METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

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

60

HELSINKI 1966

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

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

60

HELSINKI 1966

COMMUNICATIONES

INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

60

60.1 Tiihonen, Paavo, 1965. Suomen eteläpuoliskon metsien puuston rakenne kehitysluokittain vuosina 1960—61. Valtakunnan metsien IV inventoinnin tuloksia. *Summary:* The structure of the growing stock of the forests in the southern half of Finland by development classes in 1960—61. Results of the fourth national forest inventory 1—35

60.2 Kuusela, Kullervo, 1965. A method for estimating the volume and taper curve of tree stem and for preparing volume functions and tables. *Selostus:* Menetelmä puun rungon kuutiomäärän ja kapenemiskäyrän arvioimiseksi sekä kuutioimisfunktioiden ja -taulukoiden valmistamiseksi ..... 1—18

60.3 Viro, P. J., 1965. Metsämaan viljavuuden määrittämisestä. *Summary:* On the estimation of forest soil fertility ..... 1—22

60.4 Vuokila, Yrjö, 1965. Funktions for variable density yield tables of pine based on temporary sample plots. *Selostus:* Tilapäiskoealoihin perustuvat yhtälöt männyn kasvu- ja tuottotaulukoita varten . 1—86

60.5 Koivisto, Pentti, 1965. On the systematic error in basal area caused by digression from the survey line. *Selostus:* Arvioimislinjan polveilun aiheuttama systemaattinen virhe pohjapinta-alassa ... 1—11

60.6 Tiihonen, Paavo, 1966. IV valtakunnan metsien inventointi. 3. Maan pohjoispuoliskon vesistöjen ja metsänhoitolautakuntien alueryhmät. *Summary:* Fourth national forest inventory in Finland. 3. Northern water system areas and forestry board districts ... 1—67

60.7 Ilvessalo, Mikko, 1966. Lehtipuuvaltaiset metsävarat ja niiden kehittämisen ongelmia Pertunmaan pitäjän koeinventoinnin valossa. *Referat:* Die Holzvorräte der Wälder mit überwiegendem Laubbaumbestand sowie deren Entwicklungsprobleme im Lichte der Probeinventur von Pertunmaa-Gebiet..... 1—61

SUOMEN ETELÄPUOLISKON METSIEN PUUSTON RAKENNE KEHITYSLUOKITTAIN VUOSINA 1960—61

VALTAKUNNAN METSIEN IV INVENTOINNIN TULOKSIA

PAAVO TIIHONEN

THE STRUCTURE OF THE GROWING STOCK OF THE FORESTS IN THE SOUTHERN HALF OF FINLAND BY DEVELOPMENT CLASSES IN 1960—61

RESULTS OF THE FOURTH NATIONAL FOREST INVENTORY

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1965

Helsinki 1965. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällysluettelo

Sivu

Johdanto 5

Aineisto ja tulosten esitystapa 6

Kehitysluokittaiset päätulokset 9
- Metsäpinta-ala 9
- Kehitysluokittaiset ikäluokkajakaantumat ja keski-iät 9
- Keskikuutiomäärä 9
- Puuston kokonaiskuutiomäärä 10
- Puuston järeyssuhteet 12
- Tukkipuusto 12
- Keskikasvu 12
- Puuston vuotuinen kokonaiskasvu 12
- Lähiajan hakkuumahdollisuudet koeleimausten valossa 13
- Vajaatuottoisina uudistettavien metsiköiden heikkopuustoisin osa 14
- Rinnankorkeutta lyhyempien taimien esiintyminen 14

Kirjallisuusluettelo 15

Summary 16

Taulukot 2—15 ..... 17—35

Alkusanat

Professori Yrjö Ilvessalon johdolla maan eteläpuoliskossa vuosina 1960—61 suoritettuun valtakunnan metsien IV inventointiin liitettiin eräänä tarkasteltavana kysymyksenä puuston rakenteen tutkiminen kehitysluokittain. Tehtävä uskottiin allekirjoittaneelle. Saamastani luottamuksesta ja tutkimustilaisuudesta sekä tutkimuksen suorittamiseen ratkaisevasti vaikuttaneista varhemmin saamistani monista ohjeista ja neuvoista esitän kunnioittavat kiitokseni entiselle esimiehelleni, professori Yrjö Ilvessalolle.

Tutkimuksen käsikirjoitusvaiheessa olen saanut ystävällistä apua professori Kullervo Kuuselalta. Tutkimuksen käsikirjoituksen ovat lukeneet myös metsäntutkimuslaitoksen ylijohtaja, professori Viljo Holopainen ja professori Risto Sarvas. Saamastani tuesta ja ystävällisyydestä esitän heille parhaimmat kiitokseni.

Koska tutkimusaineisto on IV inventoinnin aineistoa, ovat sen keruuseen ja käsittelyyn osallistuneet useat inventoinnin ryhmänjohtajina toimineet metsänhoitajat ja mittausapulaiset sekä metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosaston vakinaiset ja tilapäiset tutkimusapulaiset. Toivon, että tutkimukseni välityksellä voin osoittaa lämpimät kiitokseni osakseni tulleesta uutteruudesta mahdollisimman monelle heistä.

Kiitän myös metsäntutkimuslaitosta, joka on ottanut tutkimukseni julkaisusarjaansa.

Helsingissä helmikuulla 1965.

Paavo Tiihonen

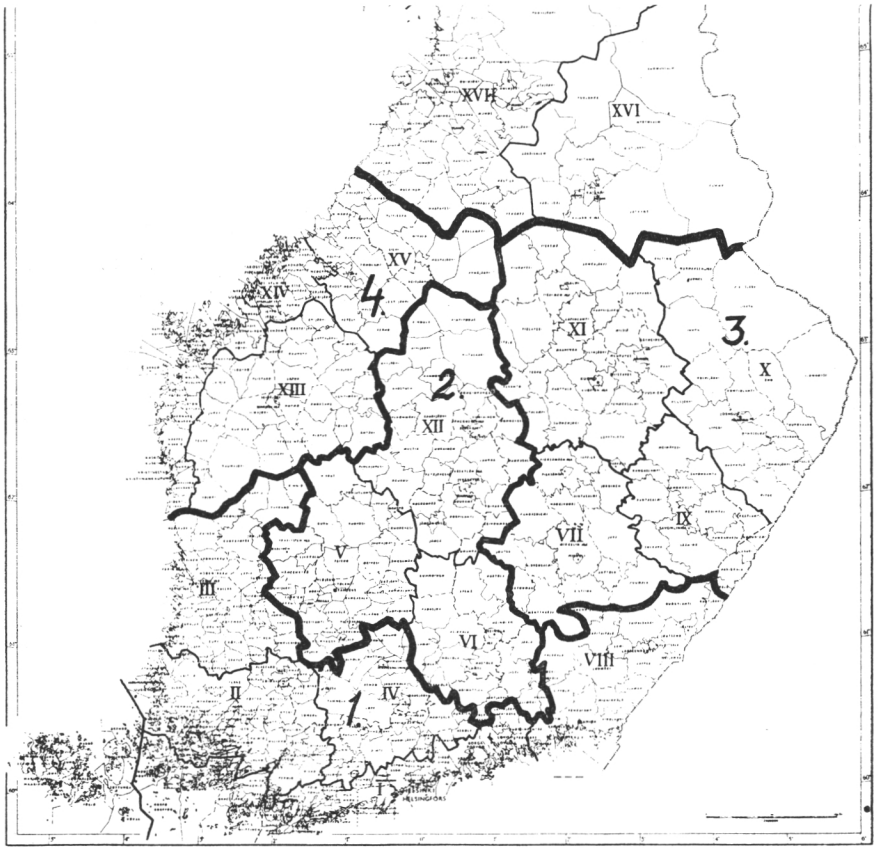
Johdanto

Vuosina 1960—61 maan eteläpuoliskossa suoritetussa valtakunnan metsien IV inventoinnissa (Ilvessalo 1962, 1963a) pyrittiin selvittämään ne metsävarojen, metsien tilan ja hakkuumahdollisuuksien muutokset, jotka olivat tapahtuneet vuosina 1951—53 suoritetun III inventoinnin (Ilvessalo 1956) jälkeen. Linjaston harvuuden vuoksi tuloksia ei ole voitu eikä ole ollut tarkoituskaan laskea metsänhoitolautakuntien toimialueittain kuten III inventoinnissa (Ilvessalo 1957), vaan ne on laskettu neljälle metsänhoitolautakunta- ja vesistöalueryhmälle.

Muutoksena edelliseen inventointiin verrattuna suoritettiin IV inventoinnissa paljon valmisteluja ja esitöitä vaatinut hakkuupoistuman arviointi (Tiihonen 1962a, 1962b). Uutta oli myös puuston kehitysluokittainen analysointi, jonka tuloksilla on merkitystä ennenmuuta hakkuuohjelmia ja suunnitteita valmistettaessa. Tässä mielessä lienee nyt julkaistavilla metsien kehitysluokittaista rakennetta kuvaavilla tiedoilla käyttöarvoa.

Aineisto ja tulosten esitystapa

Tutkimusaineisto on kokonaisuudessaan samaa IV inventoinnin aineistoa, johon aikaisemmin julkaistut maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmittäiset tulokset perustuvat (I l v e s s a l o 1963a, s. 8). Alueryhmät, jotka nähdään kuvasta 1, ovat myös samat. Metsämaalta mitatut linja-



Kuva 1. — *Fig. 1.* Maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmät: 1 lounais-eteläinen, 2 keskinen, 3 itäinen, 4 Pohjanmaa. — *The groups of Forestry Board districts in Southern half of Finland: 1 southwestern, 2 central, 3 eastern, 4 Ostrobothnia.*

pituudet esitetään seuraavassa asetelmassa, josta ilmenee myös ryhmien koostumus metsänhoitolautakuntien alueista. Alueryhmät ilmaistaan jäljempänä osittain esitetyillä järjestysluvuilla.

Mhl-ryhmä [1]) *District group [1])*	Alueryhmään kuuluvat metsänhoitolautakunnat *Forestry Board Districts in each group*	Arvioimislinjaa km *Survey line km*
1. Lounais-eteläinen — *Southwestern*	Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Etelä-Karjala sekä lisäksi Ahvenanmaa	917.9
2. Keskinen — *Central*	Pohjois-Häme, Itä-Häme, Keski-Suomi	955.5
3. Itäinen — *Eastern*	Etelä-Savo, Itä-Savo, Pohjois-Savo, Pohjois-Karjala	1 423.1
4. Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	Etelä-Pohjanmaa, Vaasa, Keski-Pohjanmaa	682.9
1—4. Kaikki — *All groups*		3 979.4

[1]) Metsänhoitolautakuntien alueryhmän lyhennys — *Abb. for group of Forestry Board Districts.*

Tässä julkaisussa on nojauduttu arvioimislinjalta kertyneeseen kuvioittaisen kuvauksen aineistoon vain vähäisessä määrin. Kehitysluokkien tunnukset perustuvat pääasiassa koealoilla suoritettuihin mittauksiin ja koeleimauksiin. Sovelletut kehitysluokat ovat seuraavat:

1. Paljaat alat — Openings
2. Taimisto a — Seedling stand a
3. » b — » » b
4. Nuori harvennusmetsikkö — Young thinning stand
5. Varsinainen » — Actual » »
6. Väljennysmetsikkö — Accretion stand
7. Uudistusmetsikkö — Regeneration stand
8. Vajaatuottoisena uudistettava metsikkö — Stands to be renewed as underproductive

Kehitysluokkien määrittämisperusteet on selostettu maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmittäisiä tuloksia kuvaavassa inventoinnin pääjulkaisussa (Ilvessalo 1963a, s. 37—39), joten perusteiden toistaminen sivuutetaan tässä. Todettakoon vain, että taimistoista on erotettu kaksi alaryhmää: a, jossa ei ole ainakaan mainittavasti ylispuita ja b, jossa sellaisia on merkittävässä määrin. Kehitysluokkien osalta on myös tehty vähäinen poikkeus Ilvessalon käyttämään ryhmittelyyn nähden. Luettelon mukaisesti on paljaat alat pidetty kaikissa tarkasteluissa omana ryhmänään eikä yhdistetty, kuten Ilvessalo (mt., s. 39) on menetellyt, vähäiseltä osalta uudistusmetsikköihin ja huomattavalta osalta vajaatuottoisiin aloihin. Mainitunlainen yhdistely on ollut suotavaa lähinnä metsänhoidolliseen kuvaukseen keskittyvässä julkaisussa.

Kehitysluokittaiset koeala- ja koeleimausmäärät nähdään taulukosta 1. Kehitysluokat on ilmaistu sekä tässä että miltei kaikissa muissakin taulukoissa edellä esitetyillä järjestysluvuilla. Taulukon 1 perusteella voidaan todeta, että useimpiin kehitysluokkiin on kertynyt sekä kaikkiaan että mhl-ryhmittäin huomattavat koeala- ja koeleimausmäärät. Useimmille kehitysluokille onkin voitu laskea kaikki tarkastellut puustotunnukset. Eräiltä osin on kuitenkin rajoituttu esim. kaikkien puulajien metsikköihin puulajivaltaisuutta erottamatta, tai tarkastelu on suoritettu vain yleisimmin esiintyvistä kehitysluokista.

Taulukko 1. Koealojen ja koeleimausten lukumäärä.
Table 1. Number of sample plots and trial marking plots.

Mhl-ryhmä [1]) *District group* [1])	Kehitysluokka — *Development Class* 1	2	3	4	5	6	7	8	Yhteensä *Total*
	Koealojen lukumäärä — *Number of sample plots*								
1. Lounais-eteläinen — *Southwestern*	47	175	210	339	986	747	884	179	3 567
2. Keskinen — *Central*	66	216	162	280	1 083	833	808	284	3 732
3. Itäinen — *Eastern*	128	295	256	402	1 484	1 290	950	727	5 532
4. Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	71	172	153	268	780	373	555	320	2 692
1—4. Kaikki *All groups*	312	858	781	1 289	4 333	3 243	3 197	1 510	15 523
	Koeleimausten lukumäärä — *Number of trial marking plots*								
1. Lounais-eteläinen — *Southwestern*	4	45	191	272	749	466	638	147	2 512
2. Keskinen — *Central*	10	31	118	195	776	527	616	252	2 525
3. Itäinen — *Eastern*	15	37	184	286	1 122	898	734	647	3 923
4. Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	23	47	130	194	585	300	471	300	2 050
1—4. Kaikki *All groups*	52	160	623	947	3 232	2 191	2 459	1 346	11 010

[1]) Metsänhoitolautakuntien alueryhmän lyhennys — *Abb. for group of Forestry Board Districts.*

Tulokset koskevat ns. uuden käsitteen mukaista metsämaata, joka käsittää kasvullisen metsämaan, huonokasvuisen metsämaan parhaat kuviot (II → I -ryhmä) ja vähäisen määrän metsänkasvatusta silmällä pitäen ojitettuja joutomaasoita (III → I -ryhmä).

Kehitysluokittaisten laskelmien tulokset on pääosiltaan koottu julkaisun loppuun liitettyihin taulukkoihin (taulukot 2—15). Sen johdosta, että maan eteläpuoliskon IV inventoinnin tuloksia on jo varhemmin selostettu sekä vesistöalue- että metsänhoitolautakuntaryhmittäin samoin kuin koko eteläpuoliskosta, on tulosten tarkastelussa rajoituttu yleensä suppeaan, muutamien keskeisimpien piirteiden esittelyyn. Tarkasteluja on jossain määrin täydennetty sellaisilla tuloksilla, jotka eivät ilmene tutkimuksen lopussa olevista taulukoista.

Kehitysluokittaiset päätulokset

Metsäpinta-ala

Tutkimukseen katsottiin aiheelliseksi liittää jo varhemmin (Ilvessalo 1963a) esitetyt kehitysluokkien metsäpinta-aloja valaisevat tulokset, jotka nähdään taulukosta 2. Tulosten suhteen viitataan Ilvessalon (mt., s. 37—42) esittämiin kuvauksiin. Edellä esitetyn mukaisesti on paljaat alat erotettu omaksi kehitysluokaksi. Lähinnä väljennys- ja uudistusmetsiköiden pinta-alojen koostumusta tarkastellaan suppeasti seuraavassa.

Kehitysluokittaiset ikäluokkajakaantumat ja keski-iät

Taulukosta 3 nähdään kehitysluokittainen ikärakenne. Kaikki kehitysluokat koostuvat yleisesti 2—3 eri ikäluokkaan luetuista metsiköistä. Keskittymistä kehitysluokittain tiettyyn ikäluokkaan on myös havaittavissa.

Ikäluokkajakaantumien »leveneminen» lähinnä vanhoja ikäluokkia kohti johtuu mäntyvaltaisissa metsissä osittain II → I -ryhmän metsiköistä. Pienikokoista puustoa sisältävinä on tämän ryhmän metsiköitä yleisesti luettu harvennus- tai väljennysmetsiköiden ryhmään. Vanhojen ikäluokkien esiintyminen väljennysmetsiköissä aiheutuu myös osittain siitä syystä, että metsikkö luettiin yleensä väljennysmetsiköksi, jos metsikön kasvattaminen lähi 10-vuotiskauden ajan oli yhtä hyvin perusteltavissa kuin siirtyminen uudistukseen.

Keskikuutiomäärä

Puuston rakenteen kehitysluokittaisessa tarkastelussa on päähuomio kiinnitetty kuutiomäärä- ja järeystunnusten tarkasteluun. Tulokset on huomattavalta osalta koottu taulukkoryhmiksi. Ryhmittelyä valaisee taulukko 4, jonka ensimmäisestä osataulukosta (4a) nähdään puuston keskikuutiomäärä kaikissa eri kehitysluokissa puulajivaltaisuutta erottamatta. Taulukossa 4 b on ryhmittelyperusteena kehitysluokan lisäksi puulajivaltaisuus. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty vähiten aineistoa sisältävät taimisto- ja taimisto ynnä ylispuuryhmät (kehitysluokat 2 ja 3).

Paljaiden alojen vähäinen keskikuutiomäärä (taulukko 4 a) johtuu tähän ryhmään luetuista heikkolaatuista jätepuustoa sisältävistä aloista. Taimisto ynnä ylispuut-luokassa on ylispuita yleisesti runsaasti. Tämän kehitysluokan keskikuutiomäärä ylittääkin lounais-eteläisellä alueella nuoreikkometsiköiden keskikuutiomäärän. Muutoin keskikuutiomäärä suurenee kehitysluokkaasteikon mukaisesti aina väljennysmetsikköihin asti. Keskikuutiomäärä on uudistusmetsiköissä huomattavasti pienempi kuin väljennysmetsiköissä. Ero johtuu siemenpuu- ja suojuspuualoista, jotka on luettu uudistusmetsiköiden

ryhmään. Mainittakoon, että III inventoinnissa erotettiin uudistusalat omaksi ryhmäksi.

Vajaatuottoisina uudistettavien metsiköiden suurehko keskikuutiomäärä useissa erotetuissa luokissa johtuu lähinnä tähän kehitysluokkaan luetuista puulajiltaan muutettavista metsiköistä, etenkin kuivien kankaiden kuusikoista.

Taulukkoryhmän molemmista osataulukoista nähdään myös varhemmin julkaistut kaikki kehitysluokat yhdistäen saadut keskimääräisluvut (I l v e s s a l o 1963 a). Taulukosta 4 b ilmenee, että kaikilla alueilla on keskikuutiomäärä suurin kuusivaltaisissa metsiköissä. Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta näin on myös kehitysluokittain.

Keskikuutiomäärän samoin kuin useiden muiden tunnusten yhteydessä erotettiin eräistä kehitysluokista alaryhmiä. Niinpä vajaatuottoisina uudistettavista metsiköistä tutkittiin I l v e s s a l o n (mt., s. 69) erottamaa »hyvin huonojen metsiköiden» alaryhmän rakennetta. Esimerkkinä alaryhmien tarkastelusta esitetään seuraavassa asetelmassa harvennus- ja väljennysmetsiköistä erotetun alaryhmän keskikuutiomäärät. Tähän ryhmään on molemmissa kehitysluokissa luettu sellaiset metsiköt, jotka metsänhoidollisen tilan perusteella on luettu »hoitotehtävä viivästynyt» -luokkaan.

Hoitotehtävä viivästynyt — *Silvicultural measure delayed.*

Harvennusmetsikkö *Actual thinning stand*					Väljennysmetsikkö *Accretion stand*				
Mhl-ryhmä — *District group*									
1	2	3	4	1—4	1	2	3	4	1—4
m^3/ha kuorineen — *cu.m./ha, incl. bark*									
106	111	107	82	104	162	164	149	129	153

Muodostetun alaryhmän keskikuutiomäärät ovat kaikilla alueilla suurempia, eräillä alueilla huomattavastikin suurempia kuin taulukossa 4 esitetyt vastaavat kaikkien harvennus- ja väljennysmetsiköiden keskimääräisluvut.

Puuston kokonaiskuutiomäärä

Puuston kuorellinen kokonaiskuutiomäärä ja sen jakaantuminen eri kehitysluokkien kesken nähdään taulukosta 5. Pohjanmaan alueryhmää lukuun ottamatta on väljennysmetsiköiden osuus kokonaismäärästä suurin. Nämä metsiköt käsittävät yhdessä harvennusmetsiköiden kanssa lähes kaksikolmannesta puuston kokonaiskuutiomäärästä. Vajaatuottoisten metsiköiden

osuus on pienentynyt kahdella sadanneksella vastaavasta pinta-alaosuudesta (kts. taulukko 2).

Taulukot 6 ja 7 täydentävät puuston kokonaiskuutiomäärän tarkastelua. Taulukosta 6 nähdään vastaavat suhteelliset jakaantumat kuin taulukossa 5 mutta erikseen mänty-, kuusi- ja lehtipuuvaltaisissa metsiköissä. Pohjanmaata lukuun ottamatta voidaan korostaa harvennusmetsiköiden merkitystä kuusivaltaisissa metsiköissä.

Taulukon 7 sadannesluvuilla on haluttu valaista, millainen »merkitys» eri puulajin ja kehitysluokan metsiköiden puuston kokonaismäärillä on sekä alueryhmittäin että keskimäärin maan eteläpuoliskossa. Tulosten perusteella voidaan toistaa edellä todettu harvennus- ja väljennysmetsiköiden keskeinen merkitys puuston kokonaiskuutiomäärässä.

Taulukkoryhmä 8 valaisee kokonaiskuutiomäärän jakaantumista eri puulajien kesken, lehtipuut yhdeksi ryhmäksi yhdistäen. Osuudet nähdään sekä puulajivaltaisuutta erottamatta (taulukko 8 a) että mänty- ja kuusivaltaisissa metsiköissä (taulukot 8 b ja 8 c). Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty lehtipuuvaltaiset metsiköt sekä mänty- ja kuusivaltaiset taimistot ja taimisto-ylispuumetsiköt, joissa puuston kokonaismäärä on kaikkiaan verraten vähäinen. Tuloksista korostettakoon lähinnä koivupuuston runsasta määrää harvennus- ja väljennysmetsiköissä. Koivun menekin lisääntyessä ja viljelytoiminnan tehostuessa keskittynevät hakkuut kuitenkin vastaisuudessa näihin ryhmiin nykyistä runsaammassa määrin.

Harvennus- ja väljennysmetsiköiden »hoitotehtävä viivästynyt»-alaryhmän kokonaiskuutiomäärät alueryhmittäin nähdään seuraavasta asetelmasta, jossa lisäksi esitetään alaryhmän puuston määrän ja metsäalan sadannesosuudet kaikkien harvennus- ja väljennysmetsiköiden vastaavista kuutiomäärä- ja pinta-alaluvuista. Alaryhmä käsittää huomattavan osuuden kaikkien harvennus- ja väljennysmetsiköiden metsäalasta ja kokonaiskuutiomäärästä. Sen osuus on ilmeisesti ainakin jossain määrin pienentynyt inven-

Hoitotehtävä viivästynyt — *Silvicultural measure delayed*

Harvennusmetsikkö *Actual thinning stand*					Väljennysmetsikkö *Accretion stand*				
Mhl-ryhmä — *District group*									
1	2	3	4	1—4	1	2	3	4	1—4
Milj. m³ kuorineen — *Million cu.m., incl. bark*									
24	20	35	12	91	13	14	19	6	52
Alaryhmän osuus kehitysluokan kokonaiskuutiomäärästä, %									
34	28	35	30	32	15	17	15	21	16
Alaryhmän osuus kehitysluokan koko metsäalasta, %									
31	24	31	25	28	15	14	14	17	14

toinnin vuosien jälkeisenä aikana. Tulokset antavat silti aiheen korostaa, että vastaisia hakkuita suunniteltaessa olisi näitä kiireellistä kunnostusta kaipaavia metsiköitä pyrittävä saamaan käsiteltäviksi.

