat samasta aineistosta samantapaista vaihtelua desimaaliosien kokonaissumman jakaantumisessa eri piirikunnissa desimaaliluokkiinsa.

Koska esitettyjen kuvien aineisto (kts. siv. 4) on ollut varsin suuri, täytyy pylväsdiagrammien edustaa melko hyvin tukkien keskimääräistä jakaantumista desimaaliluokkiinsa metsähallituksen eri piirikunnissa vuonna 1938.

Kuten esitetyistä diagrammeista voitiin huomata, oli tukkien lukumäärän jakaantuminen desimaaliluokkiinsa epäsäännöllistä, samoin kuin desimaaliosien summan jakaantuminenkin desimaaliluokkiinsa. Koska tämän jakaantumissäännöttömyyden syyt ovat ilmeisesti hyvin moninaiset ja vaikeasti selvitettävät, ei sellaiseen osatutkimukseen ole ryhdytty, koska eivät myöhemmin saadut käytännölliset tuloksetkaan ole vaatineet perusteellisempaa syventymistä asiaan.

Aineiston luokkarajan määrääminen

Luokkarajan laskeminen puolen kuutiojalan tasaavaa luokitusta varten tapahtui seuraavasti: Ensin erotettiin kustakin mittaluokasta pois kuutioarvon kokonaisosa, jolloin jäi jäljelle mittaluokkien kuutioarvojen tuhannesosat (desimaaliosat). Koska pyrittiin siihen, että lopullisiksi kuutioluokkien luokkakeskuksiksi käytäntöä varten saataisiin yksinkertaiset luvut 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 jne., erotettiin aineistosta pois myös ne mittaluokat, joissa kuutioarvo päättyi täsmällisesti näihin arvoihin, koska juuri nämä arvot käytännössä tulisivat olemaan kuutioimisluokkien keskuksena ja täsmälleen näille kuutioarvoille sijoittuvat tukit tulisivat ilman muuta tarkalleen kuutioiduiksi. Tämän jälkeen jaettiin aineisto kahtia, nimittäin niihin desimaaliosiin, joiden arvoiksi oli jäänyt jokin arvo väliltä 0.000 — 0.500 ja niihin desimaaliosiin, joiden arvoksi oli jäänyt puolestaan jokin arvo väliltä 0.500 — 1.000. Tämän jälkeen jälkimmäisen ryhmän jokaisen desimaaliosan arvosta vielä vähennettiin 0.500. Näin jälelle jääneille desimaaliosille ja niiden jäännöksille laskettiin tukkien lukumäärällä punnittu keskiarvo.

Piirikunnittain saatiin seuraavat tulokset:

Länsi-Suomi — *West Finland*	0.251 ~ 0.25
Itä-Suomi — *East Finland*	0.254 ~ 0.25
Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	0.257 ~ 0.26
Perä-Pohjola — *North Finland*	0.267 ~ 0.27
Koko aineisto — *Altogether*	0.259 ~ 0.26

Taulukko 1. Keskimääräisen luokkarajan erittäinen hajonta. —

Selitys *Explanation*	Keskimääräinen luokkaraja —					
	0.45	0.46	0.47	0.48	0.49	0.50
	Kokonaisen kuutiojalan luokitus —					
Eriä, kpl. — *Items, number of*	—	—	—	—	—	3
Erissä — In items						
Yhteensä kpl.—*Total, pieces*	—	—	—	—	—	796
Keskimäärin kpl. — *Average pieces* ...	—	—	—	—	—	265
	Puolen kuutiojalan luokitus —					
Eriä, kpl. — *Items, number of*	1	—	3	4	8	8
Erissä — In items						
Yhteensä kpl.—*Total, pieces*	2 006	—	4 757	13 589	143 048	100 546
Keskimäärin kpl. — *Average pieces* ...	2 006	—	1 586	3 398	17 881	12 568

Tämän jälkeen laskettiin samantapaisesti luokkaraja tasaavaa kokonaisen kuutiojalan luokitusta varten. Ensin erotettiin aineistosta ne mittaluokat, joissa kuutioarvot päättyivät kokonaisiin lukuihin 1 000, 2 000, 3 000 ja sen jälkeen erotettiin vielä jälelle jääneistä kuutioarvoista pois niiden kokonaisosat ja laskettiin jälelle jääneiden desimaaliosien tukkien kappalemäärällä punnittu keskiarvo.

Tulokset piirikunnittain eriteltyinä olivat seuraavat:

Länsi-Suomi — *West Finland*	0.530 ~ 0.53
Itä-Suomi — *East Finland*	0.529 ~ 0.53
Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	0.522 ~ 0.52
Perä-Pohjola — *North Finland*	0.531 ~ 0.53
Koko aineisto — *Altogether*	0.530 ~ 0.53

Tuloksien perusteella voidaan todeta, että tasaavan puolen kuutiojalan luokitusta varten lasketut luokkarajojen lukuarvot vaihtelevat maassamme enempi kuin kokonaisen kuutiojalan luokitusta varten saadut luokkarajat, jotka pysyttelevät maan eri osissa suunnilleen samassa arvossa eli 0.530. Tämän tuloksen mukaisesti johtaisi koko maata varten laadittu keskimääräiseen luokkarajaan ja tasaavaan puolen kuutiojalan luokitukseen perustuva kuutioimistaulukko maan eri osissa lievästi systemaattisesti määrätynsuuntaiseen poikkeamaan mittaussäännön mukaisesta kuutiosta. Sen sijaan

Table 1. Distribution of the average class line per item.