Puuston järeyssuhteet

Järeyssuhteiden tarkastelua varten on puuston kuorellinen kokonaiskuutiomäärä ryhmitetty tavanomaiseen tapaan rinnankorkeusläpimittaluokan mukaisiin järeysluokkiin. Tulokset, jotka nähdään taulukkoryhmästä 9, ovat jälleen maan eteläpuoliskon summa- ja keskimääräislukuja. Tulosten ryhmittely on vastaavanlainen kuin taulukkoryhmässä 8. Todettakoon lähinnä, että rinnankorkeudelta yli 20 cm vahvuisia runkoja eli ns. järeää puustoa on määrällisesti eniten väljennysmetsiköissä. Vastaava suhteellinen osuus on suurin uudistusmetsiköissä.

Tukkipuusto

Taulukkoryhmä 10 valaisee puuston rakennetta tukkipuiden osalta. Taulukkoryhmän a- ja b-osan tulokset ovat hehtaaria kohden laskettuja keskimääräislukuja, c-osan luvut taas tukkipuiden kokonaislukumääriä osoittavia tuloksia. Havaitaan, että väljennysmetsiköt sisältävät eniten tukkipuurunkoja. Ero väljennys- ja uudistusmetsiköiden välillä koostuu kuitenkin pääosiltaan pienikokoisista tukkipuurungoista. Myös vajaatuottoisina uudistettavat metsiköt sisältävät huomattavan määrän tukkipuita, joskin tässä ryhmässä etenkin männyt ja koivut ovat usein heikkolaatuisia.

Keskikasvu

Keski- ja jäljempänä esitettävien kokonaiskasvulukujen mittayksikkönä on varhemman käytännön mukaisesti kuoreton kiintokuutiometri. Tuloksia valaisee taulukkoryhmä 11. Sen a-osasta havaitaan, että keskikasvu yleensä suurenee kuten keskikuutiomääräkin kehitysluokka-asteikon mukaisesti aina väljennysmetsikköihin asti. Tarkastelemalla myös taulukkoryhmän b- ja c-osia havaitaan yhdistelmänä, että asteittainen suureneminen ei ole läheskään yhtä säännöllistä kuin keskikuutiomäärien lukusarjoissa. Syynä on etenkin kehitysluokittainen ikärakenne (vrt. taulukko 3), josta myös osittain johtuu, että vajaatuottoisten metsiköiden keskikasvu on verraten suuri.

Puuston vuotuinen kokonaiskasvu

Puuston vuotuista kokonaiskasvua tarkastellaan vain taulukossa 12. Harvennusmetsiköiden ja varsinkin harvennus- ja väljennysmetsiköiden yhteinen osuus kokonaiskasvusta on huomattavan suuri. Viitaten edellä suoritettuun ns. hoitoa vailla olevien metsiköiden tarkasteluun on syytä

korostaa, että varsinkin harvennushakkuiden suoritustapaan ja harvennuskohteiden valintaan on syytä nykyisin kiinnittää vakavaa huomiota.

Lähiajan hakkuumahdollisuudet koeleimausten valossa

Inventoinnin koeleimausten päätarkoituksena oli perustietojen saaminen vastaista lähiaikaa varten laadittavan hakkuusuunnitteen puulaji- ja puutavaralajirakenteen selvittämistä varten. Koeleimauksissa nojauduttiin yleisesti hyväksyttyihin ja sovellettuihin metsänhoidollisiin perusteisiin kiinnittämällä huomiota etenkin ko. metsikön edullisimpaan kehittämismahdollisuuteen ja kasvupaikan luontaiseen puuntuottokykyyn. Koeleimaustulosten käsittelyn yksinkertaistamiseksi suoritettiin leimaus vain sellaisissa metsiköissä, joissa ko. hoitotoimenpide perustellusti olisi ollut syytä suorittaa aivan lähivuosien, korkeintaan lähi 5-vuotiskauden aikana.

Koeleimausten tuloksia ei tunnetusti voida useinkaan sellaisenaan soveltaa käytännön toimintaan, mutta leimaustulokset ovat kuitenkin merkittäviä, todellisiin mittauksiin ja metsikön rakenteeseen nojautuvia laskentaperusteita. Tuloksia onkin pidettävä lähinnä suuntaa antavina. Näin on etenkin leimaustulokset yhdistäen saatavan kokonaishakkuumäärän eli ns. hakkuukertymän laita. Tarkastelemalla saadun summaluvun koostumista erilaisista metsiköistä, eri puulajeista ja erikokoisista rungoista voidaan kuitenkin hahmotella kuva siitä, millaisissa metsiköissä hakkuita olisi lähinnä suoritettava, millaisia eroja on hakkuumahdollisuuksissa erilaisten metsiköiden välillä, mitä puulajia tai missä suhteessa eri puulajeja olisi poistettava jne., jos kiinnitetään päähuomio metsänhoidollisiin perusteisiin.

Maan eteläpuoliskon kaikki koeleimaustulokset yhdistäen saadaan hakkuumahdollisuuksia kuvaavaksi kokonaistulokseksi n. 308 milj. m^3 (kiinto-m^3 kuoretta). Määrä suurenisi vielä, jos otettaisiin huomioon myös kasvunlisäys siltä ajalta, jonka kuluessa ko. kokonaismäärä hakattaisiin. Kuten edellä on todettu, saatuun tulokseen ei voida sellaisenaan nojautua, vaan käytännön toimintaan soveltuvan esim. vuotuisen kokonaishakkuumäärän selvittelyssä on tunnetusti tarpeen suorittaa muita perusselvittelyjä ja -laskelmia, joiden tarkastelu tässä sivuutetaan.

Taulukkoryhmässä 13 esitettyjä tuloksia tarkasteltaessa on siis otettava huomioon edellä suppeasti esitetyt laskentaperusteet. Taulukkoryhmän a-osan tulosten perusteella voidaan siten lähinnä todeta, että metsänhoidollisin perustein suoritetuissa hakkuissa näyttäisi kertyvän useiden kehitysluokkien metsiköistä keskimäärin hehtaaria kohden verraten suuri puumäärä. Taulukkoryhmän b-osan mukaan hakkuissa olisi pyrittävä poistamaan etenkin lehtipuita. Kokonaismäärä kertyy lähinnä runsaasti puustoa sisältävistä kehitysluokista (osa c), uudistusmetsiköistä ja vajaatuottoisina uudistettavista metsiköistä kuitenkin muihin kehitysluokkiin verrattuna

suhteellisesti runsaammassa määrin. Taulukkoryhmän d-osasta ilmenee, että hakkuutoimintaa olisi ohjattava etenkin kuusi- ja lehtipuuvaltaisiin metsikköihin (vrt. taulukko 7).

Vajaatuottoisina uudistettavien metsiköiden heikkopuustoisin osa

Inventoinnissa sovellettujen luokitusperusteiden mukaisesti vajaatuottoisten metsiköiden heikkopuustoisin alaryhmä koostuu sellaisista metsiköistä, joissa puuston määrä ja arvo on niin vähäinen, etteivät hakkuutulot peitä uudistuskustannuksia. Laajimmassa mielessä olisi alaryhmään yhdistettävä pääosa eli n. 178 000 ha edellä taulukossa 2 esitetystä paljaiden alojen kokonaisosuudesta (Ilvessalo 1963a, s. 69). Tarkastelussa on kuitenkin rajoituttu kaikissa edellä esitetyissä taulukoissa omana ryhmänä esitetyn vajaatuottoisina uudistettavien metsiköiden alaryhmään, joka käsittää kehitysluokan metsäalasta runsaat 30 % eli n. 340 000 ha.

Taulukkoryhmässä 14 esitettyjen keskikuutiomäärien sekä puulaji- ja järeyssuhteiden lisäksi mainittakoon, että puulajivaltaisuuden mukaisesti tarkastellen saatiin maan eteläpuoliskon keskimääräistuloksiksi seuraavat keskikuutiomäärät: mäntyvaltaiset metsiköt 22 m^3, kuusivaltaiset 29 m^3 ja lehtipuuvaltaiset metsiköt 36 m^3.

Puuston kokonaiskuutiomäärän arvioksi saatiin alueryhmittäin seuraavat tulokset: lounais-eteläinen alueryhmä 1.9 milj. m^3, keskinen 1.5 milj. m^3, itäinen 6.1 milj. m^3 ja Pohjanmaa 1.9 milj. m^3. Maan eteläpuoliskon kokonaismäärä, 11.4 milj. m^3, jakaantuu eri puulajien kesken seuraavasti: mäntyä n. 15 %, kuusta n. 18 % ja lehtipuita n. 67 %. Kokonaismäärästä on yli 70 % rinnankorkeudelta alle 20 cm:n vahvuisia runkoja.

Rinnankorkeutta lyhyempien taimien esiintyminen

Viimeisenä tarkastelukohteena on rinnankorkeutta lyhyempien taimien esiintyminen seuraavissa kehitysluokissa: taimisto, taimisto ynnä ylispuut, väljennys- ja uudistusmetsikkö. Viimeksi mainittuun eivät sisälly omana ryhmänään käsitellyt vajaatuottoisina uudistettavat metsiköt. Tarkastelun piiriin on koealamittauksissa luettu mainittua maksimipituutta lyhyemmät ko. kasvupaikalla kehityskelpoiset, elinvoimaiset männyt ja kuuset. Ryhmittelyperusteena on ollut myös ko. metsikön puulajivaltaisuus. Taulukkoryhmästä 15 nähtävillä tuloksilla on pyritty lähinnä täydentämään varhemmin inventoinnin päätuloksia kuvaavissa julkaisuissa (Ilvessalo 1963b) esitettyjä keskimääräislukuja.

Kirjallisuusluettelo

Ilvessalo, Yrjö. 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three national forest inventories. Metsäntutk.julk. (MTJ) 47.1.

—»— 1957. Suomen metsät metsänhoitolautakuntien toiminta-alueittain. Valtakunnan metsien inventoinnin tuloksia. Summary: The forests of Finland by forestry board districts. Results of the national forest inventory. MTJ. 47.3.

—»— 1962. IV valtakunnan metsien inventointi. 1. Maan eteläpuoliskon vesistöalueryhmät. Summary: Fourth national forest inventory. 1. Southern water system areas. MTJ 56.1.

—»— 1963 a. IV valtakunnan metsien inventointi. 2. Maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmät. Summary: Fourth national forest inventory. 2. Southern forestry board districts. MTJ 57.4.

—»— 1963 b. Metsien käsittelyn ja metsänhoidollisen tilan kehitys ja edelleen kehittämisen tarve maan eteläpuoliskossa. Eripainos Metsätal. Aikakausl. No 12.

Tiihonen, Paavo. 1962 a. Hakkuupoistuma hankintakausina 1959—60 ja 1960—61 maan eteläpuoliskossa. Summary: Removal through cutting during the logging seasons 1959—60 and 1960—61. Metsätal. Aikakausl. No 5—6.

—»— 1962 b. Maan eteläpuoliskon hakkuupoistumat vuosina 1959—61 kantoarvioinnin valossa. Maaseudun Tulevaisuuden liite: Koetoiminta ja käytäntö No 11.

The Structure of the Growing Stock of the Forests in the Southern Half of Finland by Development Classes in 1960—61

Results of the Fourth National Forest Inventory

Summary

In the National Forest Inventory carried out in the southern half of Finland in 1960—61 (Ilvessalo 1962, 1963a) an attempt was made to determine changes occurring in forest resources, in the condition of the forests, and in the potential cut in the period following the Third National Forest Inventory of 1951—53 (Ilvessalo 1954). Because of the great distances between the survey lines, results could be calculated for only four groups of Forestry Board Districts and water-system areas. Included experimentally in the inventory was an estimate of total removals (Tiihonen 1962a, 1962b). It was also attempted for the first time to determine the structure of the growing stock according to development classes. Set forth in this publication are the major results from the computations for the different development classes.

Discussed first in the investigation are the groupings of Forestry Board Districts (Fig. 1, p. 6), the respective development classes (p. 7), and the number of sample plots and trial marking plots (Table 1, p. 8) on which the results for the most part are based. The principles applied in defining the development classes are explained in the primary publication of the Inventory (Ilvessalo 1963a, pp. 94—95).

Reference is likewise made to the mentioned publication with regard to the particular manner in which the Inventory was carried out.

The majority of the results have been combined in the tables at the end of the investigation. In addition to the results published earlier concerning areal distribution by development classes (Table 2), there can be seen from the tables the age structure (Table 3), the mean and total cubic content (Tables 4—7), the distribution of the total volume by tree species and among diameter classes (Tables 8 and 9), the structure and total amount of saw-timber stands (Table 10), and the mean and total growth of trees (Tables 11 and 12) for the different development classes. Also examined are the potential cut as indicated by the trial markings (Table 13), the composition of »very poor» stands in the class of underproductive forests (Table 14), and the occurrence of seedlings less than 1.3 meters in height (Table 15).

Part of the figures in the results are means and summations obtained by combining stands of all species; to some extent the grouping of the data has been determined also by the dominant tree species. The examination of the results has been confined to the presentation of only certain of the most important features. In addition to the aforementioned subgroup of very poor stands, another subgroup falling under thinning and accretion stands, i.e. untreated stands, have been provided alongside the over-all averages (tabulations on pp. 10—11).

TAULUKOT — TABLES
2—15

Taulukko 2. Metsäalan jakaantuminen kehitysluokkiin.[1]) — *Table 2. Distribution of forest land area by development classes.*[1])

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Kehitysluokka — *Development Class* 1 Paljaat alat *Openings*	2 Taimisto *Seedling stand* a	3 Taimisto *Seedling stand* b	4 Nuori harvennusmetsikkö *Young thinning stand*	5 Varsinainen harvennusmetsikkö *Actual thinning stand*	6 Väljennysmetsikkö *Accretion stand*	7 Uudistusmetsikkö *Regeneration stand*	8 Vajaatuott. metsiköt *Stands to be renewed as under productive*	Yhteensä *Total* %	Metsäpinta-ala *Area of forest land* 1000 ha
		Metsäalasta % — *Per cent of the area of forest land*									
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty		7.5	4.5	9.4	27.0	24.0	26.4	1.2	100	1 205
	Kuusi		2.2	5.9	9.7	31.5	22.2	22.9	5.6	100	1 130
	Lehtipuut		3.2	1.2	11.8	27.8	14.3	7.4	34.3	100	163
	Kaikki	1.4	4.7	4.8	9.5	28.7	22.3	23.3	5.3	100	2 533
2. Keskinen *Central*	Mänty		10.2	4.5	7.8	27.5	26.7	21.7	1.6	100	1 091
	Kuusi		1.7	4.9	7.3	33.5	21.5	23.0	8.1	100	1 169
	Lehtipuut		3.1	0.3	7.9	26.3	22.4	8.1	31.9	100	264
	Kaikki	1.9	5.4	4.2	7.4	29.6	23.4	20.5	7.6	100	2 570
3. Itäinen *Eastern*	Mänty		10.5	6.0	10.4	24.8	26.1	20.3	1.9	100	1 795
	Kuusi		1.5	3.4	7.5	34.9	20.1	18.3	14.3	100	1 376
	Lehtipuut		0.8	0.2	3.0	19.0	28.4	4.9	43.7	100	640
	Kaikki	2.1	5.5	4.0	8.0	26.9	23.8	16.6	13.1	100	3 892
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty		9.4	7.0	13.6	33.5	13.4	22.1	1.0	100	1 083
	Kuusi		0.8	2.4	4.7	30.7	19.0	19.3	23.1	100	553
	Lehtipuut		2.0	0.4	11.8	19.2	4.4	10.6	51.6	100	148
	Kaikki	2.3	6.0	4.9	10.4	30.7	14.1	19.8	11.8	100	1 827
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty—*Pine*		9.5	5.5	10.3	27.7	23.0	22.5	1.5	100	5 174
	Kuusi—*Spruce*		1.6	4.3	7.7	33.1	20.9	21.0	11.4	100	4 228
	Lehtipuut — *Hardwoods*		1.8	0.4	6.3	21.8	22.2	6.6	40.9	100	1 215
	Yhteensä—*Total*	1.9	5.4	4.1	8.6	28.6	21.7	19.7	9.7	100	10 822

[1]) Pääosa luvuista julkaisusta: Yrjö Ilvessalo. 1963. IV valtakunnan metsien inventointi. 2. Maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmät. MTJ 57.4. — *Figures chiefly from the publication: Yrjö Ilvessalo. 1963. Fourth National Forest Inventory. 2. Southern Forestry Board Districts. Comm. inst. for. fenn.*

Taulukko 3. Kehitysluokkien ikärakenne ja keski-ikä.

Table 3. Age composition of development classes and mean age.

Kaikkien puulajien metsiköt keskimäärin — *Average for stands of all tree species.*

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka *Development class*	Ikäluokka, v. — *Age Class, years*									Keski-ikä, v. *Average ear, yes.*
		≤10	11—20	21—30	31—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121+	
		Kehitysluokan alasta % *Per cent of area of development class*									
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	2	58	37	4	1						10
	3	51	45	3	1						10
	4		19	46	27	8			.		28
	5			4	19	65	11	1	[1]		49
	6					13	71	13	3		71
	7			.	.	4	35	36	17	8	89
	8	1	12	8	9	26	19	10	9	6	60
2. Keskinen *Central*	2	72	24	2	2						8
	3	55	40	4	1						10
	4		12	35	41	11	1				31
	5			3	12	68	16	1	.		51
	6					13	70	16	1	.	72
	7				.	3	33	39	18	7	89
	8	1	8	6	5	23	25	13	10	9	68
3. Itäinen *Eastern*	2	71	21	6	2	.					9
	3	42	43	14	1						13
	4		7	37	50	6					31
	5		.	2	14	71	12	1	.		50
	6				.	23	59	12	5	1	70
	7				.	3	26	33	22	16	95
	8	1	4	9	14	27	18	8	6	13	66
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	2	46	39	10	5						12
	3	37	48	12	3						13
	4		6	33	37	24					34
	5			2	6	75	16	1	.		52
	6					7	78	14	1	.	72
	7				.	8	43	36	10	3	82
	8	.	4	5	12	21	37	15	6	.	62
1—4. Kaikki *All groups*	2	64	29	5	2	.					10
	3	46	44	9	1						11
	4		11	38	40	11	.				31
	5		.	3	13	69	14	1	.		51
	6				.	16	67	14	3	.	71
	7				.	4	33	36	18	9	90
	8	1	6	7	11	25	24	11	7	8	65

[1]) < 0.5 %.

Taulukko 4. Keskikuutiomäärä.

Table 4. Mean volume.

a. Keskimäärin kaikkien puulajien metsiköissä.

a. Average for stands of all tree species.

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka — *Development Class*								Keskimäärin *Average*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	m³/ha, kuorineen — *cu. m/ha, incl. bark.*								
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	2	3	58	45	97	151	105	61	95
2. Keskinen — *Central*	2	2	46	47	93	136	112	76	94
3. Itäinen — *Eastern*	2	2	34	40	95	140	109	76	91
4. Pohjanmaa—*Ostrobothnia*	2	4	19	29	73	113	77	59	63
1—4. Kaikki — *All groups*	2	2	40	40	91	138	103	70	88

b. Puulajivaltaisuuden mukaan harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköissä (7 ja 8).

b. According to dominant tree species in thinning (4 and 5), accretion (6), and regeneration stands (7 and 8).

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Kehitysluokka — *Development Class*					Keskimäärin *Average* 2—8
		4	5	6	7	8	
		m³/ha, kuorineen — *cu. m/ha, incl. bark*					
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty — *Pine*	26	82	142	83	57	80
	Kuusi — *Spruce*	64	111	162	132	69	116
	Lehtipuut — *Hardwoods*	41	96	126	100	54	77
2. Keskinen *Central*	Mänty	28	78	129	87	92	79
	Kuusi	68	104	148	135	88	114
	Lehtipuut	43	98	118	91	58	83
3. Itäinen *Eastern*	Mänty	29	82	140	92	82	81
	Kuusi	61	104	140	133	90	106
	Lehtipuut	41	106	136	108	62	95
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty	24	62	95	61	21	50
	Kuusi	58	97	137	110	70	95
	Lehtipuut	40	86	113	88	47	56
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty	27	76	130	83	71	73
	Kuusi	64	105	149	131	82	110
	Lehtipuut	41	101	130	99	58	85

Taulukko 5. Puuston kokonaiskuutiomäärä.

Table 5. Total growing stock.

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka — *Development Class*								Yhteensä *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Milj. m³ kuorineen ja % *Million cu. m., incl. bark, and per cent*								
1. Lounais-eteläinen	.	.	7	11	70	84	62	8	242
Southwestern	. [1]	0.1	2.8	4.4	29.0	34.8	25.5	3.4	100
2. Keskinen	.	.	5	9	71	82	59	15	241
Central	.	0.1	2.0	3.8	29.5	33.8	24.6	6.2	100
3. Itäinen	.	1	5	12	99	129	69	38	353
Eastern	.	0.2	1.5	3.5	28.0	36.5	19.6	10.7	100
4. Pohjanmaa	.	.	2	6	40	28	28	12	116
Ostrobothnia	0.1	0.3	1.5	4.8	34.8	24.1	23.7	10.7	100
1—4. Kaikki	.	1	19	38	280	323	218	73	952
All groups	.	0.1	2.0	4.0	29.4	33.9	22.9	7.7	100

[1]) < 0.05 %.

Taulukko 6. Puuston kokonaiskuutiomäärän jakaantuminen eri kehitysluokkien kesken eri puulajien metsiköissä.

Table 6. Distribution of total growing stock by development classes in stands of different tree species.

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Kehitysluokka — *Development Class*							Yhteensä *Total*
		2	3	4	5	6	7	8	
		Koko kuutiomäärästä % *Per cent of total growing stock*							
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty — *Pine* .	0.2	1.5	2.9	26.8	41.1	26.6	0.9	100
	Kuusi — *Spruce*	0.1	4.0	5.4	30.1	31.0	26.0	3.4	100
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.3	1.2	6.2	34.5	24.1	9.5	24.2	100
2. Keskinen *Central*	Mänty	0.2	1.3	2.7	26.9	43.1	23.9	1.9	100
	Kuusi	.	2.8	4.4	31.0	28.0	27.5	6.3	100
	Lehtipuut	0.2	0.1	4.2	31.7	32.4	8.9	22.5	100
3. Itäinen *Eastern*	Mänty	0.2	1.7	3.7	24.9	44.8	22.8	1.9	100
	Kuusi	.	1.8	4.4	33.7	26.0	22.2	11.9	100
	Lehtipuut	.	0.1	1.3	21.8	41.8	5.6	29.4	100
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty	0.6	2.4	6.2	40.0	24.5	25.9	0.4	100
	Kuusi	.	0.6	2.8	30.7	26.9	22.1	16.9	100
	Lehtipuut	0.3	1.1	7.5	26.8	8.8	15.7	39.8	100
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty	0.3	1.6	3.7	28.0	40.6	24.4	1.4	100
	Kuusi	0.1	2.6	4.5	31.5	28.1	24.7	8.5	100
	Lehtipuut	0.1	0.3	3.1	25.9	34.7	7.7	28.2	100

Taulukko 7. Puuston kokonaiskuutiomäärän jakaantuminen puulajivaltaisuuden ja kehitysluokan mukaisten ryhmien kesken.

Table 7. Distribution of total growing stock according to dominant tree species and development class.