Average class line								Yhteensä *Total*
0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	
Whole cbf classification								
8	10	10	4	—	3	1	1	40
111 791	107 796	292 353	38 886	—	3 061	325	1 428	556 436
13 974	10 780	29 235	9 722	—	1 020	325	1 428	—
Half cbf classification								
8	3	2	3	—	—	—	—	40
132 726	49 032	108 731	2 001	—	—	—	—	556 436
16 591	16 344	54 366	667	—	—	—	—	—

samantapaisen taulukon perusteella tasaavaan kokonaisen kuutiojalan luokitukseen perustuva kuutiointimenetelmä antaisi koko maassa paremmin samansuuntaisia tuloksia. Kuitenkin on huomattava, että luokkaraja-arvojen poikkeamat toisistaan näissä tapauksissa ovat niin pieniä, ettei niiden aiheuttamalla kuutiointipoikkeamalla liene sanottavaakaan käytännöllistä merkitystä.

Keskimääräisen luokkarajan tukkierittäinen hajonta

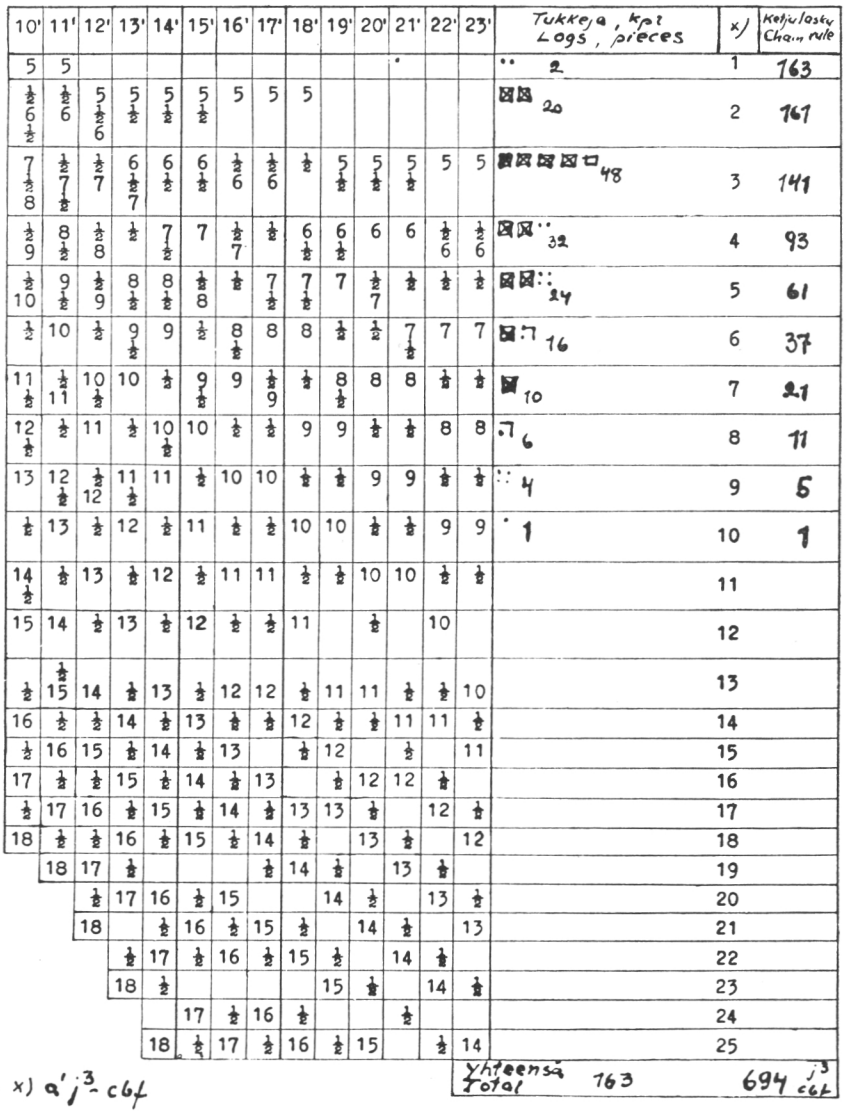
Aineistoon sisältyvistä neljästäkymmenestä eri tukkierästä, jotka jakaantuivat yli maan laskettiin jokaista erää kohden keskimääräinen luokkaraja tasaavan puolen ja koko kuutiojalan luokitusta varten. Jotta luokkarajat tulisivat helpommin vertauskelpoisiksi, on puolen kuutiojalan luokkarajojen arvot kerrottu kahdella, jolloin ne ovat tulleet samanmitallisiksi kokonaisen kuutiojalkaluokituksen luokkarajojen kanssa. Tulokset on esitetty taulukossa 1, jonka arvoja on siis pidettävä lähinnä yksityisten tukkierien pölkkyjen eri mittaluokkiin jakaantumisen tunnuslukuina.