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Kehitysluokka — *Development Class* 2	3	4	5	6	7	8	Yhteensä *Total*
		Puuston kuorellisesta kokonaiskuutiomäärästä, % *Per cent of total growing stock, incl. bark.*							
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty — *Pine* .	0.1	0.6	1.2	11.0	16.9	10.9	0.4	100
	Kuusi — *Spruce*	.	2.2	2.9	16.2	16.7	14.0	1.8	
	Lehtipuut — *Hardwoods*	.	0.1	0.3	1.8	1.2	0.5	1.2	
2. Keskinen *Central*	Mänty	0.1	0.4	1.0	9.7	15.6	8.7	0.7	100
	Kuusi	.	1.6	2.4	17.0	15.4	15.1	3.4	
	Lehtipuut	.	.	0.4	2.8	2.9	0.8	2.0	
3. Itäinen *Eastern*	Mänty	0.1	0.7	1.6	10.3	18.5	9.4	0.8	100
	Kuusi	.	0.7	1.9	14.1	10.9	9.3	5.0	
	Lehtipuut	.	.	0.2	3.6	7.0	1.0	4.9	
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty	0.3	1.1	2.9	18.9	11.6	12.2	0.2	100
	Kuusi	.	0.3	1.3	13.9	12.1	10.0	7.6	
	Lehtipuut	.	0.1	0.6	2.0	0.7	1.2	3.0	
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty	0.2 [1]	0.7	1.5	11.4	16.5	9.9	0.6	100
	Kuusi	.	1.3	2.2	15.3	13.7	12.0	4.1	
	Lehtipuut	.	.	0.3	2.8	3.7	0.8	3.0	

[1]) Paljaiden alojen puusto mukaan luettuna — *Including stock on open areas.*

Taulukko 8. Puuston kokonaiskuutiomäärän jakaantuminen puulajeittain. Maan eteläpuolisko keskimäärin.

Table 8. Distribution of total growing stock according to tree species. Averages for southern half of country.

a. Kaikkien puulajien metsiköt — *a. Stands of all tree species.*

Puulaji *Tree species*	Kehitysluokka — *Development Class* 1	2	3	4	5	6	7	8	Yhteensä *Total*
	Milj. m³ kuorineen — *Million cu. m., incl. bark*								
Mänty — *Pine*	.	0.5	7.1	15.6	104.5	140.4	85.2	11.7	365
Kuusi — *Spruce*	.	0.2	5.9	11.3	119.6	122.1	105.2	33.7	398
Lehtipuut — *Hardwoods*	.	0.3	6.0	11.1	55.9	60.5	27.6	27.6	189
Yhteensä — *Total*	.	1	19	38	280	323	218	73	952
	Osuus kuorellisesta kokonaiskuutiomäärästä, % *Per cent of total growing stock, incl. bark.*								
Mänty	11	58	37	41	37	43	39	16	38.3
Kuusi	42	15	31	30	43	38	48	46	41.8
Lehtipuut	47	27	32	29	20	19	13	38	19.9
Yhteensä — *Total*	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0

b. Mäntyvaltaiset harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköt (7 ja 8).

b. Pine-dominated thinning (4 and 5), accretion (6), and regeneration stands (7 and 8).

Puulaji *tree species*	Kehitysluokka — *Development Class* 4	5	6	7	8	Keskimäärin *Average* 2—8
	Kuorellisesta kokonaiskuutiomäärästä, % *Per cent of total growing stock, incl. bark*					
Mänty — *Pine*	79	77	77	76	67	76.5
Kuusi — *Spruce*	8	12	11	15	21	12.3
Lehtipuut — *Hardwoods*	13	11	12	9	12	11.2
Yhteensä — *Total*	100	100	100	100	100	100.0

c. Kuusivaltaiset harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköt (7 ja 8).

c. Spruce-dominated thinning (4 and 5), accretion (6), and regeneration stands (7 and 8).

Mänty — *Pine*	17	12	13	13	10	12.8
Kuusi — *Spruce*	48	70	75	76	74	71.4
Lehtipuut — *Hardwoods*	35	18	12	11	16	15.8
Yhteensä — *Total*	100	100	100	100	100	100.0

Taulukko 9. Puuston järeyssuhteet. Maan eteläpuolisko keskimäärin.
Table 9. Composition of growing stock by DBH groups. Averages for southern half of country.

a. Kaikkien puulajien metsiköt — *a. Stands of all tree species.*

Läpimitta rinnankorkeudelta *Diameter at breast height*	Kehitysluokka — *Development Class* 2	3	4	5	6	7	8	Yhteensä *Total*
	Milj. m³ kuorineen — *Million cu. m., incl. bark.*							
≤10 cm	0.9	2.3	15.4	43.8	13.3	9.8	11.5	97
10.1—20 »	0.1	4.8	12.3	147.7	102.0	51.0	30.1	348
20.1—30 »	.	8.1	7.5	78.9	173.4	115.9	24.2	408
30.1+ »	.	3.8	2.8	9.6	34.3	41.3	7.2	99
Yhteensä — *Total*	1	19	38	280	323	218	73	952
	Osuus kuorellisesta kokonaiskuutiomäärästä *Per cent of total growing stock, incl. bark.*							
≤10 cm	87	12	41	16	4	5	16	10.2
10.1—20 »	10	25	32	53	32	23	41	36.6
20.1—30 »	3	43	20	28	54	53	33	42.8
30.1+ »	.	20	7	3	10	19	10	10.4
Yhteensä — *Total*	100	100	100	100	100	100	100	100.0

b. Mäntyvaltaiset harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköt (7 ja 8).
b. Pine-dominated thinning (4 and 5), accretion (6), and regeneration stands (7 and 8).

Läpimitta rinnankorkeudelta *Diameter at breast height*	Kehitysluokka — *Development Class* 4	5	6	7	8	Keskimäärin *Average* 2—8
	Kuorellisesta kokonaiskuutiomäärästä, % *Per cent of total growing stock, incl. bark.*					
≤10 cm	53	17	4	5	9	10.6
10.1—20 »	34	56	30	22	28	35.3
20.1—30 »	7	25	56	53	32	43.6
30.1+ »	6	2	10	20	31	10.5
Yhteensä — *Total*	100	100	100	100	100	100.0

c. Kuusivaltaiset harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköt (7 ja 8).
c. Spruce-dominated thinning (4 and 5), accretion (6), and regeneration stands (7 and 8).

≤10 cm	28	14	4	4	13	9.1
10.1—20 »	33	51	33	23	45	36.9
20.1—30 »	30	31	51	54	34	43.0
30.1+ »	9	4	12	19	8	11.0
Yhteensä — *Total*	100	100	100	100	100	100.0

Taulukko 10. Tukkipuusto.

Table 10. Saw-timber trees.

a. Tukkipuurunkojen lukumäärä keskimäärin hehtaaria kohden.

a. Number of saw and veneer timber trees per hectare of forest land.

Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	Kehitysluokka — *Development Class*								Keskimäärin *Average*
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty — *Pine* .	.	.	31	12	44	127	81	14	62.8
	Kuusi — *Spruce*	1.4	.	34	9	46	108	90	31	62.1
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.7	0.4	16	6	4	13	7	6	7.2
	Yhteensä—*Total*	2.1	0.4	81	27	94	248	178	51	132.1
2. Keskinen *Central*	Mänty	.	.	22	13	41	103	71	20	53.6
	Kuusi	.	.	18	6	44	96	95	43	59.5
	Lehtipuut	.	.	19	11	11	23	11	15	14.0
	Yhteensä	.	.	59	30	96	222	177	78	127.1
3. Itäinen *Eastern*	Mänty	.	.	24	9	44	122	86	18	59.3
	Kuusi	.	.	9	4	36	57	70	37	40.5
	Lehtipuut	.	.	8	7	12	35	13	12	16.2
	Yhteensä	.	.	41	20	92	214	169	67	116.0
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty	.	0.6	13	4	33	98	63	9	38.7
	Kuusi	.	.	3	3	26	84	46	45	34.4
	Lehtipuut	.	.	2	1	1	5	8	4	3.1
	Yhteensä	.	0.6	18	8	60	187	117	58	76.2
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty	.	0.1	23	10	41	116	77	16	55.2
	Kuusi	0.2	.	17	6	38	82	78	39	49.0
	Lehtipuut	0.1	0.1	11	6	9	23	10	10	11.3
	Yhteensä	0.3	0.2	51	22	88	221	165	65	115.5

b. Tukkipuurunkojen lukumäärä keskimäärin hehtaaria

b. Number of saw and veneer timber trees

Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	Kehitysluokka —								
		3			4			5		
		Läpimittaryhmä rinnankork., cm —								
		19—23	25—29	31+	19—23	25—29	31+	19—23	25—29	31+
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty	12.2	10.4	7.9	3.3	6.5	2.7	32.2	10.3	1.6
	Kuusi	14.8	12.7	6.5	5.1	2.8	0.9	33.3	10.2	2.0
	Lehtipuut	8.3	6.3	1.7	3.2	2.3	0.3	2.8	1.3	0.3
	Yhteensä	35.3	29.4	16.1	11.6	11.6	3.9	68.3	21.8	3.9
2. Keskinen *Central*	Mänty	6.2	10.9	4.7	4.3	5.6	3.0	29.4	10.2	1.1
	Kuusi	6.4	9.0	2.7	3.7	2.1	0.6	30.6	11.3	2.0
	Lehtipuut	14.3	3.4	1.2	5.8	4.3	0.7	8.3	2.4	0.7
	Yhteensä	26.9	23.3	8.6	13.8	12.0	4.3	68.3	23.9	3.8
3. Itäinen *Eastern*	Mänty	9.5	9.6	4.6	5.0	2.8	1.0	31.6	10.5	1.8
	Kuusi	4.1	3.5	1.8	2.7	1.3	0.5	27.0	7.9	1.0
	Lehtipuut	4.7	2.7	0.3	4.2	2.6	0.3	8.9	2.7	0.4
	Yhteensä	18.3	15.8	6.7	11.9	6.7	1.8	67.5	21.1	3.2
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty	8.1	3.9	1.3	3.0	1.0	0.1	26.9	5.0	0.8
	Kuusi	2.0	1.5	—	1.9	0.7	0.1	20.0	4.8	0.7
	Lehtipuut	1.5	0.2	—	0.9	0.2	—	1.2	0.2	—
	Yhteensä	11.6	5.6	1.3	5.8	1.9	0.2	48.1	10.0	1.5
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty—*Pine*	9.2	9.0	4.9	4.0	4.1	1.7	30.3	9.4	1.4
	Kuusi — *Spruce*	7.0	6.7	2.9	3.5	1.7	0.5	28.1	8.7	1.4
	Lehtipuut — *Hardwoods*	7.0	3.4	0.8	3.6	2.4	0.3	6.3	1.8	0.4
	Yhteensä *Total*	23.2	19.1	8.6	11.1	8.2	2.5	64.7	19.9	3.2

kohden rinnankork. läpimittaluokkaryhmittäin.
per hectare of forest land by DBH-classes.

Development Class											
6			7			8			Keskimäärin *Average*		
Dbh-groups, cm											
19—23	25—29	31+	19—23	25—29	31+	19—23	25—29	31+	19—23	25—29	31+
68.5	45.5	12.9	36.6	32.4	12.5	4.8	6.7	2.8	33.6	22.1	7.1
68.5	33.0	7.0	45.3	33.1	11.5	20.4	9.6	1.3	37.1	19.5	5.5
7.8	4.2	1.1	3.5	2.2	1.1	2.2	2.4	0.9	4.0	2.4	0.8
144.8	82.7	21.0	85.4	67.7	25.1	27.4	18.7	5.0	74.7	44.0	13.4
57.2	38.2	7.3	30.1	30.9	10.2	8.4	6.5	5.4	29.0	19.6	5.0
59.1	30.2	6.7	43.4	38.2	13.8	27.2	12.8	2.5	34.4	19.8	5.3
15.5	6.4	0.9	6.9	3.1	0.8	9.0	5.6	0.7	9.6	3.6	0.8
131.8	74.8	14.9	80.4	72.2	24.8	44.6	24.9	8.6	73.0	43.0	11.1
64.3	47.4	10.6	33.2	37.1	15.7	7.2	6.1	4.5	31.0	21.8	6.5
35.9	15.6	5.2	41.0	22.2	7.1	25.4	8.7	2.7	26.4	10.9	3.2
22.4	10.4	2.0	7.3	4.7	1.2	7.2	4.7	0.7	10.5	4.8	0.9
122.6	73.4	17.8	81.5	64.0	24.0	39.8	19.5	7.9	67.9	37.5	10.6
69.4	25.6	3.5	36.4	21.3	5.5	5.1	2.4	1.8	26.4	10.1	2.2
62.5	18.4	2.9	29.8	12.9	3.1	34.4	8.9	1.4	25.1	7.9	1.4
3.7	0.9	0.1	5.1	2.0	0.6	2.7	0.8	0.1	2.4	0.6	0.1
135.6	44.9	6.5	71.3	36.2	9.2	42.2	12.1	3.3	53.9	18.6	3.7
64.0	42.1	9.5	33.9	31.5	11.7	6.6	5.5	3.9	30.4	19.3	5.5
52.5	23.7	5.7	40.9	27.6	9.3	27.1	9.6	2.2	30.5	14.5	4.0
15.1	6.9	1.3	5.8	3.1	1.0	5.9	3.8	0.6	7.3	3.3	0.7
131.6	72.7	16.5	80.6	62.2	22.0	39.6	18.9	6.7	68.2	37.1	10.2

c. Tukkipuurunkojen kokonaislukumäärä.

c. Total number of saw and veneer timber trees.

Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	Kehitysluokka — *Development Class*							Yhteensä *Total*
		1—2	3	4	5	6	7	8	
		Milj. runkoa — *Millions of stems*							
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty	.	3.7	3.0	31.8	71.0	47.7	1.9	159.1
	Kuusi	.	4.2	2.1	32.9	61.0	52.9	4.2	157.3
	Lehtipuut	.	1.9	1.4	3.1	7.1	3.9	0.7	18.1
	Yhteensä	.	9.8	6.5	67.8	139.1	104.5	6.8	334.5
2. Keskinen *Central*	Mänty	.	2.3	2.5	30.6	61.1	37.2	4.0	137.7
	Kuusi	.	2.0	1.2	33.3	57.6	50.5	8.3	152.9
	Lehtipuut	.	2.1	2.1	9.0	13.9	5.9	3.0	36.0
	Yhteensä	.	6.4	5.8	72.9	132.6	93.6	15.3	326.6
3. Itäinen *Eastern*	Mänty	.	3.7	2.8	46.1	113.5	55.6	9.0	230.7
	Kuusi	.	1.4	1.4	37.7	52.6	45.6	18.9	157.6
	Lehtipuut	.	1.2	2.2	12.6	32.1	8.5	6.4	63.0
	Yhteensä	.	6.3	6.4	96.4	198.2	109.7	34.3	451.3
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty	.	1.2	0.8	18.4	25.4	23.0	1.9	70.7
	Kuusi	.	0.3	0.5	14.3	21.6	16.6	9.6	62.9
	Lehtipuut	.	0.2	0.2	0.7	1.2	2.7	0.7	5.7
	Yhteensä	.	1.7	1.5	33.4	48.2	42.3	12.2	139.3
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty — *Pine* .	.	10.9	9.1	126.9	271.0	163.5	16.8	598.2
	Kuusi — *Spruce*	.	7.9	5.2	118.2	192.8	165.6	41.0	530.7
	Lehtipuut — *Hardwoods*	.	5.4	5.9	25.4	54.3	21.0	10.8	122.8
	Yhteensä *Total*	.	24.2	20.2	270.5	518.1	350.1	68.6	1 251.7

Taulukko 11. Keskikasvu.

Table 11. Mean annual growth.

a. Averages in stands of all tree species.

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka — *Development Class*								Keskimäärin *Average*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	m³/ha kuoretta — *cu. m., excl. bark*								
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	0.1	0.3	2.5	2.7	4.1	4.2	2.9	2.3	3.3
2. Keskinen — *Central*	0.1	0.2	2.0	2.5	4.0	4.0	3.1	2.7	3.2
3. Itäinen — *Eastern*	0.2	0.1	1.5	2.3	4.0	4.3	2.9	2.9	3.1
4. Pohjanmaa—*Ostrobothnia*	0.2	0.3	1.0	1.8	3.0	3.4	2.4	2.2	2.4
1—4. Kaikki — *All groups*	0.1	0.2	1.8	2.3	3.8	4.1	2.9	2.6	3.1

b. Mäntyvaltaiset harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköt (7 ja 8).

b. Pine-dominated thinning (4 and 5), accretion (6), and regeneration stands (7 and 8).

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka — *Development Class*					Keskimäärin *Average* 2—8
	4	5	6	7	8	
	m³/ha kuoretta — *cu. m./ha, excl. bark*					
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	1.5	3.1	3.8	2.0	1.8	2.4
2. Keskinen — *Central*	1.4	3.0	3.3	2.2	2.7	2.3
3. Itäinen — *Eastern*	1.6	3.1	3.8	2.5	2.4	2.5
4. Pohjanmaa—*Ostrobothnia*	1.4	2.4	2.4	1.7	0.9	1.8
1—4. Kaikki — *All groups*	1.5	2.9	3.6	2.1	2.1	2.3

c. Kuusivaltaiset harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköt (7 ja 8).

c. Spruce-dominated thinning (4 and 5), accretion (6) and regeneration stands (7 and 8).

1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	3.8	5.0	4.6	3.8	1.9	4.1
2. Keskinen — *Central*	3.6	4.6	4.7	3.9	2.4	4.1
3. Itäinen — *Eastern*	3.6	4.7	4.6	3.5	2.5	3.9
4. Pohjanmaa—*Ostrobothnia*	3.2	4.2	4.1	3.5	2.2	3.4
1—4. Kaikki — *All groups*	3.6	4.7	4.6	3.7	2.3	4.0

Taulukko 12. Puuston vuotuinen kokonaiskasvu.

Table 12. Total annual growth.

a. Kaikkien puulajien metsiköt — *a. Stands of all species.*

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka — *Development Class*								Yhteensä *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Milj. m³ kuoretta ja % — *Million cu. m., excl. bark, and per cent*								
1. Lounais-eteläinen	.	0.03	0.31	0.66	3.08	2.43	1.70	0.31	8.52
Southwestern	.	0.4	3.6	7.8	36.1	28.5	19.9	3.7	100
2. Keskinen	0.01	0.02	0.21	0.49	2.97	2.37	1.63	0.52	8.22
Central	0.1	0.2	2.6	5.9	36.2	28.8	19.9	6.3	100
3. Itäinen	0.01	0.03	0.23	0.71	4.11	3.86	1.85	1.46	12.26
Eastern	0.1	0.2	1.9	5.8	33.5	31.5	15.1	11.9	100
4. Pohjanmaa	0.01	0.03	0.09	0.34	1.71	0.82	0.82	0.48	4.30
Ostrobothnia	0.2	0.6	2.2	7.9	39.7	19.2	19.0	11.2	100
1—4. Kaikki	0.03	0.11	0.84	2.20	11.87	9.48	6.00	2.77	33.30
All groups	0.1	0.4	2.5	6.6	35.6	28.5	18.0	8.3	100

Taulukko 13. Lähiajan [1]) hakkuumahdollisuudet koeleimausten valossa.

Table 13. Possibilities for cut in the near future [1]) as indicated by trial markings.

a. Keskimäärin hehtaaria kohden — *a. Average per hectare.*

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka — *Development Class*								Keskimäärin *Average*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	m³/ha kuoretta — *cu. m./ha, excl. bark*								
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	0.2	0.7	40	20	21	26	34	40	26
2. Keskinen — *Central*	0.6	0.6	30	20	22	27	37	56	28
3. Itäinen — *Eastern*	0.7	0.5	22	17	26	35	48	58	33
4. Pohjanmaa—*Ostrobothnia*	1.6	1.0	13	10	19	32	33	45	24
1—4. Kaikki — *All groups*	0.8	0.7	27	17	22	31	39	53	29

[1]) Lähiaika kts. s. 13 — *See p. 13.*

b. Puulajisuhteet harvennus (4 ja 5)-, väljennys (6)- ja uudistusmetsiköissä (7 ja 8).

b. Composition by tree species in thinning (4 and 5), accretion (6), and regeneration stands (7 and 8).

Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	Kehitysluokka — *Development Class*					Keskimäärin *Average* 1—8
		4	5	6	7	8	
		% — *Per cent*					
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty — *Pine*	33	27	32	31	18	29
	Kuusi — *Spruce*	29	39	42	54	51	45
	Lehtipuut — *Hardwoods*	38	34	26	15	31	26
2. Keskinen *Central*	Mänty	33	23	29	29	18	26
	Kuusi	20	33	36	52	52	41
	Lehtipuut	47	44	35	19	30	33
3. Itäinen *Eastern*	Mänty	32	25	30	32	17	27
	Kuusi	19	26	24	40	46	33
	Lehtipuut	49	49	46	28	37	40
4. Pohjanmaa *Ostrobothnia*	Mänty	37	34	29	29	10	27
	Kuusi	16	32	45	41	61	42
	Lehtipuut	47	34	26	30	29	31
1—4. Kaikki *All groups*	Mänty	33	26	30	31	16	27
	Kuusi	22	31	33	46	51	39
	Lehtipuut	45	43	37	23	33	34

c. Kokonaismäärän suhteellinen jakaantuminen eri kehitysluokkien kesken.

c. Relative distribution of total cut among the different development classes.

Mhl-ryhmä *District group*	Kehitysluokka — *Development Class*								Yhteensä *Total*
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Kokonaismäärästä % — *Per cent of total cut*								
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	.	0.1	7.6	7.4	23.4	22.8	30.4	8.3	100
2. Keskinen — *Central*	.	0.1	4.6	5.5	23.5	23.1	27.6	15.6	100
3. Itäinen — *Eastern*	.	0.1	2.7	4.1	20.7	25.1	24.2	23.1	100
4. Pohjanmaa—*Ostrobothnia*	0.1	0.2	2.7	4.5	24.1	19.1	27.3	22.0	100
1—4. Kaikki — *All groups*	0.1	0.1	4.1	5.4	22.5	23.4	26.5	17.9	100

d. Kokonaismäärän jakaantuminen puulajivaltaisuuden ja kehitysluokan mukaisten ryhmien kesken. — Maan eteläpuolisko keskimäärin.

d. Distribution of total cut according to dominant tree species and development classes. Averages for southern half of country.

Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Kehitysluokka — *Development Class*							Yhteensä *Total*
	2	3	4	5	6	7	8	
	Osuus kokonaismäärästä % — *Per cent of total cut*							
Mänty — *Pine*	0.1	1.5	1.6	7.5	10.7	12.0	1.3	34.7
Kuusi — *Spruce*	0.1 [1])	2.6	3.4	12.2	9.0	13.2	10.7	51.2
Lehtipuut — *Hardwoods* ..		.	0.4	2.8	3.7	1.3	5.9	14.1
Yhteensä — *Total*								100.0

[1]) Paljaat alat ja lehtipuuvaltaiset mukaan luettuina. — *Includes openings and hardwoods-dominated stands.*

Taulukko 14. Vajaatuottoisina uudistettavien ryhmän heikkopuustoisimpien, ns. hyvin huonojen metsiköiden puuston rakenne.

Table 14. Composition of the growing stock of the most poorly stocked stands in the group of stands to be renewed as underproductive.

a. Keskikuutiomäärä — *a. Mean volume.*

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	m³/ha kuorineen *cu. m./ha, incl. bark*
1. Lounais-eteläinen — *Southwestern*	Kaikki — *All*	32
2. Keskinen — *Central*	»	27
3. Itäinen — *Eastern*	»	37
4. Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	»	31
1—4. Kaikki — *All groups*	Mänty — *Pine*	22
	Kuusi — *Spruce*	29
	Lehtipuut — *Hardwoods* ..	36
	Kaikki — *All*	33

b. Puulaji- ja järeyssuhteet.

b. Composition of growing stock by tree species and DBH groups.

Mhl-ryhmä *District group*	Mänty *Pine*	Kuusi *Spruce*	Lehtipuut *Hardwoods*	Yhteensä *Total*	≤10 cm	10.1—20	20.1—30	30.1+ cm	Yhteensä *Total*
	%								
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	13	14	73	100	40	31	19	10	100
2. Keskinen — *Central*	13	19	68	100	42	29	18	11	100
3. Itäinen — *Eastern*	18	18	64	100	33	36	25	6	100
4. Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	9	17	74	100	54	36	10	.	100
1—4. Kaikki *All groups*	15	18	67	100	39	34	21	6	100

Taulukko 15. Rinnankorkeutta (1.3 m) lyhyempien taimien esiintyminen.
Table 15. Occurrence of saplings of less than breast height (1.3 m).

a. Lukumäärä keskimäärin hehtaaria kohden — *a. Average number per hectare.*

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Taimien puulaji *Sapling species*	Pituusluokka, m *Height class, m*	Kehitysluokka *Development Class* 2	3	6	7
				Lukumäärä hehtaaria kohden *Number per hectare*			
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty *Pine*	Mänty *Pine*	≤0.5	4 160	5 430	1 400	1 650
			0.5+ [1]	990	1 760	50	90
		Kuusi *Spruce*	≤0.5	300	510	400	330
			0.5+	120	190	200	40
	Kuusi *Spruce*	Mänty	≤0.5	90	310	240	280
			0.5+	.	100	10	10
		Kuusi	≤0.5	3 590	7 200	3 050	3 100
			0.5+	2 350	2 530	450	720
2. Keskinen — *Central*	Mänty	Mänty	≤0.5	4 980	5 140	500	1 060
			0.5+	1 210	1 070	60	140
		Kuusi	≤0.5	140	190	470	300
			0.5+	80	140	190	90
	Kuusi	Mänty	≤0.5	970	140	30	80
			0.5+	200	70	10	20
		Kuusi	≤0.5	3 770	3 180	1 910	3 230
			0.5+	1 930	1 560	1 070	600
3. Itäinen — *Eastern*	Mänty	Mänty	≤0.5	5 800	5 740	580	680
			0.5+	450	130	40	130
		Kuusi	≤0.5	120	100	200	70
			0.5+	30	10	80	20
	Kuusi	Mänty	≤0.5	490	130	30	80
			0.5+	360	90	20	20
		Kuusi	≤0.5	3 120	1 710	920	1 140
			0.5+	640	1 060	210	290
4. Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	Mänty	Mänty	≤0.5	2 250	3 800	190	520
			0.5+	1 380	1 300	80	130
		Kuusi	≤0.5	30	40	110	.
			0.5+	10	.	10	.
	Kuusi	Mänty	≤0.5	200	50	50	110
			0.5+	500	160	.	10
		Kuusi	≤0.5	5 800	1 000	930	1 170
			0.5+	.	260	300	490

[1]) 0.5—1.3 m

b. Esiintymisen runsaussuhteet. Mänty- ja kuusitaimet yhteensä.

b. Relative frequency of occurrence. Total for pine and spruce saplings.

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Kehitysluokka *Development class*	Taimien lukumäärä ha kohden *Number of saplings per hectare*					
			Ei taimia *No saplings*	1000	2000	3000—5000	6000—10000	10000+
			Luokan osuus kehitysluokan metsäpinta-alasta, % *Representation in per cent of forest area of each development class*					
1. Lounais-eteläinen *Southwestern*	Mänty *Pine*	2	28	10	8	28	12	14
		3	13	12	6	25	20	24
		6	73	5	5	8	4	5
		7	58	9	10	10	8	5
	Kuusi *Spruce*	2	26	9	9	29	15	12
		3	8	11	11	20	23	27
		6	56	7	5	12	11	9
		7	43	8	12	14	10	13
2. Keskinen — *Central*	Mänty	2	17	9	12	25	18	19
		3	19	7	15	21	20	18
		6	71	9	6	7	4	3
		7	63	13	7	10	4	3
	Kuusi	2	20	14	—	23	23	20
		3	28	8	15	21	16	12
		6	45	14	9	16	9	7
		7	39	15	10	15	13	8
3. Itäinen — *Eastern*	Mänty	2	23	10	13	21	17	16
		3	24	6	9	26	13	22
		6	80	7	4	5	3	1
		7	75	9	5	7	3	1
	Kuusi	2	21	15	15	21	12	16
		3	34	15	12	26	8	5
		6	70	11	5	9	3	2
		7	61	11	9	11	5	3
4. Pohjanmaa — *Ostrobothnia*	Mänty	2	32	12	10	26	14	6
		3	20	17	14	18	17	14
		6	87	4	3	4	1	1
		7	78	8	4	7	2	1
	Kuusi	2	30	—	40	10	10	10
		3	47	26	5	16	.	6
		6	68	10	10	6	3	3
		7	60	12	7	8	10	3

A METHOD FOR ESTIMATING THE VOLUME AND TAPER CURVE OF TREE STEM AND FOR PREPARING VOLUME FUNCTIONS AND TABLES

KULLERVO KUUSELA

SELOSTE:

MENETELMÄ PUUN RUNGON KUUTIOMÄÄRÄN JA KAPENEMIS-KÄYRÄN ARVIOIMISEKSI SEKÄ KUUTIOIMISFUNKTIOIDEN JA -TAULUKOIDEN VALMISTAMISEKSI

HELSINKI 1965

Contents

	Page
Introduction	3
Estimation of accurate stem volume	4
Strategic characteristics which determine stem volume	7
Taper curves as a function of form factor	9
Stem volume as a function of characteristics measurable in practical forestry	12
Conclusions	14
References—Kirjallisuus	16
Seloste	17

Helsinki 1965. Valtioneuvoston kirjapaino

Introduction

The current method for estimating the accurate volume of a tree stem is to divide the stem into sections of even length, measure the mid-sectional areas, and calculate the volume of each section as the product of length and corresponding mid-sectional area. The length of each section for a small tree (e.g., up to 10 m in length) is 1 m and for a big tree 2 m. The length of the butt section is usually 1 m for all trees. The top section, as a divisional remainder, is of varying length up to 1 or 2 m. In the volume functions or tables the stem volume is the dependent variable and the diameter at breast height, the length (or height) of the stem and a suitable form characteristic are used as independent variables. The taper curves are calculated for trees described by diameter, length and form classes (e.g.: Ilvessalo 1947; Näslund 1947; Vuokila 1960; Tiihonen 1961; etc.).

The methods are based on a great number (usually several thousands) of sample trees, measurements and calculations. The adjustment of volumes and taper figures requires numerous observations because the basic diameter at breast height is located near the root buttress and consequently varies greatly. The diameter at breast height is quite a different volume characteristic for small trees than for big ones. It has been very difficult to prepare volume tables and taper curves in a such way that a curve as a function of a diameter, length and form characteristic is identical in regard to the volume determined directly from the same diameter, length and form characteristic.

There seems to be an urgent and constant need for a method which is faster and cheaper than the current methods. The approach described in this paper originates from a hypothesis that the basic relationships between the variables determining the stem volume should purposely be investigated independent of diameter at breast height and artificial form characteristics in order to find a minimum number of strategic characteristics. After this as a second phase comes the development of a method using those characteristics which are measurable in practical forestry. The starting point for this development is the use of diameters measured at proportional lengths and the »HOHENADL's sections» (Hohenadl 1922—23; Prodan 1951).

Estimation of accurate stem volume

The stem volume (v) in this paper is the total volume of a stem from the cross-sectional area at ground level to the top of the stem. Volume is estimated on the basis of the sectional diameters (d) which are measured at proportional lengths from the base of the stem. The 11 diameters needed are (Fig. 1):

$$d_{0\cdot0}\ d_{0\cdot1}\ d_{0\cdot2} \cdots d_{0\cdot9}\ d_{1\cdot0} = 0$$

$d_{0\cdot0}$ is the diameter at ground level, $d_{0\cdot1}$ the diameter at 0.1 of the total length (1) from ground level, etc., and $d_{1\cdot0}$ is at the top of the stem where the diameter is zero.

The volume can be calculated by HOHENADL's formula using 5 sections of equal length = 0.2 1, and their mid-sectional diameters (P r o d a n 1951, p. 14):

$$v = 0.2\ l\ \frac{\pi}{4}\ (d^2_{0\cdot1} + d^2_{0\cdot3} + d^2_{0\cdot5} + d^2_{0\cdot7} + d^2_{0\cdot9}) \qquad (1)$$

The volume calculation can be made also by proportional diameters, which procedure gives a true form factor (f). One of the diameters measured is taken as the base diameter and is given a value of 100. All other diameters are calculated in proportion to it and called proportional diameters (p) (Fig. 1):

$$p_{0\cdot0} = 100\ \frac{d_{0\cdot0}}{d_{0\cdot1}};\ p_{0\cdot1} = 100;\ p_{0\cdot3} = 100\ \frac{d_{0\cdot3}}{d_{0\cdot1}};\qquad \text{etc.}$$

The diameter at 0.1 of the length of the stem from the ground is a good base diameter because it is located above the root swelling and under the crown in the most important and unchanging part of the stem. The diameter at 0.2 of the length would be suitable, too, but $d_{0\cdot3}$ is often affected by crown branches.

Substituting the proportional diameters into formula (1) gives:

$$v = 0.2\ l\ \frac{\pi}{4}\ \left(\frac{d_{0\cdot1}}{100}\right)^2\ (p^2_{0\cdot1} + p^2_{0\cdot3} + \cdots + p^2_{0\cdot9}) \qquad (2)$$

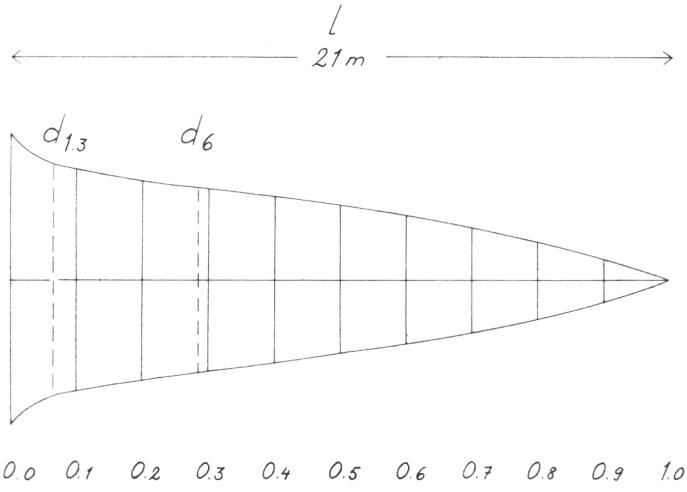


Fig. 1. Location of diameters at proportional lengths and at breast height and 6 m from the ground level on a stem of 21 meter's length.
Kuva 1. Suhteellisilla etäisyyksillä mitattujen läpimittojen sekä rinnantasalla ja 6 m:n etäisyydellä maanpinnan tasosta mitattujen läpimittojen paikat 21 m pitkällä rungolla.

Marking the cross-sectional area at 0.1 of the length by $g_{0 \cdot 1}$ gives:

$$v = l \; g_{0 \cdot 1} \; 0.00002 \; (p^2_{0 \cdot 1} + p^2_{0 \cdot 3} + \cdots + p^2_{0 \cdot 9}) \tag{3}$$

where the true form factor $f_{0 \cdot 1}$ is

$$f_{0 \cdot 1} = 0.00002 \; (p^2_{0 \cdot 1} + p^2_{0 \cdot 3} + p^2_{0 \cdot 5} + p^2_{0 \cdot 7} + p^2_{0 \cdot 9}) \tag{4}$$

In short form the volume formula is

$$V = l \; g_{0 \cdot 1} \; f_{0 \cdot 1} = 0.7854 \; l \; d^2_{0 \cdot 1} \; f_{0 \cdot 1} \tag{5}$$

If the form factor determined above is calculated on the basis of only 5 sectional diameters, the volume cannot be very accurate. On an average, the volume is an understimate because the mid-sectional diameter $d_{0 \cdot 1}$ gives the butt section, which is a truncated neiloid, too little content. On the other hand, the mid-sectional diameter gives the higher sections, which are mostly truncated paraboloids, too great a content, but a little overestimate for the top sections does not compensate for the underestimate of the butt section.

A very accurate estimate of the form factor can be calculated on the basis of all 11 diameters using the following formula for truncated geometric rotation solids:

$$V = l \, \frac{g_b + 4g_m + g_t}{6}$$

where l is the length, g_b, g_m and g_t the sectional areas correspondingly at the base, middle and top of the solid. Applying this formula for each of the 5 H o h e n a d l's sections, the form factor is:

$$f_{0\cdot1}\ 0.00002\ \left(\frac{p^2_{0\cdot0} + 4p^2_{0\cdot1} + p^2_{0\cdot2}}{6} + \frac{p^2_{0\cdot2} + 4p^2_{0\cdot3} + p^2_{0\cdot4}}{6} + \cdots + \frac{p^2_{0\cdot8} + 4p^2_{0\cdot9} + 0}{6}\right);$$

$$f_{0\cdot1} = \frac{1}{300\,000}\ (p^2_{0\cdot0} + 4p^2_{0\cdot1} + 2p^2_{0\cdot2} + 4p^2_{0\cdot3} + \cdots + 2p^2_{0\cdot8} + 4p^2_{0\cdot9})\ (6)$$

Using the scheme presented in Table 1 the volume calculation can be quickly accomplished by using a table of squares and desk calculators.

Table 1. Example of the volume calculation.
Taulukko 1. Esimerkki kuution laskemisesta.

Location *sijainti*	Diameter — *läpimitta* mm	p	p²	Multiplier *kertoja*
0.0	237	127	16 129	1
0.1	186	100	10 000	4
0.2	172	92	8 464	2
0.3	161	87	7 569	4
0.4	142	76	5 776	2
0.5	128	69	4 761	4
0.6	119	64	4 096	2
0.7	100	54	2 916	4
0.8	74	40	1 600	2
0.9	52	28	784	4

Length of stem
rungon pituus = 19.3 m

Summation of products
Tulojen summa = 160 121

$$f_{0\cdot1} = \frac{160\,121}{300\,000} = 0.537$$

$$v = 0.7854 \times 19.3 \times 0.186^2 \times 0.537 = 0.280\ m^3$$

The volume calculated according to formula (1) is 0.272 m^3 and according to formula (2) 0.273 m^3. Both are underestimates (the difference is caused by rouding the proportional diameters) as explained earlier in the discussion following formula (5).
Kuutio laskettuna kaavalla (1) on 0.272 m^3 ja kaavalla (2) on 0.273 m^3. Molemmat ovat aliarvioita (ero johtuu suhteellisten läpimittojen pyöristämisestä), kuten on selostettu aikaisemmin kaavan (5) jälkeen.

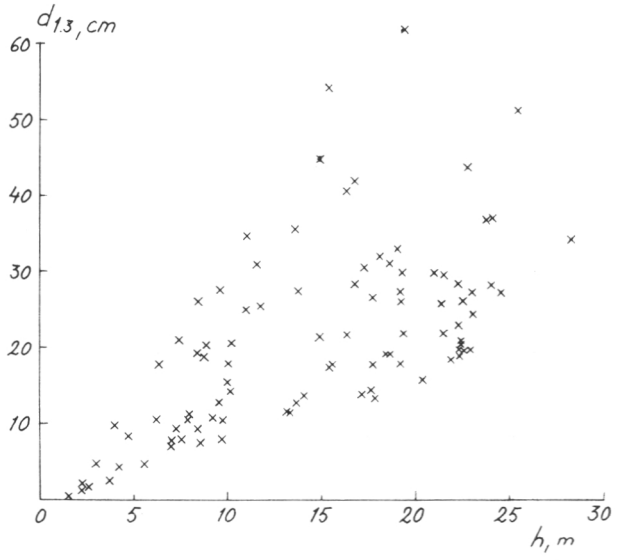


Fig. 2. Diameter at breast height and height of the sample trees.
Kuva 2. Koepuiden läpimitta rinnantasalla ja pituus.

Strategic characteristics which determine stem volume

The stem volume is determined by length (1), base diameter ($d_{0 \cdot 1}$) and form factor ($f_{0 \cdot 1}$). The length and base diameter are readily measurable but the form factor requires many measurements. Especially in cases when the volume functions or tables are drawn up on the basis of standing sample trees, an easier way to estimate the form factor would be most desirable.

In order to investigate the regressional relationships which determine the form factor, a pilot sample of 94 pine trees was measured during the summer of 1964. The sample trees were located on different sites all over Finland. The diameters at proportional distances were measured as the mean of two diameters at right angles to each other with a precision of 1 mm. The length of a felled tree or the height of a standing sample tree was measured to the nearest dm. (Some other dimensions were also measured and they come under discussion in later sections). The volume of each sample tree was calculated from formulas (5) and (6). The relationship between the diameter at breast height and tree height in the sample trees is presented in Fig. 2.

It was found that $p_{0 \cdot 3}$ is a proportional diameter which determines rather accurately the form factor as a dependent variable. The regression is presented in Fig. 3 and Table 2. The regression curve is fitted graphically for reasons explained later.

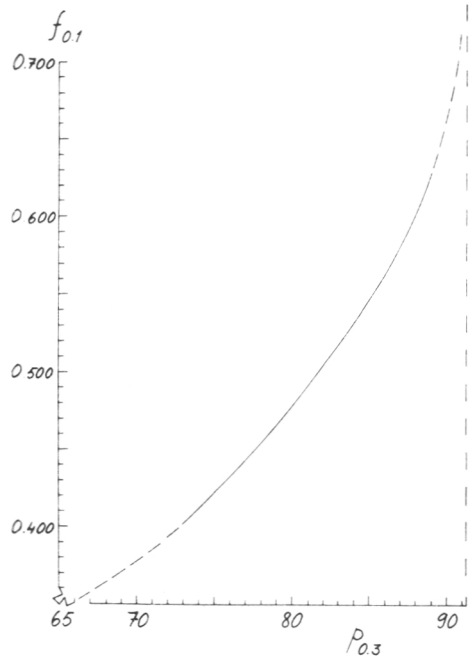


Fig. 3. Regression of form factor on proportional diameter at 0.3 length.

Kuva 3. Muototekijän regressio 0.3 pituuden kohdalla olevaan suhteelliseen läpimittaan nähden.

Table 2. Form factor as a function of proportional diameters $p_{0\cdot3}$ and $p_{0\cdot3} + p_{0\cdot7}$.

Taulukko 2. Muototekijä suhteellisten läpimittojen $p_{0\cdot3}$ ja $p_{0\cdot3} + p_{0\cdot7}$ funktiona.

$p_{0\cdot3}$	$p_{0\cdot3} + p_{0\cdot7}$	$f_{0\cdot1}$
73	107	0.400
74	110	0.412
75	113	0.422
76	115	0.432
77	117	0.443
78	120	0.454
79	123	0.466
80	125	0.478
81	128	0.490
82	130	0.502
83	133	0.518
84	136	0.533
85	138	0.547
86	141	0.562
87	143	0.580
88	145	0.600
89	147	0.630

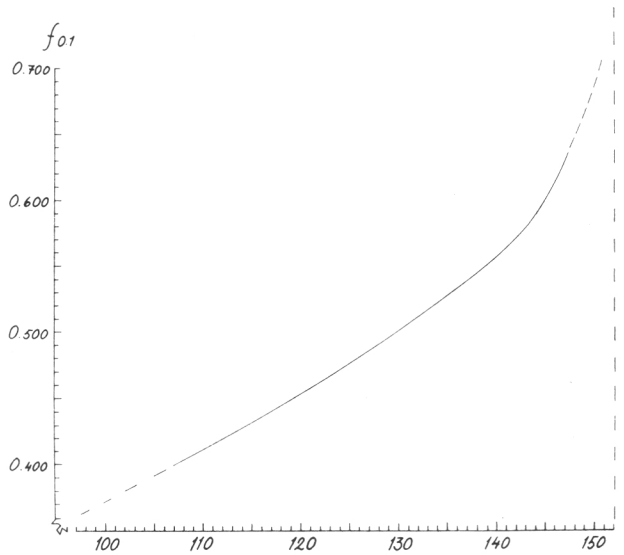


Fig. 4. Regression of form factor on the summation of proportional diameters at 0.3 and 0.7 length.

Kuva 4. Muototekijän regressio 0.3 ja 0.7 pituuden kohdalla olevien suhteellisten läpimittojen summaan nähden.

In the pilot sample the mean form factor is 0.547, the standard deviation $\pm$ 9.4 % of the mean, the error of estimate by linear regression as a function of $p_{0 \cdot 3}$ is $\pm$ 5.7 %, and the error of estimate as a function of $p_{0 \cdot 3} + p_{0 \cdot 7}$ is $\pm$ 4.3 %.

The summation of $p_{0 \cdot 3}$ and $p_{0 \cdot 7}$ determines better than $p_{0 \cdot 3}$ the form factor (Fig. 4 and Table 2). Still better results could be attained by increasing the number of proportional diameters, but then it would pay to measure all 10 of them.

Consequently, the strategic characteristics which determine very accurately the stem volume are height and diameters at 0.1, 0.3 and 0.7 of the length of the stem.

Taper curves as a function of form factor

Taper curves determined as a function of form factor guarantee that the stem volume determined by length, basic diameter and form factor is approximately identical with the volume of the stem described by a curve. Efforts to solve the taper curve analytically lead to complicated formulas (e.g., L ö n n r o t h 1927). In this approach the idea is to determine 9 of the 11 proportional diameters as a function of form factor. Thus, estimates of 11 taper figures for each stem require 9 regression equations:

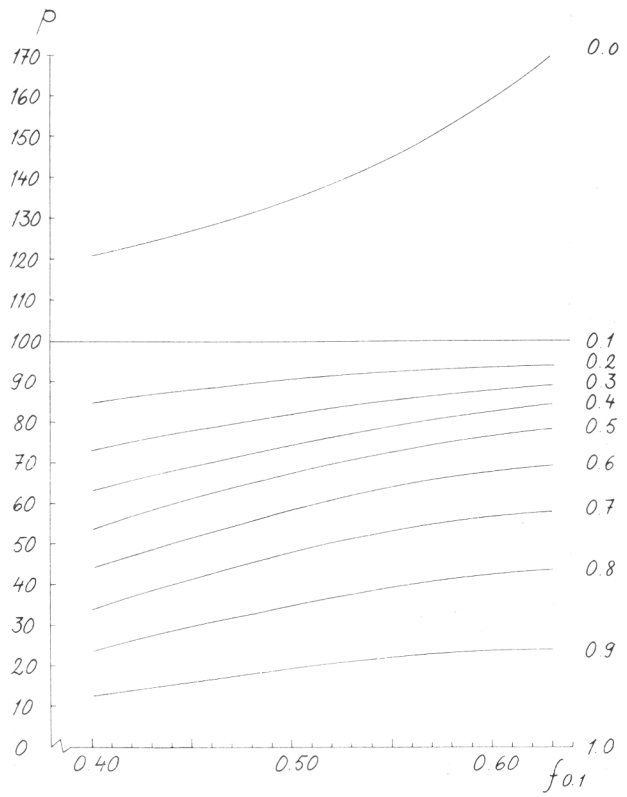


Fig. 5. Proportional diameters as functions of form factor.
Kuva 5. Suhteelliset läpimitat muotokertoimen funktiona.

$$p_{0\cdot0} = f(f_{0\cdot1})$$
$$p_{0\cdot2} = \quad »$$
$$\vdots$$
$$p_{0\cdot9} = \quad »$$

$p_{0\cdot1} = 100$ and $p_{1\cdot0} = 0$. The 9 regression curves fitted graphically are presented in Fig. 5.

The individual observations of $p_{0\cdot7}$ from the pilot sample stems and the fitted curve are presented in Fig. 6. A regression equation for this and other curves could have been calculated analytically, but because of the insufficient number of sample trees at the lowest and highest values for the form factor the curves had to be fitted graphically in order to get accurate correlation between each set of proportional diameters and the form

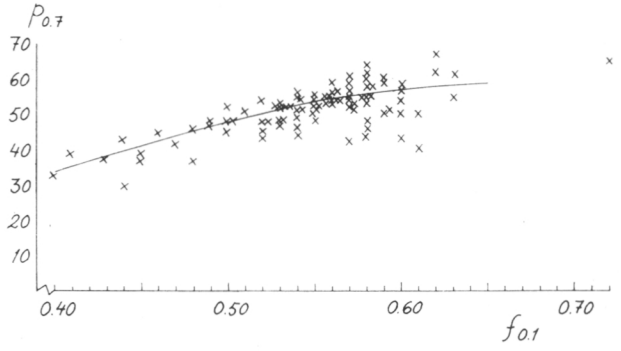


Fig. 6. Measured proportional diameters at 0.7 length and adjustment curve of them as function of form factor.

Kuva 6. Mitatut suhteelliset läpimitat 0.7 pituuden kohdalla ja niiden tasotuskäyrä muotoluvun funktiona.