Taulukosta voidaan huomata, että puolen kuutiojalan luokitusta käytettäessä ovat erittäiset luokkarajat hajaantuneet alueelle 0.450—0.540 ja kokonaisen kuutiojalan luokituksessa alueelle 0.500—0.580. Puolen kuutiojalan luokituksessa 98.2 % erien pölkyistä asettuu rajoihin 0.480—0.530 (yht. 6 luokkaa) ja koko kuutiojalan luokituksessa asettuu 99.0 % erien pölkyistä rajoihin 0.510—0.540 (yht. 4 luokkaa). Hajaantuminen näyttää kummassakin tapauksessa olevan suppea ja se tuntuu olevan kokonaisen kuutiojalan luokitusta käytettäessä vähän pienempi kuin puolen kuutiojalan luokituksessa. Tämä havainto tukee jo edellä tehtyä johtopäätöstä, ettei puolen kuutiojalan luokituksella toimivat kuutioimistaulukot anna maan eri osissa käytettyinä ilmeisesti niinkään hyvää keskimääräistä kuutioimistulosta kuin samanlaiset kokonaisen kuutiojalan luokitukselle rakentuvat taulukot.

Käytännöllinen kuutioimistarkkuus

Saatujen tulosten perusteella on tehty kaksi erilaista kuutioimislomaketta, joista toinen perustuu tasaavaan puolen kuutiojalan luokitukseen ja toinen tasaavaan kokonaisen kuutiojalan luokitukseen (kuva 4).

Aineiston käsittelystä johtuen ei ole ollut mahdollisuutta kokeilla näiden kuutioimismenetelmien soveltuvuutta itse aineiston sisältämien tukkierien kuutioimiseen. Koska aineiston tukkierät ovat olleet sitäpaitsi pääasiassa huomattavan suuria, sisältäen tukkeja tuhansista kymmeniin tuhansiin kappaleisiin, ei näiden erien kuutioimisella lienekään sanottavaa merkitystä, sillä tämän luonteiselta tasaavalta kuutioimismenetelmältä voidaan yleensä odottaa suotuisia tuloksia aina silloin, kun kyseessä on suuret tukkierät,



Kuva 4. Tasaavaan kokonaisen kuutiojalan luokitukseen perustuva tukkien ylösotto- ja kuutioimistaulukko.

Fig. 4. Tally and volume-calculation table for logs based on the rounding-off cbf classification

joiden kokonaiskuutioista on kysymys. Kaiken lisäksi tutkimusaineisto on varsin aikaiselta ajankohdalta - vuodelta 1938 - joten saattaa olla aihetta epäillä, etteivät tämän tutkimusaineiston antamat tulokset enää soveltuisikaan nykyiseen ajankohtaan, koska tukkierien koostumuksessa on myöhemmin saattanut tapahtua muutoksia, jotka vaikuttavat luokkarajan

Taulukko 2. Tasaavan kuutiojalkaluokitusmenetelmän mukaisen kuu

Table 2. Deflection, in per cent, of the volume agreeing with the rounding-off measurement

Selitys *Explanation*	Poikkeama todellisesta kuutiosta korkeintaan prosenttia —								
	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5
Oy Fiskars Ab 1						Tasaavan puolen kuutiojalan luokitus —			
Eriä, kpl. — *Items, number of*	—	—	—	—	—	1	4	14	2
Erien keskisuur., kpl — *Average size of items, number of* ..	—	—	—	—	—	49	183	194	39
Oy Fiskars Ab 2									
Eriä, kpl. — *Items, number of*	1	—	—	—	1	2	8	5	13
Erien keskisuur., kpl — *Average size of items, number of* ..	27	—	—	—	41	359	780	1 356	1 030
Oy Finlayson-Forssa Ab						Tasaava kokonaisen kuutiojalan luokitus —			
Eriä, kpl. — *Items, number of*	—	—	1	—	1	4	13	33	34
Erien keskisuur., kpl — *Average size of items, number of* ..	—	—	20	—	30	27	56	135	172

sijaintiin. Tämän takia laadittuja kuutioimislomakkeita onkin sovellettu viime vuosina hakattuihin tukkieriin, joiden joukossa on lisäksi hyvin runsaasti nimenomaan pieniä eriä.

Tasaavaa puolen kuutiojalan luokitusta on kokeiltu kahdessa eri tapauksessa, jolloin aineisto kummassakin tapauksessa on saatu Oy Fiskars Ab:n omien metsien mittalistoista, joista toiset (Oy Fiskars Ab 1) käsittävät 85 sahatukkierää hankintakaudelta 1951—52 ja toiset (Oy Fiskars Ab 2) käsittävät 48 pystyapteeraustulosta vuodelta 1952. Edelliset tukkimittalistat käsittävät normaalisesti jakaantuneita sahatukkieriä, joiden pölkkyjen luku vaihteli 21—2950 kappaleeseen, erien keskisuuruuden ollessa 390 pölkkyä. Erät olivat puhtaita mänty- tai kuusitukkieriä, jakaantuen suunnilleen puoleksi kummankin puulajin kesken. Mitään oleellista eroa ei voitu havaita vaikuttaisiko puulaji jollain tavoin kuutioimiseroihin. Menetelmän mukainen mäntyjen kokonaiskuutio poikkesi 0.13 % enemmän mittaussäännön mukaisesta todellisesta kuutiosta kuin kuusien kokonaiskuutio, mutta tätä eroa ei ole pidettävä aineiston perusteella tilastollisesti merkitsevänä. Eriä yksitellenkään tarkasteltaessa ei ole voitu huomata puulajien välillä eroavaisuuksissa mitään silmiinpistäviä suuntaeroja.

tion poikkeama prosenteissa mittaussäännön mukaisesta kuutiosta.

cbf classification method from the volume agreeing with the Regulations concerning of timber.

Deflegtion from the true volume, in per cent, at the most											Yht. *Total*	M % [1]
+												
0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5		
Rounding-off half cbf classification												
21	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	85	99.77
505	265	—	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—	48	99.60
916	359	24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rounding-off whole cbf classification												
46	29	11	4	1	—	1	—	—	—	1	179	100.03
221	151	95	80	101	—	27	—	—	—	25	—	—

[1]) M % = tasaavan kuutiojalkaluokitusmenetelmän kuutio laskettuna prosenteissa mittaussäännön mukaisesta kuutiosta.

[1]) *M %* = *the volume of the rounding-off cbf classification method calculated in per cent of the volume agreeing with the Regulations concerning measurement of timber.*

Pystyapteerauserät otettiin mukaan kokeeseen lähinnä sen takia, että ne edustivat varsin poikkeavan laatuista pölkkyjen jakaantumista mittalistansa sisällä, koska näitä puita mitattaessa oli huomioon otettu vain täydet tuumat ja täyttävät parilliset jalat. Näin ollen tukit sijoittuivat varsin harvoihin mittaluokkiin, jolloin voitiin aavistella, ettei menetelmä pääsisi täysiin oikeuksiinsa. Kuutioimistuloksia on kuitenkin pidettävä hyvinä.

Tasaavaa kokonaisen kuutiojalan luokitusta on kokeiltu Oy Finlayson-Forssa Ab:n aineistoon, joka käsittää kaikkiaan 179 tukkierää hankintakaudelta 1952—1953. Erät ovat pääosaltaan pieniä ja sisältävät ne erää kohden 20—530 tukkia, erien keskisuuruuden ollessa 152 tukkia. Näissäkään erissä ei ole eri puulajien (männyn ja kuusen) kuutiointipoikkeamien suhteen voitu huomata puulajien välillä mitään huomattavia suuntaeroja.

Yllämainittujen kuutioimiskokeiden tulokset nähdään eriteltyinä taulukossa 2. Keskimääräiseen kokonaiskuutiointitarkkuuteensa nähden näyttävät menetelmät olevan suurin piirtein samanarvoisia, vaikkakin puolen

kuutiojalan luokitus on johtanut lievään aliarviointiin (vrt. siv. 13). Mitä erittäisiin kuutiointitarkkuuksiin tulee näyttää ensi silmäykseltä siltä, että puolen kuutiojalan luokitusta käytettäessä yksityisten erien hajonta todellisten kuutioarvojensa ympärillä on pienempi kuin kokonaisen kuutiojalan luokitusta käytettäessä. Taulukosta voidaan kuitenkin huomata Oy Finlayson - Forssa Ab:n aineiston muodostuneen keskimäärin melkoisesti pienemmistä tukkieristä kuin Oy Fiskars Ab:n aineisto 1. Jos kummastakin aineistosta erotetaan pois keskimäärin alle 100 pölkkyä sisältäneet poikkeamaluokat, niin menetelmien kuutiointitarkkuus huomataan olevan suunnilleen yhtä hyvä siten, että kummassakin tapauksessa kuutiointipoikkeamat todellisista kuutioarvoista jäävät pääasiassa ± 1 % virherajan sisälle. Kokonaisen kuutiojalan luokitusta käytettäessä näyttää keskimäärin 20—100 pölkkyä erää kohden sisältävien poikkeamaluokkien kohdalla kuutiointitarkkuus jäävän pääasiassa ± 2.5 % virherajan sisäpuolelle.

Näin ollen tasaavaan puolen tai kokonaisen kuutiojalan luokitukseen perustuvaa tukkien kuutioimismenetelmää voidaan käyttää tukkien kuutioimisessa silloin, kun keskimäärin yli 100 tukkia sisältävien erien kohdalla ei tarvitse saavuttaa erää kohden lausuttuna ± 1 % suurempaa tarkkuutta ja keskimäärin 20—100 pölkkyä sisältävien tukkierien kohdalla silloin, kun erää kohden laskettuna ei tarvitse pääasiassa saavuttaa ± 2.5 % suurempaa kuutiointitarkkuutta. Menetelmän soveltamisen edellytyksenä on kuitenkin pidettävä sitä, ettei tukkien jakaantuminen mittaluokkiinsa ole tavallisuudesta hyvin voimakkaasti poikkeava.

Kuutioimismenetelmä normaalimuotoista tukkimittalistaa varten

Edellä esitettyjen tasaavaan kuutiojalkaluokitusmenetelmään perustuvien tukkimittalistojen muoto on tavallisuudesta poikkeava, minkä takia niitä ei voitane kaikissa tapauksissa sovelluttaa käytännössä. Tämän takia onkin kuutiointimenetelmä pyritty muovaamaan sellaiseksi, että sen käyttö kävisi päinsä myös tavanomaisissa tukkimittalistoissa, joissa tukin pituudet ja paksuudet muodostavat xy-koordinaatiston. Eräs tällainen ratkaisu nähdään kuvassa 5, jossa on yhdistetty kaikki samankuutioiset mittaluokat käyttäen 11 j^3:n vaiheille saakka yhden kuutiojalan luokitusta ja siitä eteenpäin useamman, $1\frac{1}{2}$-3 kuutiojalan luokitusta. Näin on saatu syntymään yhtenäinen porrastus, jossa kukin porrasjakso edustaa omaa kuutiojalkaluokkaansa.