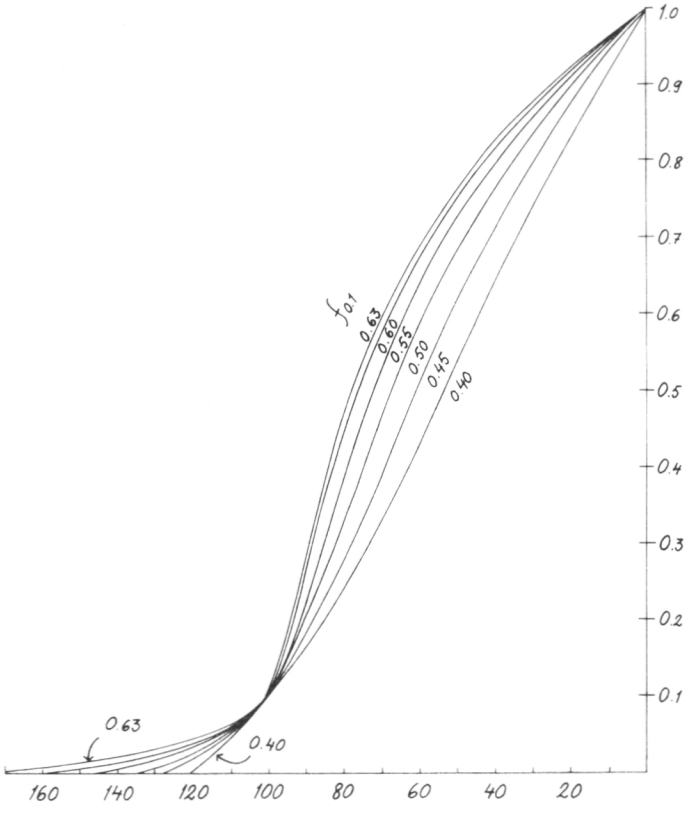


Fig. 7. Taper curves as functions of form factor.

Kuva 7. Kapenemiskäyriä muototekijän funktiona.

factor. For example, from Fig. 6 the proportional diameters at form factor 0.400 give 0.399 as the calculated form factor, at 0.500 and 0.600 the calculated values are respectively 0.502 and 0.598. Thus the volume of a stem described by taper figures from Fig. 5 is almost identical with the volume given by the corresponding form factor. Some of these taper-curve trees are presented in Fig. 7.

The diameters at ground level are noticeably large in comparison with the other diameters. It is possible that the ground level root necks have had too much influence on the size of this diameter in the sample-tree measurements. In other words, the cross-sectional area $g_{0.0}$ may include »a bit of air» because of inadequate instructions for the measurers.

Stem volume as a function of characteristics measurable in practical forestry

In practical forestry, only certain characteristics can be measured. Height (h) and diameter at breast height ($d_{1.3}$) are the two indispensable dimensions. Usually a form characteristic is also required. In this case the taper, as the difference $d_{1.3}$—d_6 (d.b.h. minus diameter at height of 6 meters) and the proportional height of the stem under living crown ($h_{\%u.c.}$), is considered:

$$h_{\%u.c.} = 100 \frac{height\ of\ stem\ under\ living\ crown}{height}$$

The height of the stem under living crown is measured up to the lowest living branch belonging to the lowest whorl or immediately below it.

Because the stem volume is calculated on the basis of h, $d_{0.1}$ and $f_{0.1}$, the base diameter and form factor must be inferred from $d_{1.3}$, height and a form characteristic. The base diameter can be calculated by equation

$$y = 1.1058 - 124x$$

$$where\ y = \frac{d_{1.3}}{d_{0.1}}\ and\ x = \frac{1}{h}\ (h\ measured\ in\ decimeters).$$

The estimate $d'_{0.1}$ equals $d_{1.3}/y$. The mean y is 0.9787, the standard deviation 13.3 % of the mean and the error of estimate 3.9 % of mean.

The form factor f' for trees more than 8 m in height can be calculated as a function of taper $d_{1.3}$—d_6, measured in millimeters.

$$f' = 0.5888 - 0.00054\ (d_{1.3} - d_6)$$

or f'' as a function of $h_{\%u.c.}$

$$f''_{0.1} = 0.5008 + 0.00093\ h_{\%u.c.}; \qquad (9)$$

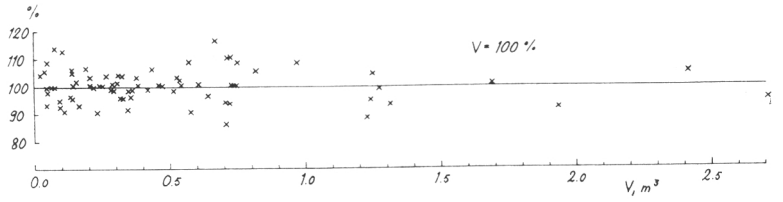


Fig. 8. Estimates of v′ as function of the accurate stem volume v.
Kuva 8. Arviot v′ tarkan rungon kuution v funktiona.

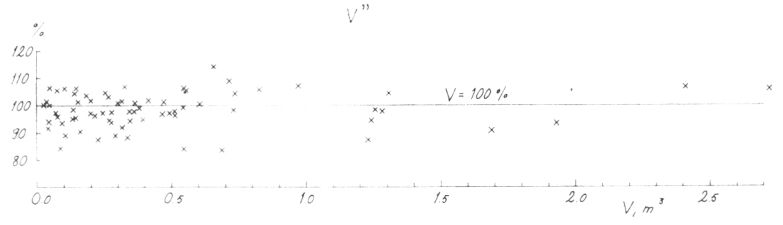


Fig. 9. Estimates of v'' as function of the accurate stem volume v.
Kuva 9. Arviot v″ tarkan rungon kuution v funktiona.

or $f'''_{0.1}$ as a function of $d_{1.3} - d_6$ and $d_{1.3}$, both in millimeters

$$f'''_{0.1} = 0.5971 - 0.001050\ (d_{1.3} - d_6) + 0.000084\ d_{1.3} \qquad (10)$$

The estimates of the stem volume calculated by the regression equations described above are

$$v'_{0.1} = f'_{0.1}\ d'_{0.1}\ h$$

$$v''_{0.1} = f''_{0.1}\ d'_{0.1}\ h$$

$$v'''_{0.1} = f'''_{0.1}\ d'_{0.1}\ h$$

The error of estimate for v' is 6.1 % (Fig. 8), for v'' 6.7 % (Fig. 9), and for v''' 6.1 % (Fig. 10). If an estimate v'''' for the same trees is determined by the domestic volume tables (I l v e s s a l o 1947), the systematic average underestimation is 7.7 % and the error of estimate is 6.8 % (Fig. 11). The volume table values are systematically smaller because they do not include the volume of stump and the total volume of the root buttress.

If the standard deviation of the measured form factor $f_{0.1}$ is marked 100.0, the error of estimate $f'_{0.1}$ is 92.8, the error of estimate for $f''_{0.1}$ is 97.0, and the error of estimate for f''' is 80.2. Thus $d_{1.3}$—d_6 and $d_{1.3}$ in equation (10) seem to be acceptable independent variables for estimating the form factor $f_{0.1}$. However, a greater number of sample trees than what was available for this paper would be required before stating any final conclusions.

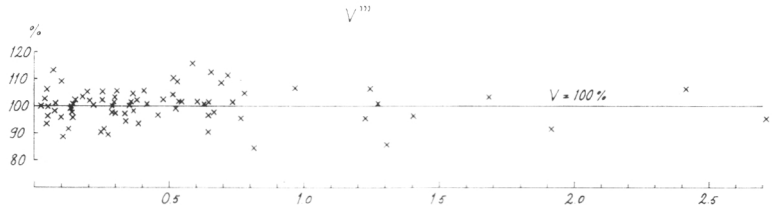


Fig. 10. Estimates of v''' as function of the accurate stem volume v.
Kuva 10. Arviot v''' tarkan rungon kuution v funktiona.

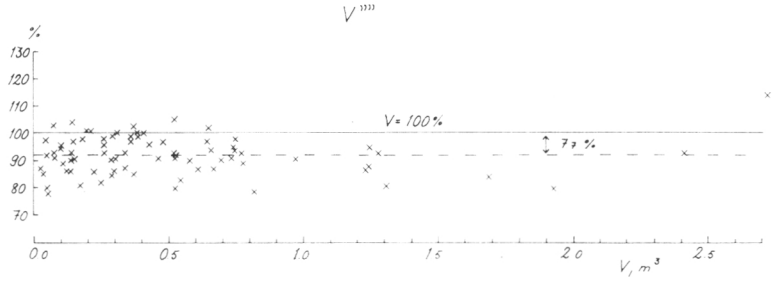


Fig. 11. Estimates of v'''' as function of the accurate stem volume v.
Kuva 11. Arviot v'''' tarkan rungon kuution v funktiona.

Conclusions

A volume table or volume functions and taper tables can be prepared in two phases. In the first phase the length (or height) of stem, the diameters $d_{0\cdot0}$, $d_{0\cdot1} \cdot \cdot \cdot d_{0\cdot9}$ at proportional lengths (or heights), diameter at breast height, and diameter at the length (or height) of 6 m (or the length of stem under living crown) are measured from sample trees covering the total range of stem size and form. The form factor and accurate volume of each stem is calculated on basis of length and all diameters at proportional lengths. The regression equation having the form factor as the dependent variable and the strategic diameters as independent variables

$$f_{0\cdot1} = f(d_{0\cdot3},\ d_{0\cdot7})$$

is calculated as well as the equations having the proportional diameter as dependent variables and the form factor as independent variable

$$\begin{aligned} p_{0\cdot0} &= f\ (f_{0\cdot1}) \\ p_{0\cdot2} &= \quad » \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ p_{0\cdot9} &= \quad » \end{aligned}$$

These latter equations determine the taper curve corresponding to each form factor.

In the second phase the strategic characteristics — viz., diameters at 0.1, 0.3 and 0.7 of the length of stem and the length as well as the diameter at breast height and a suitable form characteristic are measured in sample trees representing the forests in question. The range of the proportional diameters $p_{0 \cdot 3}$ and $p_{0 \cdot 7}$ gives the range of the form factor and the equations

$$d_{0 \cdot 1} = f\ (d_{1 \cdot 3},\ l \text{ or } h);$$

$$f_{0 \cdot 1} = f \text{ (form characteristic, e.g., } d_{1 \cdot 3} — d_6)$$

give the estimate of stem volume for each individual tree described by $d_{1 \cdot 3}$, height and a form characteristic.

The advantages of the proposed procedure is that the basic regressions between the stem volume, stem dimensions and taper curve can be investigated outside of the capricious variation of the diameter at breast height, and the actual range of stem form and the regression between a base diameter and diameter at breast height can be investigated separately. The number of sample trees and amount of calculations required seem to be much smaller than in most of the current methods.

It ought to be emphasized that the regression equations, calculation procedures and numerical results are all preliminary and serve only to illustrate the basic hypothetical ideas of this paper.

References — Kirjallisuus

Hohenadl, W. 1922—23. Neue Grundlagen der Holzmessung. FC.

Ilvessalo, Yrjö. 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. MTJ 34.

Lönnroth, Erik. 1927. Über Stammkubierungsformeln. AFF 31.

Näslund, Manfred. 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. MS Bd 36.

Pollanschütz, Josef. 1961. A new function for determing form and cubic volume of trees. Proceedings in 13. Kongress of International Union of Forest Research Organizations. 25/11-S/3.

Prodan, M. 1951. Messung der Waldbestände. Frankfurt/M.

Tiihonen, Paavo. 1961. Tutkimuksia männyn kapenemistaulukoiden laatimiseksi. Deutsches Referat: Untersuchungen über die Aufstellung der Ausbauchungstafeln für Kiefer. MTJ 53.1.

Vuokila, Yrjö. 1960. Lehtikuusen kuutioimisyhtälöt ja -taulukot. Summary in English: Tree volume functions and tables for larch. MTJ 51.1.

Seloste:

Menetelmä puun rungon kuutiomäärän ja kapenemiskäyrän arvioimiseksi sekä kuutioimisfunktioiden ja -taulukoiden valmistamiseksi.

Menetelmän hypoteesin mukaan puun rungon kuutiomäärän tunnusten ja runkokäyrän keskinäiset suhteet voidaan tutkia edullisimmin siten, että se tapahtuu ilman rinnankorkeusläpimittaa ja ns. epäaitoa muotolukua, jotka vaihtelevat suuresti tyvilaajentuman vuoksi ja joista rinnankorkeusläpimitan merkitys kuutiomäärän tunnuksena on pienillä puilla aivan erilainen kuin suurilla puilla. Kun kuutiomäärän tunnusten ja runkokäyrän suhteet on ensiksi tutkittu, niin sen jälkeen on erillisenä vaiheena selvitettävissä, miten kuutiomäärä ja runkokäyrä voidaan arvioida lähtien niistä tunnuksista, jotka on mahdollista mitata käytännön metsänarvioinnissa.

Puun tarkka kuutiomäärä, joka tässä työssä käsittää rungon koko kuutiomäärän maanpinnan tasosta rungon huippuun, lasketaan tarkimmin kaavalla (5), jossa 1 on rungon pituus maanpinnan tasolta latvan huippuun, $d_{0 \cdot 1}$ läpimitta 0.1 pituuden etäisyydellä tyvestä (ns. perusläpimitta) ja $f_{0 \cdot 1}$ muotokerroin. Muotokerroin lasketaan ns. suhteellisten läpimittojen perusteella ja tarkimmin se saadaan kaavalla (6), joka perustuu 11 läpimittaan. Kukin suhteellinen läpimitta on prosenttia perusläpimitasta, jota merkitään 100:lla ja absoluuttiset läpimitat mitataan puun tyveltä ja latvasta (jossa läpimitta on 0) sekä kymmenesosapituuksien kohdalta (Kuva 1). Taulukossa 1 on esitetty, miten puun kuutioiminen tapahtuu kaavoilla (5) ja (6).

Kuutiomäärän tunnusten keskinäisten suhteiden alustavassa tutkimisessa käytettiin 94 mäntykoepuuta, jotka mitattiin kesällä 1964 eri osista maata ja mahdollisimman erilaisilta kasvupaikoilta (Kuva 2). Rungon ns. strategisiksi läpimitoiksi todettiin pituuden ja perusläpimitan $d_{0 \cdot 1}$ lisäksi läpimitat $d_{0 \cdot 3}$ ja $d_{0 \cdot 7}$. Kun muotokertoimen hajonta koeaineistossa on $\pm$ 9.4 % keskimääräisestä kertoimesta, niin $p_{0 \cdot 3}$:n perusteella lineaarisena regressiona lasketun estimaatin keskivirhe on $\pm$ 5.7 % ja summan $(p_{0 \cdot 3} + p_{0 \cdot 7})$ lasketun estimaatin keskivirhe on $\pm$ 4.3 %. Graafisen tasoituksen perusteella (Kuvat 3 ja 4) lasketut regressiosuhteet ovat esitetyt taulukossa 2.

Suhteellisilla etäisyyksillä sijaitsevien rungon kohtien kapenemisluvut, joita on 11 kpl ja joista 9:lle täytyy saada estimaatti, voidaan laskea muotokertoimen $f_{0 \cdot 1}$ funktiona. Kuvassa 5 on esitetty näiden regressioiden käyrät, jotka on tasoitettu graafisesti siksi, että muotokertoimen vaihtelualueen äärillä on liian vähän havaintoja (Kuva 7), jotta analyyttisesti ratkaistu käyrästö olisi oikeassa suhteessa toisiinsa läpi muotokertoimen koko vaihtelualueen. Käyrästön perusteella piirrettyjen rungon kuvaajien kuutiosisältö on erittäin tarkasti yhtäsuuri kuin vastaavan muotokertoimen kaavalla (5) antama rungon kuutiomäärä. Kuvassa 7 on esitetty muutamia muotokertoimia vastaavia runkokäyriä.

Käytännön metsänarvioimistehtävissä on mahdollista mitata puun kuutioimista varten vain tiettyjä tunnuksia, joista tärkeimmät ja useimmiten riittäviä ovat puun

pituus (pystypuusta h ja kaadetusta puusta l), läpimitta rinnantasalla ($d_{1.3}$ eli 1.3 m:n korkeudella maasta) sekä jokin muototunnus. Esimerkkeinä muototunnuksista tarkasteltiin kapenemislukua ($d_{1.3}$—d_6, joka on rinnankorkeudelta ja 6 m:n korkeukeudelta mitattujen läpimittojen erotus) ja elävän latvuksen alarajan prosenteissa laskettua suhteellista korkeutta puun pituuteen nähden ($h_{\%u.c.}$).

Puun kuutioimiseksi edellä lueteltujen tunnusten perusteella on ensinnäkin laskettava perusläpimitan $d_{0.1}$ estimaatti. Se saadaan yhtälöllä (7), jossa $y = d_{1.3}/d_{0.1}$ ja $x = l/h$. Koepuiden y:n keskiarvo on 0.9787, hajonta 13.3 % keskiarvosta ja estimaatin keskivirhe 3.9 %.

Muotokertoimen estimaatti voidaan laskea esim. kapenemisluvun funktiona yhtälöllä (8), latvusrajan suhteellisen korkeuden funktiona yhtälöllä (9) sekä kapenemisluvun ja rinnankorkeusläpimitan funktiona. Vastaavat puiden kuutiomäärien estimaatit ovat v', v'' ja v'''. Kullekin koepuulle arvioitiin estimaatti v'''' kotimaisilla kuutioimistaulukoilla rinnankorkeusläpimitan, pituuden ja kapenemisluokan perusteella. Yli 8 m pitkille koepuille lasketut tulokset on esitetty kuvissa 8—11. Estimaattien keskivirheet ovat edellä esitetyssä järjestyksessä 6.1, 6.7, 6.1 ja 6.8 %.

Esitetyn perusteella näyttää mahdolliselta, että puun kuutiomäärän tunnusten väliset riippuvuussuhteet ja kapenemiskäyrän määrittämiseksi tarpeelliset suhteelliset läpimitat muotokertoimen funktiona voidaan tutkia suhteellisen vähäisellä määrällä koepuita, jotka jakaantuvat tasaisesti muotokertoimen koko vaihtelualueelle. Lopullisten kuutioimisfunktioiden tai -taulukoiden valmistamiseksi voidaan mitata lisää koepuita, joista tarvitsee mitata ns. strategisina tunnuksina puun pituus ja läpimitat 0.1, 0.3 ja 0.7 pituuden kohdilta tyvestä alkaen sekä näiden lisäksi rinnankorkeusläpimitta ja sopiva käytännössä mahdollinen muototunnus. Näiden mittausten perusteella saadaan selville muotokertoimen vaihtelualue ja tarpeelliset yhtälöt perusläpimitan laskemiseksi rinnankorkeusläpimitasta ja muotokertoimen laskemiseksi muototunnuksesta.

Lopuksi on vielä syytä korostaa, että edellä esitetyt yhtälöt, laskentamenetelmät ja numerolliset tulokset eivät ole lopullisia, vaan ne on esitetty yksinomaan työhypoteesin kuvaamiseksi.

METSÄMAAN VILJAVUUDEN MÄÄRITTÄMISESTÄ

P. J. VIRO

ON THE ESTIMATION OF FOREST SOIL FERTILITY

SUMMARY

HELSINKI 1965

Helsinki 1966. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällysluettelo

Sivu

Johdanto 5
Yleistä 5
Analyysimenetelmistä 5
Yleistä 5
Suomessa käytetyt menetelmät 6
Analyysiteknillisiä kokeita 8
Laboratorioiden työn vertailua 8
Menetelmien vertailua 11
Eräiden virhelähteiden tarkastelua 14
Ravinneanalyysin tarve metsässä 16
Loppupäätelmiä 20
Kirjallisuusluettelo 21
English summary 22

8971—65

Johdanto

Yleistä

Kasvupaikan viljavuuden määrittäminen on yhtenään esiintuleva tehtävä niin maataloudessa kuin metsätaloudessakin. Maataloudessa viljavuutta voidaan parhaiten mitata sadon suuruuden perusteella, mutta metsätaloudessa kuluu pitkä aika ennen kuin esim. taimiston kasvualustan viljavuus voidaan näin määrittää. Tärkeimpiä välillisiä keinoja kasvualustan viljavuuden määrittämiseksi on maa-analyysi, jota on käytetty jo noin vuosisadan ajan. Siinä pyritään määrittämään eri ravinteiden pitoisuus tai määrä maassa sekä myös maan vesi- ja lämpötalouteen vaikuttavat seikat. Maatalouden piirissä suoritetaan meillä kemiallisia ja fysikaalisia viljavuusanalyysejä jo suuressa mittakaavassa, metsätaloudessa viljavuusanalyysin käyttäminen sitä vastoin on toistaiseksi vähäistä; kasvupaikan viljavuuden määrittämiseksi käytetään metsätaloudessa yleensä ns. opaskasveihin perustuvia metsätyyppejä. Mitä intensiivisemmäksi metsänhoito tulee ja varsinkin mitä enemmän siirrytään viljelytalouteen, sitä tärkeämmäksi kuitenkin metsätaloudessakin tulee kasvupaikan luontaisen viljavuuden entistä tarkempi tunteminen.

Jotta viljavuusanalyysillä olisi käytännöllistä merkitystä, sen täytyy olla nopeasti suoritettava ja yksinkertainen mutta silti riittävän luotettava. Maatalouden tutkijat ovat meillä kehittäneet Fieldesin, Kingin, Richardsonin ja Swindallin (1951) analyysimenetelmästä tärkeimpien ravinteiden määrittämiseksi hyvin nopean sovellutuksen (Vuorinen ja Mäkitie 1951, 1955). Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosasto on nyt suorittanut yhdessä erään kaupallisen laboratorion kanssa suppean tutkimuksen maataloudessa käytetyn menetelmän soveltuvuudesta metsämaan viljavuuden määritykseen.

Analyysimenetelmistä

Yleistä

Maan ravinteiden määrittämiseksi on kehitetty lukuisia menetelmiä. Ne voidaan jakaa viiteen ryhmään: liukenemiseen, vaihtumiseen, komplek-

sinmuodostukseen ja kelaatinmuodostukseen perustuvat menetelmät sekä maan totaaliravinteiden määrittäminen. Kaikkia näitä menetelmiä voidaan käyttää ja on myös käytetty maan viljavuuden määrittämiseksi, mutta yleisimpiä nykyään ovat kuitenkin liukenemis- ja vaihtumisperiaatteelle rakentuvat menetelmät. Tärkeimmät viljavuusanalyysissä kysymykseen tulevat ravinteet ovat kali, kalkki, fosfori ja typpi. Näistä typpi jätetään tämän tarkastelun ulkopuolelle, koska se määritetään täysin erilaisilla menetelmillä kuin kivennäisravinteet.

Liukenevat ravinteet uutetaan maasta tavallisimmin laimeilla kivennäishapoilla, tällä menetelmällä voidaan määrittää kaikkia edellä mainittuja ravinteita. Vaihtuvia ravinteita uutetaan erilaisten vaihtoliuosten avulla, yleisimmin käytettyjä meillä ovat olleet ammoniumkloridi ja -asetaatti. Vaihtomenetelmällä määritetään tavallisimmin alkaaleja ja maa-alkaaleja. Kompleksinmuodostusmenetelmää käytetään etupäässä fosforin määrittämiseen, uutosliuoksena käytetään tavallisimmin Ca-laktaattia tai sitruunahappoa. Kelaatinmuodostusta voidaan käyttää hyväksi varsinkin vaikeahkoliukoisten fosfaattien ja maa-alkaalien samoin kuin lujasti adsorboituvien hivenaineiden määrittämiseen. Yleisintä nykyään lienee kationisten ravinteiden määrittämiseksi vaihtomenetelmä, fosforin määrittämiseksi liukenemiseen tai kompleksinmuodostumiseen perustuvat menetelmät.

Maatalouden tutkimuskeskuksen kehittämä viljavuuden määritysmenetelmä perustuu happaman ammoniumasetaatin käyttöön. Menetelmä määrittää vaihtuvat kationit sekä hyvin heikkoon happoon liukenevan fosforihapon. Periaatteessa samaa menetelmää käytetään myöskin metsäntutkimuslaitoksessa, jossa saatujen kokemusten mukaan menetelmä antaa tyydyttäviä tuloksia kationiravinteista. Maan fosforitilanteesta menetelmä ei ole metsäntutkimuslaitoksen kokeissa antanut tyydyttäviä tuloksia, mutta koska mitään selvästi parempaakaan menetelmää ei ole ollut tarjolla, määritykset on suoritettu tällä menetelmällä (vrt. V i r o 1951). Menetelmän yksityiskohdissa on melkoisia eroavuuksia maatalouden tutkimuskeskuksessa ja metsäntutkimuslaitoksessa käytetyn sovellutuksen välillä. Erot johtuvat siitä, että jälkimmäisessä menetelmä on sovellettu yksinomaan tieteellisiin tarkoituksiin, edellisessä etupäässä käytännön tarpeita varten.

Suomessa käytetyt menetelmät

Maatalouden tutkimuskeskuksen menetelmän mukaan, jota tähän tutkimukseen osallistunut kaupallinen laboratorio käyttää (seuraavassa Kenttälaboratorio ja *pika*menetelmä), uutto suoritetaan tunnin heilutuksella käyttäen maata ja uutosliuosta (NH_4-asetaatti-etikkahappo, pH 4.65) tilavuussuhteessa 1 : 10 sekä suorittamalla mittaukset välittömästi suodok-

sesta. Kalin ja kalkin spektrofotometrimäärityksessä lisätään standardeihin vakiomäärä interferenssin kautta määritystä häiritseviä aineita. Fosfori määritetään molybdaattimenetelmällä käyttäen pelkistimenä sekä metolia että stannokloridia.

Metsäntutkimuslaitoksen käyttämä menetelmä (seuraavassa *perus*menetelmä) on pääpiirteissään seuraava: Uutosliuos sama kuin edellä, uuttosuhde 30 g maata ja 300 ml uutosliuosta. Heilutetaan vuorokauden liuotuksen jälkeen 1 tunti. Suodatuksen jälkeen haihdutetaan kuiviin ja hävitetään humus H_2O_2:lla. Liuotetaan typpihappoon ja suodatetaan mittapulloon. Mitataan tietyt määrät fosforin ja kationin määrittämiseksi. Fosfori määritetään molybdaattimenetelmällä käyttäen pelkistimenä metolia. Kationien määritystä varten mitattuun näytteeseen lisätään hieman rautaa ja fosfaatti saostetaan asetaatilla. Suodos haihdutetaan kuiviin ja liuotetaan typpihappoon. Kunkin kationin määritystä varten otetaan eri näyte ja tähän lisätään tietty määrä kaikkia muita kationeja (Ca, K, Na, Mg). Kalsium, kalium ja natrium määritetään spektrofotometrillä, magnesium kolorimetrisesti.

On todettu, että jos fosforia ei poisteta näytteestä ennen kalsiumin määrittämistä, saadaan liian alhainen arvo kalsiumille, sillä kalsiumfosfaatti vaatii korkeamman kaasuuntumislämpötilan kuin -kloridi tai -nitraatti (vrt. F i e l d e s ym. 1951). Samoin on todettu, että runsaat kalsiumin, magnesiumin, kaliumin ja natriumin määrät saattavat interferenssin kautta häiritä analyysiä. Sen vuoksi metsäntutkimuslaitoksessa lisätään sekä analysoitavaan liuokseen että standardeihin niin suuri määrä häiritseviä kationeja, että niiden voidaan katsoa aina olevan vakiotasolla. Häiritsevien tekijöiden vaikutuksen poistaminen pidentää analyysimenetelmää erittäin suuresti ja tekee siten tarkan menetelmän käyttämisen käytännön töissä epätaloudelliseksi.

Metsäntutkimuslaitoksen suorittamissa kokeissa on todettu, että mitä lyhempää uutosaikaa käytetään, sitä pienempiä arvoja saadaan varsinkin fosforille ja sitä enemmän rinnakkaismääritysten tulokset vaihtelevat. Jos analyysi suoritetaan huolellisesti, ei ole mitään tekijöitä, jotka aiheuttaisivat fosforin määrityksessä todellisen tuloksen suurenemisen. Kun jälempänä verrataan *laboratorioiden työskentelyä* piti menetelmän olla täysin samanlainen kummassakin laboratoriossa, joten tässäkin yhteydessä voitaneen katsoa luotettavammaksi se analyysisarja, joka on antanut suuremman tuloksen. *Eri menetelmiä* verrattaessa voidaan fosforin osalta jälleen pitää suurempia arvoja oikeampina. Kationien osalta interferenssi maatalouden tutkimuskeskuksen menetelmässä aiheuttaa virhettä varsinkin kalkin määrityksessä, sillä häiritsevät aineet ovat usein eri väkevyystasoilla analyysissä ja standardeissa. Varsinkin magnesiumin ja aluminin interferenssin aiheuttama virhe saattaa olla huomion arvoinen.

Analyysiteknillisiä kokeita

Laboratorioiden työn vertailua

Laboratorioiden työskentelytarkkuuden vertailu suoritettiin siten, että metsäntutkimuslaitos lähetti Kenttälaboratorioon heilutuspulloihin punnittuina sata maanäytettä, joista oli laitoksen maantutkimusosastolla määritetty ravinteet. Näytteet vertailuanalyysejä varten valittiin niin, että niiden kalkkipitoisuus vaihteli laajalla alueella. Osoittautui, että valinta oli onnistunut hyvin myös kalin ja fosforin suhteen, sillä analysoitavat arvot hajaantuivat melko tasaisesti laajahkolle alueelle. Tasaisin oli kalipitoisuuksien jakaantuminen. Aineistosta poistettiin kaksi näytettä, joissa Kenttälaboratorion saama tulos poikkesi suuruusluokaltaankin tutkimuslaitoksen tuloksesta. Tutkimuslaitoksen tuloksen suuruusluokka voitiin todeta oikeaksi, koska kukin näyte kuului tiettyyn maaprofiiliin ja tulokset sopivat yhteen muiden arvojen kanssa.

Näytteisiin sisältyi 12 näytettä kaksi kertaa, tämä siksi, että voitiin saada jonkinlainen kuva Kenttälaboratoriossa suoritettujen analyysien tarkkuudesta. Taulukossa 1 esitetään metsäntutkimuslaitoksen ja Kenttä-

Taul. 1. Metsäntutkimuslaitoksen (Mt) ja Kenttälaboratorion (Kl) analyysitulokset. Perusmenetelmä.

Table 1. Comparison of laboratories (Mt scientific, Kl commercial). Basic method.

Näyte n:o *Sample*	Mt	Kl		Mt	Kl		Mt	Kl	
	P_2O_5			K_2O			CaO		
	mg/100 g								
447	4.14	0.72	0.72	5.47	5.64	5.68	2.80	0.12	3.64
530	6.24	1.92	1.88	8.00	6.52	6.88	3.60	0.12	0.60
533	5.16	2.20	2.36	5.60	4.80	4.80	3.60	0.32	0.32
420	2.06	0.60	0.56	3.73	4.20	3.92	5.47	1.32	4.48
538	5.90	2.00	2.40	8.93	6.88	7.48	11.85	3.12	6.20
548	4.26	2.32	2.20	2.67	2.32	3.20	22.13	15.12	18.76
559	4.04	1.92	1.84	2.80	2.52	2.68	24.92	16.52	18.52
144	4.92	1.40	1.24	10.27	8.60	9.28	26.52	16.44	15.00
422	5.16	2.40	2.40	6.14	6.40	6.08	35.74	27.00	22.84
222	1.73	0.68	0.88	9.60	7.96	8.40	81.35	89.20	77.60
522	2.28	0.40	0.36	12.26	11.20	11.24	146.60	126.80	124.00
457	0.44	0.32	0.32	16.40	14.72	15.40	762.30	712.00	728.00

Taul. 2. Kenttälaboratorion rinnakkaistulosten poikkeus keskiarvosta.
Table 2. Deviation from mean of dublicate results in Table 1. Commercial laboratory.

Poikkeus *Deviation* %	P_2O_5	K_2O	CaO
	näytettä, kpl. *No. of samples*		
— 5.0	8	11	3
5.1—10.0	3	—	4
10.1—15.0	1	—	1
15.1—	—	1	4

laboratorion tekemien analyysien tulokset. Taulukossa 2 esitetään, miten Kenttälaboratorion suorittamien rinnakkaismääritysten arvot poikkesivat keskiarvostaan. Yleensä katsotaan, että rinnakkaismääritykset eivät saisi poiketa niiden keskiarvosta enempää kuin 5 %. Nähdään, että tässä tapauksessa 12 fosforimäärityksestä 8 on tämän virherajan sisäpuolella, kalimäärityksistä 11, mutta kalkkimäärityksistä vain 3.

Saatua tarkkuutta voidaan fosforin ja kalin osalta pitää täysin tyydyttävänä. Kalkille saatujen arvojen poikkeus toisistaan sensijaan on yleensä luvattoman suuri. Jos tarkastellaan rinnakkaismääritysten poikkeuksen riippuvuutta absoluuttisista arvoista, huomataan, että kalkkipitoisuuden ollessa pieni suhteellinen poikkeama on yleensä hyvin suuri, sensijaan kalkkipitoisuuden ollessa suuri rinnakkaismääritysten tulokset ovat hyvin samanlaiset. Kalkkipitoisuuden ollessa alle 10 mg/100 g virheprosentti on ollut keskimäärin 53, pitoisuuden ollessa 10—80 mg/100 g 12.4 % ja yli 80 mg/100 g virheprosentti on ollut 3. Laskettuna 20 cm paksuista maakerrosta kohti 10 mg/100 g näytettä vastaa noin 200 kiloa hehtaaria kohti (n. 360 kg/ha $CaCO_3$). Näin pienet kalkkimäärät ovat niin vähäisiä, että niillä ei ole maataloudessa mitään merkitystä, sensijaan metsämaassa tällaiset määrät ovat varsin tavallisia niinkuin myöhemmin osoitetaan.

Metsäntutkimuslaitoksen ja Kenttälaboratorion analyysitulosten yhteensopivuutta selvitettiin korrelaatiolaskun avulla. Seuraavassa tarkastellaan kukin ravinne erikseen. Jokaisen ravinteen kohdalla eri laboratorioiden tulosten välinen korrelaatiokerroin oli erittäin merkitsevä ($P < 0.001$).

Kali. Laboratorioiden saamat tulokset sopivat erittäin hyvin yhteen, tulosten välinen korrelaatiokerroin oli 0.972. Metsäntutkimuslaitoksen saama tulos oli keskimäärin 7.03 mg/100 g, Kenttälaboratorion tulos hieman pienempi, keskimäärin 89 % tutkimuslaitoksen tuloksesta. Ero oli tilastollisesti hyvin merkittävä ($P < 0.01$).

Fosfori. Laboratorioiden tulokset sopivat kohtalaisen hyvin yhteen, $r = 0.845$. Metsäntutkimuslaitoksen saama tulos oli keskimäärin 2.72 mg/

100 g, Kenttälaboratorion saama keskimäärin 37 % siitä. Ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä ($P < 0.001$).

Kalkki. Tulosten yhteensopivuuden tarkastelu on kalkin osalta vaikeampaa kuin kalin tai fosforin osalta. Kun näytteen kalkkipitoisuus on pieni, eri menetelmien antamien tulosten suhteellinen hajonta oli suuri. Suurien kalkkipitoisuuksien hajonta sensijaan oli melko pieni. Sen vuoksi aineisto jaettiin tarkastelua varten tutkimuslaitoksen analyysitulosten mukaan kahteen osaan: $19.9 < CaO < 20.0$ mg/100 g. Edellisessä ryhmässä oli 39 näytettä, jälkimmäisessä 59. Laboratorioiden tulosten väliset korrelaatiokertoimet näissä ryhmissä olivat 0.772 ja 0.990 (molemmissa $P < 0.001$).

Metsäntutkimuslaitoksen määritys antoi molemmissa ryhmissä keskimäärin suuremman tuloksen. Kun kalkkipitoisuus oli alle 20 mg/100 g metsäntutkimuslaitoksen saama tulos oli keskimäärin 7.77 mg/100 g ja Kenttälaboratorion keskimäärin 48 % siitä ($P < 0.001$). Kun CaO-pitoisuus oli suurempi kuin 20 mg/100 g, tutkimuslaitoksen saama tulos oli keskimäärin 114.2 mg/100 g ja Kenttälaboratorion saama keskimäärin 94 % siitä ($P > 0.05$). Se, että ero on suhteellisesti suurempi kun kalkkipitoisuus on pieni johtunee siitä, että Kenttälaboratorion määrityksissä ei ilmeisesti täysin onnistuttu poistamaan analyysistä fosforia, jonka aiheuttama suhteellinen virhe on suurin pienissä kalkkipitoisuuksissa. (Tutkimuslaitoksen kehittäessä analyysimenetelmää huomattiin, että tässä vaiheessa analyysin on tapahduttava täsmälleen määrätyllä tavalla). Kysymyksen tarkastelemiseksi jaettiin se aineiston osa, jossa CaO-pitoisuus oli pienempi kuin 20 mg/100 g, kolmeen yhtä suureen osaan Kenttälaboratorion saaman fosforipitoisuuden mukaan. Seuraava asetelma esittää Kenttälaboratorion saamia kalkkipitoisuuksia sadanneksina tutkimuslaitoksen saamista, kun kussakin fosforiluokassa aineisto jaettiin kahtia tutkimuslaitoksen saaman kalkkipitoisuuden mukaan:

P_2O_5, mg/100 g	0 — 0.59		0.60— 1.49		1.50—	
CaO mg/100 g	2.8	11.0	4.4	14.4	3.5	10.1
Kl : Mt, %	25	48	10	50	9	48

Analyysien tuloksissa oli melkoista vaihtelua, mutta niissä oli silti havaittavissa selvää suuntausta niinkuin asetelma osoittaa (aineistosta jätettiin pois 4 näytettä, joissa todennäköisesti oli analyysivirhe). Kaikissa ryhmissä nähdään selvästi, että saatu tulos riippuu kalkin ja fosforin määrien suhteesta. Kalkkipitoisuuden ollessa suurempi oli eri laboratorioiden saamien tulosten suhde yhtä suuri kaikissa fosforipitoisuusluokissa, mutta fosforin lisääntyminen oli Kenttälaboratorion analyyseissä selvästi vaikuttanut pienempiä kalkkipitoisuuksia alentavasti. Kokeiltiin myös, olisiko tulos-

ten yhteensopivuus parempi, jos Kenttälaboratorion saamiin kalkkipitoisuuksiin lisättäisiin fosforin määrälle ekvivalentti kalkkimäärä. Oli havaittavissa selvää suuntausta, että tämä olisi parantanut tulosten yhteensopivuutta, mutta tulosten hajonta oli kuitenkin niin suuri, ettei kysymystä voi lähemmin tarkastella näin suppean aineiston (35 näytettä) avulla.

Edellä olevan tarkastelun perusteella voidaan todeta, että samoista näytteistä metsäntutkimuslaitoksen analyysit osoittavat suurempia ravinnemääriä kuin Kenttälaboratorion analyysit. Suhteellisesti suurin on ero fosforipitoisuuksissa ja pienissä kalkkipitoisuuksissa, pienin kalipitoisuuksissa ja suurissa kalkkipitoisuuksissa. Tarkoituksena oli, että Kenttälaboratorio olisi suorittanut analyysit kokonaisuudessaan metsäntutkimuslaitoksen menetelmällä, mutta ilmeisesti ei ohjetta ole yksityiskohtaisesti seurattu. Varsinkin fosforiarvojen pienuus antaa aihetta epäillä, että uutosaika ei ole ollut ohjeen mukaista vuorokautta. On myös mahdollista, ettei humusta ole poistettu täydellisesti, jolloin osa liuenneesta fosforista on jäänyt määrittämättä. Pienien kalkkiarvojen erojen otaksutaan johtuvan fosforin epätäydellisestä poistamisesta sekä fotometrin puutteellisesta herkkyydestä. On kuitenkin huomattava, että laboratorioiden tulossarjojen välillä on jokaisessa tapauksessa, mutta varsinkin kalin kohdalla, erittäin merkitsevä korrelaatio. Tämä osoittaa, että vaikka Kenttälaboratorio ei olekaan tieteellisessä tarkoituksessa toimiva laboratorio, se tarpeen vaatiessa pystyy suorittamaan varsin huolellista työtä.

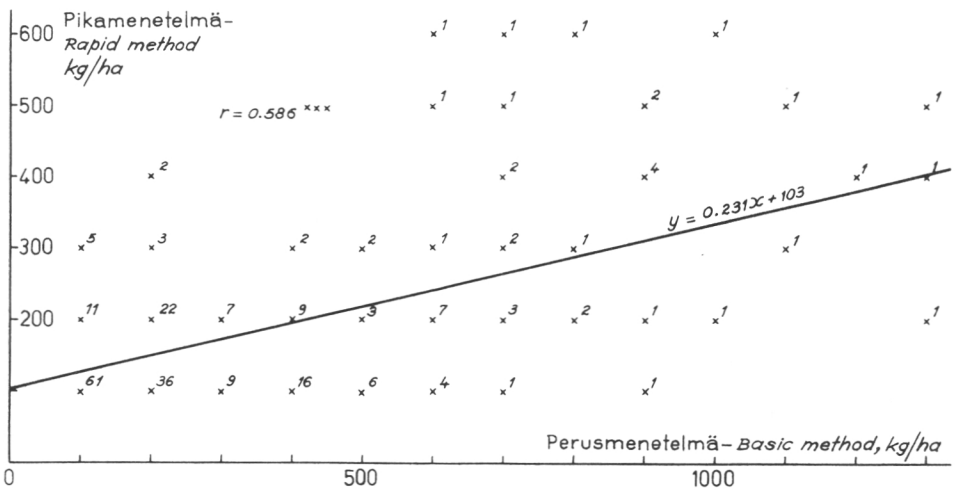
Menetelmien vertailua

Peltomaiden viljavuustutkimuksissa käytetyn pikamenetelmän ja metsäntutkimuslaitoksen käyttämän perusmenetelmän vertailemiseksi Kenttälaboratoriossa analysoitiin 266 näytettä kummallakin menetelmällä. Aineisto on osa »operatio metsänlannoituksen» koealoilta otetuista näytteistä (OM-aineisto). Tässä aineistossa ravinnepitoisuudet eivät jakaudu läheskään yhtä tasaisesti kuin edellä kuvatussa vaan pieniä arvoja on paljon enemmän kuin suuria, ja varsinkin kalkin kohdalla jakautuman vinous on erittäin silmiinpistävä. Aineisto edustaa kalin ja fosforin osalta verraten hyvin laajempaa aineistoa Suomen metsämaiden ravinnesuhteita, kalkkia näissä näytteissä on ollut keskimäärin 130 % koko aineiston keskiarvosta (vrt. s. 16). Ravinteet ilmoitetaan vastaavina lannoitemäärinä: kali kloridina (K_{40}), fosfori superfosfaattina (Psf) ja kalkki karbonaattina.

Pikamenetelmän ja perusmenetelmän antamien tulosten väliset korrelaatiokertoimet olivat K_{40}:n määrityksissä 0.805, Psf:n määrityksissä 0.646; ne ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Tulosten yhteensopivuutta onkin kalin osalta pidettävä melko hyvänä, fosforin osalta sensijaan kor-

keintaan tyydyttävänä. Keskimääräinen ravinnemäärä perusmenetelmällä oli K_{40} kohdalla 284.8 kg/ha, Psf kohdalla 72.3 kg/ha. Pikamenetelmä antoi kalille keskimäärin 82 % ($P < 0.001$) ja fosforille 81 % ($P < 0.001$) perusmenetelmän arvoista.

Kalkkianalyysien tulokset esitetään jälleen jakaen aineisto kahteen osaan pikamenetelmän tulosten mukaan: $CaCO_3$:n määrä 0—600 kg/ha, 243 näytettä ja 700 + kg/ha, 23 näytettä. Edellisessä osassa aineistoa oli



Kuva 1. Pienet kalkkimäärät eri menetelmillä.
Fig. 1. Small amounts of lime by differents methods.

pikamenetelmän antama tulos keskimäärin 181 kg/ha, perusmenetelmän 339 kg/ha, jälkimmäisessä vastaavasti 4 480 ja 4 300 kg/ha. Eri menetelmien antamien tulosten välinen korrelaatiokerroin oli edellisessä osassa 0.586, jälkimmäisessä 0.844 (molemmissa $P < 0.001$). Tulosten huonoa yhteensopivuutta aineiston edellisessä osassa kuvaa edelleen kuva 1. Nähdään, että pikamenetelmä on antanut eri luokissa keskimäärin 43—84 % perusmenetelmän arvosta. Yksityisissä tapauksissa virhe saattaa kuitenkin olla hyvinkin suuri, sillä eräissä tapauksissa pikamenetelmä on antanut alle 20 % perusmenetelmän arvosta. Sensijaan, kun kalkkimäärä oli 700 kg/ha tai enemmän, tulokset olivat samaa suuruusluokkaa ja niiden välinen korrelaatio oli melko korkea. Myös M ä k i t i e n (1958) mukaan kalkin määrityksessä suhteellinen virhe on suurin silloin kun määrät ovat pieniä.

Verrattaessa seuraavassa menetelmiä pidetään perusmenetelmän antamia tuloksia oikeina, koska siinä on paremmin kuin pikamenetelmässä pyritty poistamaan kaikkien tunnettujen virhelähteiden vaikutus.

Edellä on aluksi osoitettu, että Kenttälaboratorio pystyy tekemään maa-analyysin varsin huolellisesti. Siten sen näytesarjan perusteella, jonka Kenttälaboratorio analysoi sekä perusmenetelmällä että pikamenetelmällä, voidaan arvostella pikamenetelmän käyttökelpoisuutta yleensä metsämaan viljavuuden selvittämisessä ja varsinkin metsätieteellisessä tutkimustyössä. Tarkastelua häiritsee huomattavasti se, että perusmenetelmän analyysejä ei ilmeisesti ole tehty täysin ohjeitten mukaisesti.

Analysoitaessa tutkimuslaitoksen näytteitä osoittautui, että keskimäärin Kenttälaboratorion analyysi antoi tässä oikeana pidetystä metsäntutkimuslaitoksen saamasta kaliarvosta 89 % ja fosforiarvosta 37 % sekä pienistä kalkkiarvoista 47 % ja suurista 94 %. Kenttälaboratorion suorittama OM-näytteiden analysointi osoitti pikamenetelmän antaneen 82 % perusmenetelmän kalista ja 81 % fosforista sekä pienistä kalkkimääristä 53 % ja suurista 100 %. Näiden lukujen perusteella voidaan laskea, että keskimäärin pikamenetelmän tulokset OM-aineistossa ovat kalin kohdalla 73 %, fosforin 30 %, sekä kalkissa pienien arvojen kohdalla 25 %, suurien kohdalla 94 % siitä, mitä metsäntutkimuslaitoksen analyysit näistä näytteistä olisivat antaneet.

On tunnettua, että vaihtuvia tai liukenevia ravinteita on vaikeata uuttaa maasta täydellisesti, ja yhdellä uuttokerralla, jota kummassakin näissä menetelmissä käytetään, se on täysin mahdotonta. Siten sen, että menetelmä antaa pienempiä tuloksia kuin jokin toinen, ei tarvitse osoittaa näiden menetelmien keskinäistä paremmuutta. Menetelmän suhteen on tärkeintä, että lopulliseen mittaukseen tulee niin paljon ravinnetta, että se voidaan määrittää riittävällä tarkkuudella.

Eräiden virhelähteiden tarkastelua

Edellä on esitetty eräitä tekijöitä, jotka aiheuttavat virhettä vaihtuvien ravinteiden määrityksessä. Tässä tutkimuksessa todettiin, että pikamenetelmä antaa kalin määrityksessä erittäin luotettavia ja fosforin määrityksessä tyydyttäviä tuloksia. Kalkin suhteen tulosten tarkkuudessa on suuresti toivomisen varaa, varsinkin pienimpien kalkkimäärien kohdalla. Pikamenetelmässä ei täysin poisteta kaikkien virhelähteiden vaikutusta.

Taulukko 3. Eräiden tekijäin vaikutus kalkin määritysvirheeseen, kg/ha.
Table 3. Error in determination of lime, kg/ha.

	P_0	P_{20}	P_{50}	P_{120}	Ca_0	Ca_{200}	Ca_{400}	Ca_{1000}	Ca_{2500}	
H_0	39	34	32	25	8	8	14	23	107	32
H_2	115	110	104	90	70	77	86	94	198	105
H_4	189	183	172	168	135	150	154	175	275	178
Ca_0	75	71	70	69	71	78	85	97	194	
Ca_{200}	66	84	78	86						
Ca_{400}	82	84	93	80						
Ca_{1000}	110	95	95	84						
Ca_{2500}	234	209	180	154						
	113	109	103	95						

Luotettavuuden testaus — *Test of significance:*

	Vapaita arvoja *d. f.*	Neliösumma *s.s.*	Keskineliö *m.s.*	F
Toisto — *Repl.*	2	8'301	4'151	
H	2	618'652	309'326	308.4***
P	3	4'801	1'600	1.6
Ca	4	376'794	94'199	93.9***
HP	6	2'725	454	0.5
HCa	8	8'258	1'032	1.0
PCa	12	31'730	2'644	2.6**
Virhe — *Error*	142	142'364	1'003	
Summa — *Total*	179	1'193'625		

Sen vuoksi tehtiin seuraava koe, joka osoittaa analyysin tarkkuuden riippuvuutta kalkin, fosforin ja humuksen määristä.