Luokkarajana on käytetty yhden kuutiojalan luokituksen alueella aikaisemmin saatua arvoa 0.530 ja tästä poikkeavan kuutiojalkaluokituksen alueella on käytetty hyväksi samaa tietoa siten, että luokkaraja on määrätty olevaksi suhteellisesti katsoen samalla eli 53 % etäisyydellä kahden peräkkäisen kuutiojalkaluokan kuutioarvon erotuksesta. Tällaiseen järjestelyyn on oltu pakoitettuja sen takia, että vain näin on voitu aikaan saada katkeamaton porrastus kaikkien kuutiojalkaluokkien kohdalle. Toimenpide ei ilmeisesti myöskään muuta kovin paljon luokituksen luonnetta yhden kuutiojalan luokituksesta poikkeavaksi, koska normaalisten sahatukkierien kyseessä ollen n.90 % tukkiluvusta joutuu ilman muuta niihin mittaluokkiin, jotka tulevat kuutioiduiksi yhden kuutiojalan luokituksella ja siis vain n. 10 % tukkiluvusta on niitä pölkkyjä, jotka jäävät tämän järjestelyn mukaan kuutioiduiksi 1½-3 kuutiojalan luokituksella. Luokituksen suurentamista järeämpien tukkikokojen kohdalla on myös yleensä pidettävä täysin perusteltuna, sillä samaan tarkkuuteen pyrittäessä voidaan suurempi kuutioisten puiden kohdalla käyttää suurempaa luokitusväliä kuin pienempi kuutioisten puiden kohdalla.

Näin saatua ns. sekaluokitusmenetelmää on sovellettu edellä mainittujen Oy Finlayson-Forssa Ab:n 179 sahatukkierän ja metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueitten 47 hankintatukkierän kuutioimiseen. Mainitut metsäntutkimuslaitoksen erät koostuvat seitsemästä eri kokeilualueesta vuosilta 1948—1954 ja sisältävät ne kaikkiaan 97340 tukkia, erien suuruuden vaihdellessa 26—9840 kappaleeseen ja keskikoon ollessa 2071 tukkia. Kuutiointien tulokset nähdään taulukossa 3.

Mitä Oy Finlayson—Forssa Ab:n aineistoon tulee, ei tulossarjan perusteella voida katsoa suurten tukkien kohdalla käytetyn laajemman kuutiojalkaluokituksen vaikuttaneen epäedullisesti erittäisiin kuutiointituloksiin yhtä vähän kuin kokonaistulokseenkaan. Metsäntutkimuslaitoksen aineiston kohdalla taas kuutiointipoikkeama on jäänyt kaikissa tapauksissa ± 1 % virherajan sisään ja pääosiltaan sekä käytännöllisesti katsoen ± ½ % virherajan sisälle.

Sekaluokitusmenetelmää voidaan siis soveltaa tukkierien kuutioimiseen samoissa tapuksissa ja samanlaisin tuloksin kuin edellä esitettyjä puolen ja kokonaisen kuutiojalan luokitukseen perustuvia kuutioimismenetelmiäkin. Lisäksi silloin, kun erät ovat suuria, hankinta- yms. erien luonteisia, on todennäköistä, että erien sekaluokitusmenetelmän mukainen kuutio ei pääasiassa tule poikkeamaan todellisesta kuutiosta juuri enempää kuin ± ½ prosenttia.

Taulukko 3. Sekaluokitusmenetelmän mukaisen kuution

Table 3. Deflection of the mixed classification method volume, in per cent, from

Selitys *Explanation*	Poikkeama todellisesta kuutiosta korkeintaan prosenttia —						
	—						
	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5
Oy Finlayson-Forssa Ab							
Eriä, kpl. — *Items, number of*	1	—	1	6	12	28	39
Erien keskisuur., kpl — *Average size of items, number of* ..	20	—	30	29	62	131	172
Metsäntutkimuslaitos							
Eriä, kpl. — *Items number of*	—	—	—	—	—	3	30
Erien keskisuur., kpl — *Average size of items, number of* ..	—	—	—	—	—	1 706	2 317

Suunniteltujen ylösotto- ja kuutioimislomakkeiden käyttö

Kuva 4 edustaa tasaavan puolen taikka kokonaisen kuutiojalkaluokituksen perusteella rakennettua ylösotto- ja kuutiointilomaketyyppiä, jossa on tukin pituutta osoittavia pystysuoria jalkasarakkeita ja tukin kuutiojalkasisältöä edustavia vaakasuoria kuutiojalkarivejä. Jokaiseen jalkasarakkeeseen on merkitty asiaankuuluvan kuutiojalkarivin kohdalle tätä kuutiojalkariviä vastaavan pölkyn paksuus tuumissa puolen tuuman luokkaväliä käyttäen. Käytännöllisistä syistä johtuen on kuitenkin puoleen tuumaan päättyvien paksuuksien itseisarvoista lomakkeeseen merkitty asianomaiselle kuutiojalkariville vain arvo ½, jolloin tätä tuumalukua edustavan arvon kokonaisosa saadaan välittömästi ao. jalkasarakkeestaan ylempää. Esimerkiksi kuvassa jalkasarakkeen 20′ ja kuutiojalkarivin 10 j³ leikkauskohdassa oleva paksuusmerkintä ½ tarkoittaa siis todellisuudessa tuumalukuarvoa 9½. Lomakkeen rakenne poikkeaa tavanomaisen tukkimittalistan muodosta, joten jo tukkien ylösottokin poikkeaa tavallisesta käytännöstä.