Kokeessa oli kalkki 5:llä, fosfori 4:llä ja humus 3:lla tasolla. Koejärjestely oli 5 × 4 × 3 faktoriaalinen koe kolmesti toistettuna. Koetta varten valmistettiin humusliuosta seuraavasti: Metsän humuksen asetaattiuutteesta dialysoitiin elektrolyytit pois ja liuosta väkevöitiin haihduttamalla. Liuos sisälsi ml:ssa 15.6 mg humusta, 0.1 mg tuhkaa ja 0.029 mg CaO:a. Standardit sisälsivät fosforia ja asetaattia samat määrät kuin pikamenetelmässä (vrt. Vuorinen ja Mäkitie 1951). Taulukossa 3 esitetään kokeen tulokset kahden-suunnan taulukkoina. Kalkin ja fosforin määrät vastaavat kiloja kalkkikiveä tai superfosfaattia hehtaaria kohti 20 cm paksuisessa maakerroksessa, humuksen määrät ovat ml liuosta 20 ml:ssa määritysliuosta. Taulukossa olevat luvut ilmoittavat kalkin määrityksessä syntyneen virheen. Nähdään, että keskimäärin saatiin aina liian suuria arvoja. Taulukossa esitetään myös saatujen tulosten luotettavuuden testaus.

Taulukosta 3 nähdään, että humuksen määrän lisääntyessä virhe suureni lähes suoraviivaisesti ja oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Kalkin määrän lisääntyminen 1 000 kg asti ei sanottavasti vaikuttanut virheen suuruuteen, mutta 2 500 kg:ssa virhe oli selvästi suurempi. Myös kalkin määrästä aiheutuva virhe oli erittäin merkitsevä. Fosforin määrän lisääntyessä analyysin antama kalkkimäärä pieneni vähän, mutta ei tilastollisesti merkitsevästi ($P < 0.1$ %). Yhteisvaikutuksista oli CaP hyvin merkitsevä, fosforin määrän lisääntyessä suurien kalkkimäärien virhe pieneni eniten.

Käytetyt kalkin ja fosforin määrät olivat tässä kokeessa sillä alueella, mikä metsämaassa on yleistä. Liuoksen värin perusteella arvioituna käytetyt humusmäärät myös ovat yleisesti esiintyviä. Kaikkien näiden tekijäin suurentaminen aiheutti virhettä määrityksessä, kalkki ja humus positiiviseen, fosfori negatiiviseen suuntaan.

Kokeessa havaittu suhteellinen virhe oli pienien kalkkimäärien kohdalla prosentuaalisesti huomattavan suuri. Ca_0:ssa analyysi osoitti eniten humusta sisältävässä näytteessä 135 kg kalkkia ja Ca_{200}:ssa suurin humuksen aiheuttama virhe oli 75 %. Kalkkimäärän suurentuessa suhteellinen virhe pieneni ja oli Ca_{2500}:ssa 11 %.

Peltomailla tässä kokeessa käytetyt kalkkimäärät ovat merkityksettömän pieniä ja mahdollisesti näiden tekijöiden aiheuttama suhteellinen virhe siellä on melko pieni. Niinkuin edellä ja kuvassa 2 on osoitettu, metsämaan kalkkimäärä on yleensä pieni ja siellä tavallisissa kalkkimäärissä humuksen ja fosforin vaikutus virheeseen on huomattavan suuri. Virhe oli kuitenkin pienienkin kalkkimäärien kohdalla pienempi kuin edellä viljavuusanalyyseissä havaittu, joten muilla virhelähteillä, esim. valon interferessin kautta määrittämistä häiritsevillä aineilla täytyy myös olla osuutta havaittuihin virheisiin.

Ravinneanalyysin tarve metsässä

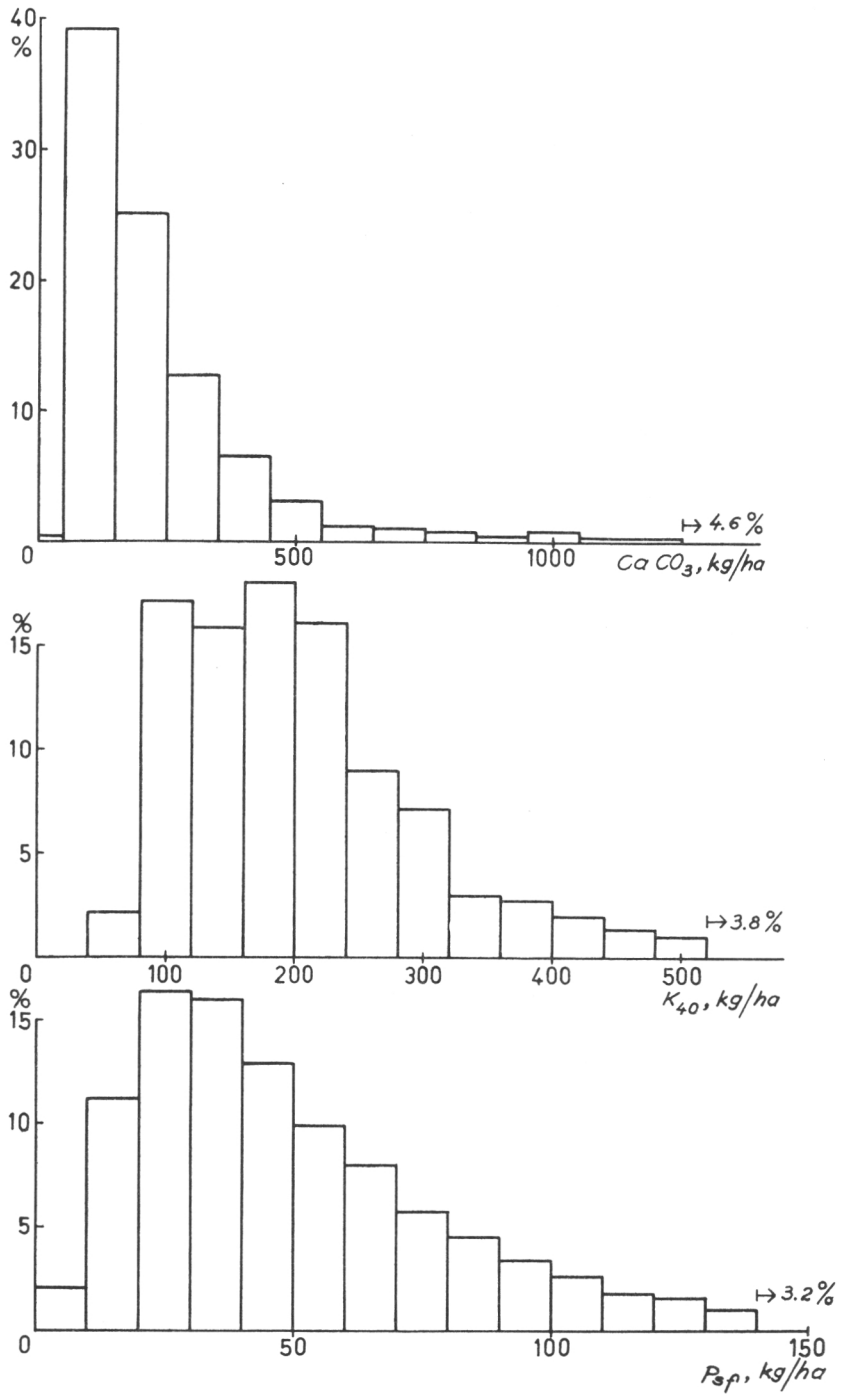
OM-aineistossa analysoitiin pikamenetelmällä 2 567 maanäytettä, joten se tarjoaa tilaisuuden jonkinlaisen kuvan saamiseksi metsämaiden yleisestä ravinnetilanteesta. Aineiston jakaantuminen ravinnemäärien mukaan esitetään diagrammoina kuvassa 2. Nähdään, että pienet ravinnemäärät ovat näytteissä olleet hyvin yleistä, mutta varsinkin kalkkimäärät olivat yleisesti pieniä. Tasaisin on jakautuminen kalimäärän mukaan. Keskimäärin oli 20 cm paksuisessa pintamaakerroksessa hehtaaria kohti 222 kg kalia (K_{40}), 52.0 kg fosforia (Psf) ja 425 kg kalkkia ($CaCO_3$). Osa tämän aineiston koealoista on entisillä pelloilla, joka todennäköisesti on jonkin verran suurentanut keskiarvolukuja. Ainoastaan kalkin ja kalin määrien välillä havaittiin heikko korrelaatio ($r = 0.535$ ***, regressiosuoran yhtälö: $K = 0.0697\ Ca + 192$). On ilmeistä, että kalkin määrityksessä analyysin virhe on keskimäärin hyvin suuri, todennäköisesti saman suuruinen kuin Kenttälaboratorion tästä aineistosta molemmilla menetelmillä analysoimassa osassa.

Metsämaista oleviin metsäntutkimuslaitoksen tietoihin näitä pikamenetelmällä OM-aineistosta saatuja lukuja on vaikea verrata. Tuloksiin eroja aiheuttavia syitä on useita mm.:

1. OM-aineiston maanäytteiden oton ovat suorittaneet useat henkilöt, monet heistä tällaiseen työhön tottumattomia,
2. näytteen mittaus analyysiin on ollut erilainen kuin perusmenetelmässä,
3. pikamenetelmän antamat luvut ovat määriä/ha, mutta 2 mm karkeampaa maata ei ole otettu huomioon, ja
4. analyysimenetelmä on ollut erilainen kuin metsäntutkimuslaitoksessa käytetty.

Näistä 4. aiheuttama ero voidaan edellä esitetyn avulla ainakin likimain korjata ja 2. ei useinkaan aiheuttane virhettä ainakaan tulosten suuruusluokassa. Kohdassa 1. mainittu seikka voi aiheuttaa ja 3. epäilemättä usein aiheuttaa myös tuloksen suuruusluokan muuttumisen.

Huolimatta tulosten mahdollisesta epätarkkuudesta OM-aineisto kokonaisuutena antaa arvokkaita lisätietoja metsämaidemme viljavuussuhteista. Verrattaessa tämän aineiston maita peltomaihin huomataan, että metsämaissa on ollut fosforia ja kalia n. 30 % peltomaiden keskiarvosta. Sen-



Kuva 2. Kangasmaiden jakaantuminen ravinnemäärien mukaan.
Fig. 2. Nutrients in Finnish upland soils.

sijaan vain n. joka kymmenennessä näytteessä on ollut kalkkia yli 10 % peltomaiden keskiarvosta (vrt. V u o r i n e n 1953).

Saksalaisten tietojen mukaan puut ja viljakasvit tarvitsevat 1 000 kg kuiva-ainemäärän tuottoon seuraavat ravinnemäärät (E h w a l d 1957):

	puut	viljakasvit
typpi	4—7 kg	10—17 kg
fosfori	0.3—0.6 »	2— 3 »
kalkki	3—9 »	3— 8 »
kali	1—5 »	8—26 »

Näiden lukujen mukaan puut tarvitsevat huomattavasti vähemmän fosforia ja kalia ja selvästi vähemmän myös typpeä, mutta yhtä paljon kalkkia kuin viljakasvit, ja maan ravinnetilannetta osoittavat luvut ovat siten metsässä ilmeisesti erilaiset kuin peltomaalla. Tarkasteltaessa edellä esitettyjen lukujen osoittamaa ravinteiden tarvetta ja tarjontaa huomataan, että peltomaihin verrattuna tarjonta kalin ja fosforin kohdalla näyttää metsässä olevan kohtalaisen hyvä, kalkin kohdalla sitävastoin erittäin niukka.

On todettu, että kangasmaiden männiköissä on melko kiinteä korrelaatio maan vaihtuvan kalkin määrän ja viljavuuden välillä (V i r o 1951). Kun kalkkimäärä ($CaCO_3$) 30 cm paksuisessa pintamaakerroksessa oli alle 540 kg/ha vastasi viljavuus keskimäärin kanervatyyppiä ja kun se oli yli 800 kg/ha, keskimäärin mustikkatyyppiä. Kun laktaattiliukoisen fosforin (P_2O_5) määrä maassa oli alle 30 kg/ha, sen ja viljavuuden välinen korrelaatio oli kohtalaisen korkea. Kuitenkin mäntykankaiden fosforitilanne osoittautui yleensä melko hyväksi johtuen kivilajeissamme yleisesti pienissä määrin esiintyvästä apatiitista. Kalin määrän ja viljavuuden välinen korrelaatio oli melko alhainen. Ilmeisesti männiköiden kalitilanne onkin yleensä melko hyvä, lähinnä ehkä kiilteiden määrästä johtuen.

Kotimaisissa luonnon kuusikoissa ei ole selvitetty ravinteiden ja viljavuuden välisiä suhteita, mutta eräiden kokeiden mukaan on ilmeistä, että ravinneanalyysien tulosten tulkinta on kuusikoissa erilainen kuin männiköissä. Mäntyyn verrattuna kuusen kalin, fosforin ja typen tarve näyttää olevan lähes kaksinkertainen, kalkin tarve 3-kertainen (V i r o 1955).

Edellä olevan mukaan kalkin tarjonta metsämaassa on yleensä tarpeeseen nähden hyvin paljon pienempi kuin kalin ja fosforin tarjonta. Maan kalkkipitoisuudella on huomattava välillinen vaikutus viljavuuteen. Peltomaita kalkitaan sen vuoksi, että monet viljakasvit eivät viihdy happamassa maassa. Metsämaassa kalkkipitoisuus vaikuttaa lähinnä mikrobien toimintaan ja sitä kautta orgaanisen typen mineraloitumiseen. Rehevimmät kasvupaikat tavataankin runsaasti kalkkia sisältävillä mailla.

Kuvan 1 mukaan edellä mainittuja männiköiden kalkkimäärän rajaarvoja vastaavat pikamenetelmässä (20 cm maakerros) likimain seuraavat: CT-VT rajaa 220 ja VT-MT rajaa 350 kg/ha. OM-aineistossa oli n. 80 % tapauksista kalkkimäärä alle 350 kg/ha. Edellä on osoitettu, että kun kalkkimäärä on näin pieni, pikamenetelmän antama tulos on hyvin epätarkka. Kuitenkin tutkimukset ovat osoittaneet, että vaihtuvan kalkin määrän 20 cm paksuisessa pintamaakerroksessa lisääntyessä ainakin 1 000 kg/ha asti (pikamenetelmän vastaava n. 700 kg/ha), viljavuus jatkuvasti lisääntyy. Näin pienillä kalkkimäärillä on siis erittäin suuri merkitys metsämaissa ja siten metsämaissa melko pienienkin kalkkimäärien kohdalla riittävä suhteellinen tarkkuus on hyvin tärkeä.

Maataloudessa pyritään ravinneanalyysillä määrittämään maan lannoitustarve ja tämä perustuu kokemusperäisten lukujen hyväksikäyttöön. Metsätaloudessa ei ole vastaavia lukusarjoja, sillä metsän lannoitus on vasta alkamassa. Kenttäkokeissa on havaittu typpilannoituksen melkein poikkeuksetta lisäävän metsän kasvua kangasmailla ja samoin on pitkäaikaisissa kokeissa vaikuttanut myös kalkki, mutta runsaasti kalkkia sisältävillä mailla ei typpilannoituksella ole ollut mitään vaikutusta. Kali- ja fosforilannoitus ei kuivilla kangasmailla ole lyhytaikaisissa kokeissa lisännyt kasvua.

Karuimmilla kasvupaikoilla, kuten someromailla ja karkeilla hiekkamailla, on ensimmäisenä minimikasvutekijänä vesi. Siellä ei lannoitus ole paljonkaan vaikuttanut tuottoon ja näillä mailla ei käytännön metsätaloudessa ole suurta hyötyä kemiallisesta viljavuusanalyysista. Jonkin verran tuoreemmilla mailla (hienoilla hiekkamailla ja moreenimailla) on typpi yleensä tärkein minimitekijä eikä kivennäisravinteita koskevan viljavuusanalyysin tarve ole ilmeinen. Suurimmat vaihtelut maan ravinteisuudessa on havaittavissa viljavimmilla mailla, joissa varsinkin fosforin määrän vaihtelut saattavat olla hyvin suuret (V a l m a r i 1921). Viljavuusanalyysin tarve lieneekin suurin viljavimmilla mailla (OMT ja sitä paremmat maat), joissa maan typpitilanne kalkin määrästä riippuen on kohtalainen tai hyvä, mutta jossa fosfori usein voi esiintyä minimitekijänä. Kalin määrittämisen tarve kangasmaiden viljavuustutkimuksissa ei näytä olevan kovin suuri.

Loppupäätelmiä

Metsäntutkimuslaitoksen käyttämä analyysimenetelmä on sovellutus F i e l d e s i n ym. (1951) kehittämästä, ja eräät nyt suoritetut mahdollisia virhelähteitä koskevat kokeet antoivat samanlaisia tuloksia kuin heidän kokeensa. Siten, jos halutaan luotettavia tietoja metsämaan kalkkitilanteesta, uuteliuosta on väkevöitävä ennen mittausta ja samalla on poistettava asetaatti ja fosfori. Nyt saatujen tulosten mukaan on myös humus hävitettävä tässä vaiheessa. Kaikista tärkeintä on liuoksen väkevöiminen tai fotometrin herkkyyden lisääminen, sillä vain spektrofotometrin epätarkkuus hyvin laimeissa liuoksissa on voinut aiheuttaa nyt eri menetelmien välillä havaitut erot pienissä kalkkipitoisuuksissa.

Häiritsevien kationien vaikutus voidaan mahdollisesti osittain poistaa sopivilla standardeilla. Pikamenetelmässä lisätään standardiin tietty määrä ioneja, joiden läsnäolon tiedetään aiheuttavan määrityksessä virhettä. Näiden ionien määrä maassa saattaa kuitenkin vaihdella laajoissa rajoissa. Ilmeisesti perusmenetelmä, jossa häiritseviä ioneja lisätään myös määritysliuokseen, antaa tässä suhteessa luotettavampia tuloksia.

Metsämaan viljavuustutkimuksia on käytännön tarkoituksia varten toistaiseksi tehty hyvin vähän ja yksinomaan V u o r i s e n ja M ä k i t i e n (1951) pikamenetelmää käyttäen. Edellä on osoitettu, että pikamenetelmä ilmeisesti antaa riittävän tarkkoja tietoja metsämaan kali- ja fosforitilanteesta, vaikka tulokset eivät olekaan suoraan verrattavissa niihin, jotka metsäntutkimuslaitos on saanut menetelmällään. Kalkkitilanteesta pikamenetelmällä saadut tiedot sitävastoin ovat hyvin epätarkkoja, ja mikäli metsämaan kalkkitilannetta aiotaan tutkia kemiallisen analyysin avulla, laboratoriomenetelmää on tarkistettava. Lähinnä tullee tällöin harkittavaksi näytteen väkevöiminen ja ehkä myös humuksen ja fosforin poistaminen ennen kationien määrittämistä. Tieteelliseen tarkoitukseen pikamenetelmä näinkään korjattuna tuskin antaa riittävän tarkkoja tuloksia metsämaan ravinnetilanteesta.

Kirjallisuutta

Ehwald, E. 1957. Über den Nährstoffkreislauf des Waldes. Deutsche Akademie der Landwirtschaften zu Berlin. Sitzungsberichte VI. 1.

Fieldes, M., King, P. J. T., Richardson, J. P. ja Swindale, L. D. 1951. Estimation of exchangeable cations in soils with the Beckman flame spectrophotometer. Soil Sci. 72, ss. 219—232.

Mäkitie, O. 1958. Viljavuusanalyysin tarkkuudesta. Maataloustieteellinen aikakauskirja 30, ss. 73—77.

Valmari, J. 1921. Beiträge zur chemischen Bodenanalyse. Acta Forest. Fenn. 20.

Viro, P. J. 1951. Nutrient status of forest soil. I. Pine stands. Metsäntutkimuslait. julk. 39. 4.

—»— 1955. Investigations on forest litter. Ibid. 45. 6.

Vuorinen, J. 1953. Viljavuustutkimuksen tarkennettua tulkintaa. Koetoiminta ja käytäntö.

—»— ja Mäkitie, O. 1951. On determination of calcium direct from soil extract by means of spectrophotometer with flame attachment. Suomen kemistilehti 24. 3.

—»— 1955. The method of soil testing in use in Finland. Agrogeological publications 63.

ON THE ESTIMATION OF FOREST SOIL FERTILITY

Summary

In Finland, the available soil nutrients are usually determined by the acetate-acetic acid (pH 4.65) method, the procedure being somewhat different in scientific and commercial laboratories. This article discusses whether the rapid method used in commercial laboratories for agricultural soils could be applied to upland forest soils as well. In this method the nutrients are determined straight from the leachate. The method adapted by the Soil Science Department of the Forest Research Institute is used as a basic method in comparisons. In this method humus is destroyed before phosphorus determination, sesquioxides and phosphorus are removed, and interfering cations added to both standards and analyses in Ca, Mg, K and Na determination.

With the basic method the agreement between the results of the commercial and scientific laboratory was good as regards potassium and high contents of calcium, fair for phosphorus and poor for low calcium contents (Tables 1 and 2, Fig. 1). The same held true when the commercial laboratory compared the rapid method with the basic method. Special experiments emphasized the importance of the removal of humus and phosphorus before calcium determination (Table 3). The conclusion reached was that the rapid method must be modified before it is fit for use on forest soils.

A set of 2 567 forest soil samples was analysed by the rapid method. Fig. 2 shows that the amounts of nutrients were usually very low. The soils seem to be especially poor in calcium, which in turn leads to slow nitrogen mobilization. Relatively, the potassium nutrition of the forests seems to be best.

In forestry practice there is no acute need of nutrient analysis on barren soils with poor water conditions, or on mediocre soils with slow nitrogen mobilization. In the most fertile soils the content of nutrients varies greatly and a chemical analysis can best reveal the nutrient status of the soil, e.g. as a guide to possible fertilization.

FUNCTIONS FOR VARIABLE DENSITY YIELD TABLES OF PINE BASED ON TEMPORARY SAMPLE PLOTS

YRJÖ VUOKILA

TILAPÄISKOEALOIHIN PERUSTUVAT YHTÄLÖT MÄNNYN KASVU- JA TUOTTOTAULUKOITA VARTEN

SUOMENKIELINEN LYHENNELMÄ

HELSINKI 1965

Helsinki 1965. Valtioneuvoston kirjapaino

Acknowledgements

This investigation has been financed by the United States Department of Agriculture.

Under the auspices of the U.S. Public Law 480, a grant was made by this Department in 1960 to the Forest Research Institute of Finland for a 4-year research project on the methodology of growth and yield tables, suggested and planned by the writer of this report. Simultaneously, the writer was appointed the principal investigator for the project. Administratively, the project and grant were maintained under the Forest Research Institute when the writer moved to the University of Helsinki in 1962.

On behalf of the Finnish institutions concerned, the writer wishes to express here the sincere gratitude of these institutions to the U.S. Department of Agriculture for the grant, and to those offices and persons who have contributed to the successful and smooth cooperation during the project. The writer wishes to join wholeheartedly in these expressions of gratitude.

Two graduate foresters, Mr. Aarno Uusvaara, MF, and Mr. Jorma Rajala, BF, have been responsible for the field work and preliminary calculations. Comments made by Dr. Kullervo Kuusela and Dr. Risto Sarvas have helped to augment the original mimeographed report submitted to the U.S. Department of Agriculture. Numerous persons have helped in field work, calculations, drawing of figures, typewriting, etc. The investigation has been corrected for English language by Mr. Fred A. Fewster. All these persons deserve a special mention of gratitude for their contributions and services.

A great number of scientists from different parts of the world have contributed to the study of previous methods and present status in the field of yield table studies. Particularly for their benefit, the survey based on these contributions and on the study of the literature has been included in this report as a separate chapter.

Helsinki, March 1965.