Käytännössä tukkien muistiin merkitseminen tällaiseen lomakkeeseen tapahtuu siten, että ensin etsitään huudettu jalkasarake ja edetään sitä alaspäin, kunnes päästään pölkyn paksuutta osoittavan tuumaluvun kohdalle. Tällöin on saavutettu se vaakasuora kuutiojalkarivi, johon tukki kokonsa puolesta kuuluu. Sitten edetään tätä vaakariviä oikealle, kunnes tullaan kappalesarakkeeseen, johon pölkky merkitään. Kun merkitsemistä

poikkeama prosenteissa mittaussäännön mukaisesta kuutiosta.
the volume agreeing with the Regulations concerning measurement of timber.

Defiegtion from the true volume, in per cent, at the most										Yht. *Total*	M % [1]
+											
0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0		
47	28	11	4	1	—	—	—	—	1	179	99.99
209	166	94	80	101	—	—	—	—	25	—	—
12	2	—	—	—	—	—	—	—	—	47	99.79
1 826	394	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1]) M % = sekaluokitusmenetelmän kuutio laskettuna prosenteissa mittaussäännön mukaisesta kuutiosta.

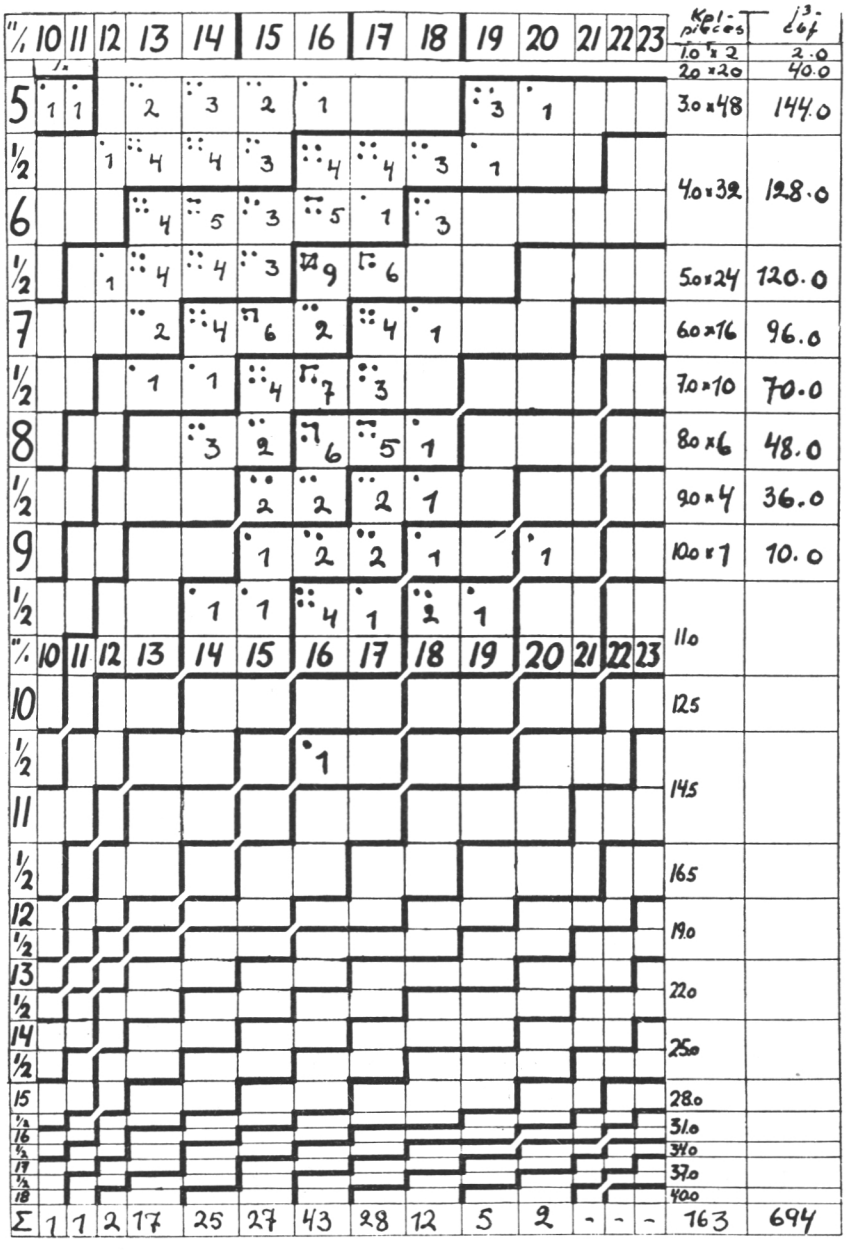
[1]) *M* % = *the volume of the mixed classification method calculated in per cent of the volume agreeing with the Regulations concering measurement of timber.*

tähän tapaan jatketaan, kaikki suunnilleen saman kuutioiset pölkyt kerääntyvät yhteen, jolloin tavallisen tukkimittalistan pituus- ja läpimittajakaantumissarjan sijasta saadaan suoraan pölkkyjen kuutiosisällön mukainen jakaantuminen, mistä päästään nopeasti kokonaiskuutiomäärään siten, että kuhunkin kuutiojalkaluokkaan kerääntyneiden tukkien lukumäärällä kerrotaan kuutiojalkaluokan kuutioarvo ja saadut tulot lasketaan yhteen.

Jos oletetaan, että kuutiojalkaluokkiin on kerääntynyt tukkeja kuvan 4 osoittamat kappalemäärät 2, 20, 48, 32, 24 . . ., silloin tukkierän kokonaiskuutio saadaan suorittamalla seuraava kertolasku:

$$1 \times 2 + 2 \times 20 + 3 \times 48 + 4 \times 32 + 5 \times 24 + \ldots = 694 \text{ j}^3$$

Käytettäessä kokonaisen kuutiojalan luokitukseen perustuvaan ylösottoja kuutioimislomaketta, voidaan kuutioiminen suorittaa helposti myös ilman kertolaskutoimituksia soveltamalla tukkimittalistan kuutioinnissa käytettyä ketjulaskumenetelmää (A r o 1947). Yllämainittu esimerkkitapaus voitaisiin kuutioida silloin seuraavasti:



Kuva 5. Sekaluokitusmenetelmään perustuva tukkien ylösotto- ja kuutioimislomake.
Fig. 5. Tally and volume-calculation form for logs based on the mixed classification method

j³-luokka	kpl				
10	1	—	=	1
9	4	+ 1	=	5
8	6	+ 5	=	11
7	10	+ 11	=	21
—	—	—	—	—
3	48	+ 93	=	141
2	20	+ 141	=	161
1	2	+ 161	=	163
		Yhteensä		694 j³

Lukija voi huomata saman ketjulaskumenetelmän mukaisen kuutioinnin suoritetun kuvan 4 sarakkeessa: ketjulasku.

Kuvan 5 edustama, sekaluokitusmenetelmään perustuva tukkien ylösotto- ja kuutioimislomake on rakennettu tavallisen tukkimittalistan kehyksiin. Siinä voidaan nähdä siis tavanomaisessa järjestyksessä tukin pituutta osoittavat pystysuorat jalkasarakkeet ja tukin paksuutta osoittavat vaakasuorat tuumarivit, joiden leikkauskohdat muodostavat mittaluokkia, joihin tukit ylösotettaessa merkitään muistiin. Tähän tukkimittalistaan on lisätty kuutiojalkaporrastus, joka jakaa ylösotetut tukit omiin portaisiinsa eli kuutiojalkaluokkiinsa. Esim. 18′ × 7″ tukki joutuu kuvan osoittamalla tavalla kuutiojalkaluokkaan (eli kuutiojalkaportaaseen), jonka arvo on 5 j³, kun sen sijaan 16′ × 10½″ tukki joutuu kuutiojalkaluokkaan 10 j³. Kuvan osoittamaan taulukkoon ylösotettua tukkierää sekaluokitusmenetelmän mukaan kuutioitaessa, lasketaan siis ensin yhteen jokaisen kuutiojalkaportaan askelmille joutuneet tukkien kappalemäärät ja merkitään saadut summat sarakkeeseen: kpl, kuten ylösottoesimerkki osoittaa. Tämänjälkeen kerrotaan kappalesarakkeeseen joutuneiden tukkien summan luvuilla (2, 20, 48 . . .) ao. kuutiojalkaluokan arvo ja merkitään tulos (esim. 1 × 2 = 2, 2 × 20 = 40 jne.) seuraavaan eli j³-sarakkeeseen, jonka saamat tulokset yhteenlaskemalla saadaan tukkierän sekaluokitusmenetelmän mukainen kokonaiskuutio selville. Tässäkin yhteydessä voitaisiin käyttää ketjulaskumenetelmän mukaista kuutiointia, mutta koska tämän laskutavan käyttö ei tässä yhteydessä helpota kuutiointitoimitusta niin oleellisessa määrin kuin kuvan 4 esittämässä tapauksessa, niin se on tässä yhteydessä jätetty huomioon ottamatta.

Kirjallisuusluettelo

Aro, Paavo. 1947. Ketjulasku tukkiluettelon juoksujalkamääriä laskettaessa. Tapion taskukirja 11. painos. Helsinki.

Asetus sisältävä puutavaran mittaussäännön. 16.12. 1938. S. As. Kok. n:o 395.

Lassila, Ilmo. 1931. Sahapuiden katkomisesta. Suomen Puu n:o 2. Helsinki.

Nisula, Pentti. 1949. Tukkien kuutioiminen yksinkertaisemmaksi ja nopeammaksi. Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 6—7. Helsinki.

Nordström, Lennart. 1944. Rationellare virkesmätning. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidsskrift. Stockholm.

CALCULATION OF THE VOLUME OF LOGS WHEN USING A ROUNDING-OFF cbf-CLASSIFICATION

Summary

The object of this study has been to find out how the volume of logs could be calculated when using rounding-off classification of half and whole cubic feet. The material chosen for this purpose consisted of 147 items from the log scaling lists of the Central Board of Forestry totalling 1.840.490 logs.

Since, with a view to practical calculation of volume, simple figures, i.e. values like 1.0, 1.5, 2.0, etc., were aimed at to be used as class centres or volume-calculation values, the average line between the classes was determined in such a manner that the mean of the parts of cubic feet exceeding the smaller class centre value of the exact volumes in between the successive values, which thus were chosen beforehand as class centres, was calculated.

The average class lines, when classifications of half and whole cubic feet were used, obtained the values shown in the tabulations on pages 12 and 13.

On the basis of these results two different volume tables were prepared, one of which is based on a rounding-off classification of half cubic foot and the other (Fig. 4) on a rounding-off classification of whole cubic foot.

In practice, the tables were applied in such a way that 85 normal items of saw logs (Oy Fiskars Ab 1) and 48 items marked for cross-cutting while standing, representing rather exceptional distribution within their log scaling lists, were calculated by volume, since, when measuring this timber, only the filling-up whole inches and the filling-up whole feet (Oy Fiskars Ab 2) and 179 small items measured for paying of wages (Oy Finlayson-Forssa Ab) were taken into account. The items contained, in general, one half of pine and another half of spruce, but no difference as regards cubing accuracy could be noticed between the different tree species. The results of the calculations of volume are shown in Table 2.

Since the log scaling list shown in Fig. 4 is exceptional in its arrangement it probably cannot be adapted in all cases. Therefore the volume-calculation method has been adapted in a different way in the log scaling list of the regular arrangement. The adaptation is shown in Fig. 5. There the measurement classes of equal cubic contents have been put together, in consequence of which, when a classification first of one and then of several cubic feet was being used, the stairlike formations indicating cbf-classes originated. This table was then adapted in calculating the volume of the said 179 items measured for paying of wages (Oy Finlayson-Forssa Ab) and the 47 items of logs covered by a delivery contract (Metsäntutkimuslaitos). The results are shown in Table 3 wherefrom it may be seen that the mixed classification method renders results similar to those rendered by the method shown in Fig. 4, and as the items grow in volume the deviation from the true volume seems to diminish.

Use of the planned tally and volume-calculation forms

Fig. 4 represents a type of a tally and volume-calculation form drawn up on the basis of the cbf-classification by half or whole cubic feet. It has vertical columns for feet indicating the length of log and horizontal lines for cubic feet indicating the volume of log in cubic feet. Every column for feet has been provided, at each relevant line for cubic feet, with the diameter of the log, in inches, corresponding to each line for cubic feet, using the classification of half an inch. For practical reasons, however, of the diameter figures terminating in half inches only the value (½) has been taken into the form on the relevant lines for cubic feet, in which case the whole figure standing for this inch-value may be had from the square immediately above in the same column for feet. An example: the diameter entry (½) at the crossing point of the column for feet (20′) and the line for cubic feet (10 cbf) thus really means 9½ inches.

In practice the tallying of logs on this kind of form is made in such a manner that the called-out column for feet is being looked up first whereafter one proceeds downward the column till the inch figure indicating the diameter of the log is reached. In this way one reaches the horizontal line for cubic feet on to which the log belongs according to its size. Then one proceeds to the right along this horizontal line till one arrives at the column for pieces into which the log is entered. When entries are continued being made in this way all logs of approximately the same volume are brought together, whereat, instead of the distribution series of length and diameter of the ordinary log scaling list, one obtains a distribution which directly agrees with the cubic contents of the logs, wherefrom one quickly arrives at the total volume by multiplying the volume-value of the cbf-class by the number of logs brought together under each cbf-class and adding up the products obtained.

If we assume that logs have been brought together under cbf-classes in the numbers 2, 20, 48, 32, 24 etc., as indicated in Fig. 4, the total volume of the item of logs is obtained by the following multiplication:

$$1 \times 2 + 2 \times 20 + 3 \times 48 + 4 \times 32 + 5 \times 24 + \ldots\ldots = 694 \text{ cbf.}$$

In the case illustrated the calculation of volume may be performed also by using chain rule. The calculation of volume could then be performed in accordance with the calculation example presented on p. 12. A corresponding process of calculation is shown also in the column headed »Chain Rule» in Fig. 4.

The tally and volume-calculation form based on the mixed classification method and represented by Fig. 5 is drawn up within the frames of the regular log scaling list to which the cbf-gradation has been added. An 18′ × 7″ log, for instance, will come, in the manner shown in the figure, into the cbf-class (or cbf-grade) whose value is 5 cbf, whereas a 16′ × 10½″ log will come into the 10 cbf-class. Thus, when calculating the volume of items of logs entered into the table, as shown by the figure, according to the mixed classification method, one first adds up the number of individual logs come on to the »steps» of each cbf grade and then enters the sums obtained into the column headed »Pieces», as indicated by the tally mark. When, after this, the relevant cbf values are multiplied by the number (2, 20, 48, etc.) of the logs come into the column for pieces, one obtains the total volume of the item of logs that agrees with the mixed classification method.