Yrjö Vuokila

Table of contents

page

1. Introduction 6
2. History and previous methods of compiling yield tables 10
   21. Europe 10
      211. Germany 10
      212. Northern countries 12
      213. Great Britain 15
      214. USSR 15
      215. Rest of Europe 16
   22. Africa 18
   23. Asia 18
   24. New Zealand and Australia 19
   25. America 20
      251. United States of America 20
      252. Canada 22
      253. Latin America 23
3. Evaluation of basic approaches 24
4. A temporary sample plot method for variable density yield tables 31
   41. Basic principles of the method 31
   42. Methods of field work 32
      421. Preliminary field work and its results 32
      422. Field work proper 35
         4221. Delineation of sample plot 35
         4222. Preliminary numbering of trees 35
         4223. Tree and stump count 35
         4224. Selection of growth analysis trees 36
         4225. Selection of sample trees proper 36
         4226. Measurement of sample trees proper 36
         4227. Measurement of growth analysis trees 37
         4228. Study of the environment of growth analysis trees 38
         4229. Additional studies 39
         4230. Maintenance of the sample plots 39
   43. Methods applied in preliminary calculations 39
      431. Determination of the year of last cutting 40
      432. Calculation of stand data 41
      433. Calculation of tree data 41
   44. Research material 42
      441. General requirements for sample stands 42
      442. Stand material 44
      443. Tree material 45
   45. Statistical treatment of material 50
      451. General 50

page

452. Tree increment functions 50
453. Stand increment functions 54
454. Tree and stand volume functions 54
46. Final functions 54
461. Symbols and definitions 54
462. Tree increment functions and their reliability 56
4621. Diameter increment function 56
4622. Height increment function 58
4623. Volume increment function 60
463. Stand increment functions and their reliability 61
4631. Basal area increment function 62
4632. Dominant height increment function 64
4633. Volume increment function 65
464. Tree volume functions and their reliability 67
465. Stand volume functions and their reliability 68
47. Use of the functions 69
References 73
Suomenkielinen lyhennelmä: Tilapäiskoealoihin perustuvat yhtälöt männyn kasvu- ja tuottotaulukoita varten 83

1. Introduction

In forestry, the term y i e l d is employed in two basically different ways. First, it is used to express the flow of forest products, whether in volume or value units, harvested from a forest during a given period or at a particular time, as designated by D a v i s (1954). This type of yield can be termed the h a r v e s t e d y i e l d.

Secondly, the term is used to express the volume or amount of forest products, however measured, attainable from a given site under certain prerequisites during a specified period, most often a rotation, with no reference to whether it is harvested or not. A corresponding term would be a t t a i n a b l e y i e l d.

Yield tables always refer to the last-mentioned, attainable yield. Yield tables show the yield attainable from a model stand of which the development does not — except by accident — coincide with that of any individual stand under natural conditions. Furthermore, the yield tables give basically the yield in volume units alone. Money yield is an extension of volume yield.

However, the yield tables present not only information on yield but on phenomena which can be referred to as g r o w t h or i n c r e m e n t. The most appropriate name for these tables would accordingly be »growth and yield tables», although for the sake of simplicity, the term »yield table» is generally preferred.

A definition of yield tables obtainable from a book on terminology (T h e E m p i r e . . . 1953) runs as follows: »Table showing the progressive development of a stand at periodic intervals covering greater part of its useful life on a given site. It usually includes average diameter and height, basal area, number of trees, and final yields, and may include volumes of thinnings and other data».

There are different types of yield tables dependent on the stands concerned. N o r m a l y i e l d t a b l e s are concerned with fully-stocked natural stands never subjected to cuttings. The word »normal» may be open to severe criticism in this context, but the term is so deeply rooted that it can hardly be changed simply by reason of inaccurate wording.

Throughout the northern hemisphere, the era of fully-stocked natural stands, also referred to as »natural normal» stands, is rapidly approaching

its end. There are countries in which such stands are now practically non-existent. However, the normal yield tables will continue to prove of use in the future as important bases of comparison in evaluating the effects of various cutting treatments on the development of the growing stock. But as such, the application of normal yield tables is rapidly diminishing. Currently, the focus of attention in growth and yield studies is principally directed to stands under regular management, or at least subjected to some kind of cutting.

Apart from normal yield tables, empirical yield tables are those most frequently mentioned in the literature. These tables are usually defined as concerning »actual average stand conditions» (Society of American Foresters 1950) »usually without distinction as to site over large areas» (The Empire... 1953). The basic information for these yield tables is as a rule collected in conjunction with a forest inventory, most often in a systematic pattern. More broadly, the term »empirical yield table» is often understood also to include tables which give the development of residual stands after severe commercial logging. Strictly speaking, however, all yield tables are empirical. Furthermore, it is rather questionable if the yield tables constructed from the material of a forest inventory are yield tables in the same sense as the other yield tables listed here.

Stands treated with regular intermediate cuttings, most often thinnings, are at present the main targets of research in the field of growth and yield table studies. There are again three different types of yield tables of such stands, often entitled »managed stands».

In many countries, preliminary or provisional yield tables have been published. These tables present only one single series of figures for each site, thus presupposing a medium degree of treatment for the area concerned. Consequently, preliminary yield tables can offer a basis for rough comparisons between managed and unmanaged stands, but cannot furnish detailed information on managed stands.

If they are to achieve major importance, yield tables must indicate how stands develop under varying degrees of intermediate cuttings. Basically, there are two different types of yield tables for managed stands which fulfil this requirement. Yield tables for managed stands commonly — but not necessarily — present information on the structure, development, growth and yield of stands provided they are treated in accordance with some thinning scheme — usually light, heavy or very heavy low thinning — underlying the permanent sample plot material available for the tables. Many of the yield tables currently available for managed stands fall in this category. They have had multiple uses in forestry, and have contributed to knowledge of how stands ought to be treated under varying economic conditions. Nevertheless, these yield tables, frequently referred to as mul-

tiple yield tables, have certain limitations; the major such limitation is that they are restricted to those few degrees of treatment experimented with on permanent sample plots. Should these prove inadequate in practice, or become out-dated for one reason or other, new material has to be compiled for revision of the tables. In fact, the term revised yield table has been widely applied in this particular meaning.

These limitations of multiple yield tables, coupled with the cost aspects of permanent experimentation, have brought about new requirements for growth and yield studies. Foresters need more versatile and more generally applicable yield tables. Ideal yield tables should enable the forester to apply not only two or three degrees of cutting treatment, but any intermediate kinds of cutting as well. Foresters should have not only information on low thinning, but simultaneously on high thinning, and so on. The need for what may be called variable density yield tables is nowadays becoming more and more urgent.

Variable density yield tables constitute the most modern addition to yield tables. Their construction has been rendered possible by the development in the statistical treatment of material, and electronic techniques. In fact, these new tools have revolutionized the old conservative way of thinking which has been prevalent in respect of growth and yield tables. What has been earlier referred to as a »yield table» may not in days to come be a table, but a group of functions utilizable in the production of information on the problems faced in each particular case. Of course, certain model series can and must be tabulated even in this case. The present vogue in the field of growth and yield studies could apparently be expressed as: more versatile yield tables more rapidly. As the yield from the world's forest resources is limited, and the demand for wood is showing a seemingly continued trend towards sharp increase, foresters need powerful tools if they are to be capable of meeting the pressure imposed on them and on the forests.

Research concerned with variable density yield tables, in the sense understood here, is as yet in its infancy. Particular urgency is thus attached to investigations dealing with the methods applicable to such yield tables. All the possibilities of methodology must be scrutinized and tested, to ascertain the most effective methods for the purpose. These may not be the same under all conditions.

This explains why the present investigation was started. Its purpose is that of contributing to the knowledge on the methods of yield tables in general, and variable density yield tables in particular. Besides giving a survey of the methods so far applied in the world as regards yield tables, an approach will be presented which may be employed in the construction of variable density yield tables for stands treated with low thinnings during

a short period from direct temporary sample plot measurements. This method may not, and actually cannot be applicable under all conditions. Even if not directly applicable, it may give fruitful ideas to those dealing with similar ideas in different parts of the world. It may also give ideas on how to develop this approach further to suit a broader range of conditions. If the paper does this, it has served its purpose.

2. History and previous methods of compiling yield tables

A basis for any investigation into research methodology is the knowledge of past accomplishments, and of the present status in the field concerned. This is why a survey of previous methods is included in this report.

It will not be possible to present here the whole bulk of information collected for this purpose. It is appropriate to state only the leading principles, and their development in different parts of the world. However, it seems necessary to append a considerable bibliography to enable a more thorough and detailed study by those who deem the present summary inadequate for their particular purposes.

Valuable contributions have been made by a number of persons throughout the world in their answers to questionnaires.

21. Europe

211. Germany

The cradle of the yield tables is in Europe, more specifically in Germany.

P a u l s e n seems to have been the first to publish results of yield studies; this was in 1787 (cf. M ü l l e r 1915). After this modest start, a large number of growth and yield studies have been published in Germany. By the year 1876, according to G a n g h o f e r (1881), the number of these studies amounted to 464. In 1881, the Union of Forest Research Institutes of Germany (Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten) published a detailed plan for the compilation of more reliable yield tables (Arbeitsplan für die Aufstellung von Holzertragstafeln). In consequence of this plan, by 1879 the number of publications had increased to 1041, and by 1880 to 1215. At present, hardly anybody knows just what the total number of German publications is.

The early German yield studies were necessarily based on a single measurement of each sample stand, i.e. on temporary sample plots. However, permanent experiments were started at the same time. These early permanent sample plots have subsequently proved very useful in yield studies. The relationship of temporary and permanent sample plots has gradually changed in favour of the latter. In the present century, the majority of yield studies have acquired information from permanent experiments. Thanks to the early start of permanent experiments, the German scientists of to-day can enjoy the fruits of century-long experience, greater in extent than anywhere else in the world. This must be one of the underlying reasons why German yield studies have achieved a world-wide reputation, and special fame for reliability. Right or wrong, permanent experimentation has invariably been labelled with the highest degree of reliability.

While the material underlying the German yield studies has continuedly improved by virtue of the increasing application of permanent sample plots, the basic approach to the treatment of this material has developed but little in the course of the centuries. Generally speaking, and with rather few exceptions, German yield tables have been based on the graphic fitting of the research material. The results obtained from the sample plots, either temporary or permanent, have been plotted against age and graphically fitted. Because of this basic approach, the problem proper relating to the construction of yield tables has been that of determining how to group these observations into homogeneous series. Although basically it is a question of the homogeneity of material, the problem simultaneously has a bearing on the site classification of sample stands. In more practical terms the problem can be stated thus: do the graphs of individual site classes derived from the material really indicate the average development of certain stands or are these curves only artificial constructions with no equivalent in nature? German scientists have presented a number of methods of attaining a solution to this problem.

In Germany, as in most other countries, site classification has been based on the age and the dimensions of the growing stock. Most frequently, the mean height taken against age has been used as the criterion of site quality. Consequently the test of homogeneity has followed the same line. However, the following principles do not necessarily presuppose the application of mean height.

The oldest widespread method for testing the homogeneity of development series was presented by H u b e r (1824). His approach, entitled the »index method» (»Weiserverfahren»), was based on a hypothesis that the mean tree of a mature stand was always the mean tree of the stand. Consequently, all that was needed was to analyse the development of the mean tree of a mature stand in each site class. At each age, the values of these mean trees were decisive in grouping the younger stands into site classes.

It seems that the basic hypothesis of this approach was wrong. The method was subsequently revised by T h. H a r t i g (1847) and R. H a r t i g (1865). They divided the growing stock into certain size classes, and analysed the development of the mean tree of each size class in a mature stand.

A more advanced method was suggested by C a r l H e y e r (1846) and E d u a r d H e y e r (1857). By means of short or long permanent experiments, their »directing curve method» (»Leitkurvenverfahren») was based on the trend of the plotted values of each sample plot. It was easier to group short curves from varying ages into classes, than individual points obtainable from temporary plots. However, this method does not necessarily presuppose permanent experiments. On temporary sample plots, the development of the growing stock can be analysed in reverse to the time of the last treatment, and in this way short lines are obtained to show the trend. The directing curve method has subsequently been widely applied all over the world, frequently without the knowledge that it was first presented in Germany in the middle of the 19th century. When graphic fitting is employed, and particularly as regards permanent sample plots, this basic approach has been the natural choice in the test of homogeneity.

An approach particularly suitable for temporary sample plot methods was made known by B a u r (1877, 1881) and K u n z e (1878), even though the method concerned is also attributed to D e P e r t h u i s (cf. H u f f e l 1893). When this method is applied, the results of all sample plots are plotted against age. The variation range of these observations is divided into a certain number of zones of equal width. The curve drawn in the middle of each zone indicates the average development of the

stand characteristic in question. The method, known as the »strip method» (»Sreifenverfahren»), was thus actually based on very infrequent observations which determined the range and the width of the zones. Whether these zones actually depicted the development of stands in nature depended entirely upon the skill of the investigator. Despite the obvious artificiality, the method has been widely used.

There may be other methods, which should possibly be described here in detail. However, the three methods quoted help to illustrate the basic approach generally applied in Germany.

Most frequently, the yield tables published in Germany are meant for certain limited areas within the country. They have, in fact, more or less a local character by reason of the variety of growing conditions. Yield tables which have current general application are many in number. Many of the yield tables by Schwappach (1889, 1890, 1893, 1908, 1911) are still in use. In 1912, Schwappach published his various yield tables in one volume, »Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten in tabellarischer und graphischer Form». This publication included minor contributions by other scientists as well.

The work of Schwappach was continued by Wiedemann, whose many publications, based on the same material as Schwappach's works, have made his name known throughout the world (e.g. 1932, 1937, 1948, 1949, 1957).

It is quite impossible to name here all the German scientists who have contributed to yield studies. However, names like Schober (1946, 1949), Vanselow (1951), Weck (1954), Assmann (1949, 1954, 1955, 1956, 1957, 1961), Mitscherlich (1955, 1958, 1961, 1963), and Erteld (1953, 1957, 1959, 1960) deserve particular mention.

Apart from graphic fitting, the application of other possible methods has been rather scanty. Research workers like Weise (1896), Eichhorn (1902), Urstadt (1909), Gehrhardt (1909), Peschel (1938), Mitscherlich (1949), and Weck (1950) have dealt mathematically with certain relationships of growth and stand characteristics. The yield tables prepared by Gehrhardt (1923) are a rare example of the application of functional approach to the construction of yield tables in Germany. In fact, for this reason his yield tables have been the subject of a great deal of dispute.

212. Northern countries

The countries of northern Europe, Denmark, Finland, Norway and Sweden, have occupied an important position in yield studies.

The first attempts to present information on the development, growth and yield of forest stands can be traced back to the 19th century in these countries. Names such as af Ström (1822), Segerdahl (1852) and Lovén (1891) in Sweden, Stalsberg (1882) and Dahll (1898) in Norway and Gyldén (1853) and Blomqvist (1872) in Finland, are commonly referred to as pioneers of growth and yield studies in their respective countries, although none of these persons has made any permanent contributions from the viewpoint of methodology.

The oldest achievements of more permanent importance can be found in Denmark. As regards the sampling of research material, Danish scientists have followed closely the methods developed in Germany. But the early Danish scientists were unique in respect of the treatment of the material. Two names deserve special mention in this connection, Gram (1879) and Prytzt (1889), who also paved the way for many other studies (Gyldenfeldt 1882; Oppermann 1915; Fabricius 1919).

The early Danish yield studies were based on functions derived from »particularly well measured or especially characteristic and typical trees and stands, the other observations being only corrective for the functions obtained». The material was first graphically plotted to find the trends, and from among the observations »reliable» and »typical» values were chosen, most frequently 2 to 3, to calculate the analytical expression of the trend. In a simplified form, these early Danish yield studies introduced the basic ideas behind what may be called a »functional approach» to yield tables.

Currently, these yield studies, later compiled into one volume (Dalgas 1920), are of no more than historical value. In particular, the method of determining thinning removals was too theoretical (cf. Møller 1951), but even so these studies deserve being more widely known.

The yield tables nowadays applied in Denmark were first published by Møller (1933), and later revised by Møller and Nielsen (1953). They are based in part upon the German material, and even the methods applied in their construction are, except in detail, the same as those used in German investigations (e.g. Eichhorn 1902).

In the 1910's and 1920's, the country with exceptional interest in yield studies in the north of Europe was Finland. The stimulus to the boom in yield studies in Finland was administered by the theory of forest site types put forward by Cajander (1909). As may be generally known, his forest site types are biological site classes defined by the lesser vegetation of the stands. In the rather undisturbed forests of Finland, Cajander believed, these natural biological classes, the same for all tree species, would also constitute yield classes. Yield studies were carried out in great numbers to ascertain whether this was true or not.

All these yield studies were based on temporary sample plots, and in this sense there is nothing remarkable about them. Without exception, graphic methods of fitting were used in the final presentation of the results. However, in addition to the application of forest site types as the means of site classification, many of these old Finnish yield studies employed a special test with respect to the homogeneity of the material. This was done in accordance with the principles introduced by Cajanus (1914).

It was the idea of Cajanus that the possible exclusion of certain sample plots from the material should occur objectively, without bias. He used the statistical characteristics of the sample stands, such as the mean, standard deviation and coefficient of variation, as criteria for the homogeneity of the development series. Within each forest site type, certain sample plots were discarded, as these statistical characteristics of the stand deviated too greatly from the rest of the material. Nonetheless, it is open to criticism whether the stands excluded from the final material were not as representative as the rest. In fact, on frequent occasions some sample plots, which should have been discarded had the principles been strictly followed, were finally accepted; some degree of personal bias was thus introduced after all.

The first Finnish yield studies dealt with the unmanaged, uncut stands, referred to as »naturally normal stands». In this way, a foundation was laid for the later studies of managed stands. The normal yield tables of Ilvessalo (1920) for the south of Finland should be accorded particular mention. His work was later augmented by Lönnroth (1925) and Lappi—Seppälä (1930). For the northern parts of Finland, normal yield figures were published by Ilvessalo (1937).

In the 1950's, some preliminary yield studies of managed stands were published in Finland. By tradition, these studies (Nyyssönen 1954; Vuokila 1956,

1960) were based on temporary sample plots and graphic methods. At the moment, there exists an urgent need for more detailed yield information for managed stands (cf. Vuokila 1960 a, 1962). This is one of the reasons for the present investigation being started.

Ever since the establishment of the Forest Research Institute of Finland in 1918, permanent experimentation has been given a great deal of emphasis (cf. Ilvessalo 1932). However, for reasons discussed below, at the moment there is a great deal of pessimism with respect to permanent sample plots as a source for yield tables. It constantly appears that temporary sample plots must also be employed if the yield tables for managed stands are to be constructed within reasonable time and at reasonable cost. The old methodology of temporary sample plots is inadequate, however. It is hoped that the present investigation will clarify the way to solution of the difficult situation.

At the close of the 1920's, and during the 1930's, a great deal of effective basic research in the field of growth and yield was carried out in Sweden. Undoubtedly, even now Sweden possesses the best facilities for yield studies on a major scale.

The first Swedish yield tables were published by Maass (1911), and were based on the graphic fitting of short series of permanent sample plots. His work was continued by Schotte (1912), whose major accomplishments comprise extension of the permanent experimentation, and the development of the methods applied in the field.

A fruitful period began in 1926 when Petterson assumed command of the yield studies. He made the decision of abandoning the application of permanent sample plots as long series of measurements covering the life of each sample stand. Instead, he chose the interval between two successive thinnings on each sample plot as a unit of study, and used the permanent sample plot material as the source of a number of temporary or semi-permanent sample plots.

Petterson has described his method in many publications (1933, 1937). By application of the techniques of multiple regression analysis, he finally issued a comprehensive yield table publication, »Barrskogens volymproduktion» (1954). This publication provides a thorough description of the basic principles of multiple regression analysis as applied to stand data in yield studies. With stand increment functions as a goal, he treated his material completely mathematically. Even the definition of thinning schemes was given a mathematical expression. It is hardly an overstatement to say that Petterson has established himself as one of the leading pioneers of ~~modern~~ methodology in the field of yield table studies. This statement is also true of Näslund (1942).

The yield tables of Petterson have been much disputed in Sweden, mainly by reason of their purely mathematical approach, which may have led to certain unnatural conclusions (Häggström and Kohh 1957). In the 1950's, assisted by Eklund (1952) and Carbonnier (1956), Näslund began a new yield study based on temporary sample plots. Under the leadership of Carbonnier, this research project is still in progress. The ultimate goal of the research project, entitled a »great yield study», is very much the same as that of the present investigation, i.e. to study the way in which temporary sample plots could be efficiently used in the construction of yield tables.

The publication of Fries (1964) on the yield of birch stands is the first major achievement of this important research project. His yield table publication, which appeared just before completion of the present report, is based on tree increment functions. Additional examples of the functional approach to yield problems are the works of Nilsson (1961), Jonsson (1962) and Andersson (1963).

Yield studies have perhaps been given less emphasis in Norway than in the neighbouring countries. National yield tables, founded on permanent experiments, were published in 1941 by Eide and Langsaeter. The principles of methodology which underlie these tables are basically the same as those presented by Petterson in Sweden. Here again, the unit for calculation was also the interval between two successive thinnings. From these periodic measurements, stand functions were derived and used for the construction of yield tables. However, the Norwegian scientists did not treat their subject so fully mathematically as did Petterson. For example, definition of the thinnings was not put into strictly mathematical terms, but was left more to the judgement of the investigators. This may explain why the yield tables of Eide and Langsaeter have been more readily accepted by practical foresters than were those of Petterson in Sweden.

As regards other yield studies published in Norway, mention is due of the works of Brantseg (1951), Haugberg (1957) and Bauger (1961).

213. Great Britain

The early pioneers of British yield studies were Sir William Schlich and Sir William Somerville, although the first publications of practical importance were those of Maw (1912) and Hanson (1913). The tables compiled by Maw were found to be reasonably satisfactory even as late as in 1948, particularly in respect of yield of hardwoods.

Very soon after the establishment of the Forestry Commission in 1919, the first »Forestry Commission Yield Tables» were prepared from temporary sample plot data (Guillebaud, Steven and Marsden 1921). In view of the extra information obtained from the permanent sample plots, these tables were soon revised by MacDonald (1928). Both of these tables employed graphic techniques, and presented yield figures for one degree of treatment, obviously regarded as the medium or optimum treatment.

Very few yield studies were published in Great Britain (MacDonald 1931, 1935) during the next 20 to 30 years, but a great deal of purposeful work was done on permanent sample plots. These activities resulted in the presentation of new yield tables by Hummel and Christie in 1953. The method applied in these tables is given in a later paper (Hummel and Christie 1957).

These new British yield tables were entirely based on permanent sample plots, and constructed graphically. They give information on the yield of stands subjected to a medium degree of thinning. The fundamental idea behind the tables is that the yield of stands is a function of the dominant height, expressed as the mean height of the 100 largest trees per acre. From the total permanent sample plot material, a »master table» was prepared which gave the development of different stand characteristics as a function of dominant height. The yield tables for different site classes were then prepared from this master table.

214. USSR

The pioneer of Russian yield studies was Vargas, also referred to as Vargas — de — Bedemar. As early as in the 1840's, he published a number of local yield tables for fully-stocked, even-aged stands. These yield tables have maintained their value until today. Vargas (cf. 1850) grouped his temporary sample plot material on the basis of the mean annual increment per ha. and mean height, although no exact knowledge exists of how he finally treated his material.

In more recent yield studies, particularly two leading principles are observable. First, the grouping of individual temporary sample plots into development series, i.e. site classes, is effected by means of the analytical method attributed to Tyrin (1913, 1931). Secondly, the exclusion of certain sample plots from the material rests on the ZNIILH method suggested by Tretjakov (1927).

Basically, the analytical method of Tyrin has the same characteristics as the early German methods of Huber (1824), Th. Hartig (1847) and R. Hartig (1865). The height of the stems felled and analysed must be approximately the same at all ages for sample plots to be grouped in the same class. The ZNIILH method of Tretjakov again calls for the exclusion of a sample plot from the material if the height, diameter and form of the trees on this sample plot deviate too greatly from the average. A careful selection of the sample plots to represent some kind of average development for the site class is already a marked feature of the field work. Consequently the variation among the sample plots finally selected for the yield tables is rather small.

Of the abundant Russian literature on yield, the works of Shustov (1914), Tihomirov and Tishtshenko (1929), Davydov (1936, 1949, 1956), Moisejenko (1958) and Naumenko (1952, 1958) deserve particular mention.

In Estonia (present Estonian SSR) the first yield tables were published by Mathiesen (1923). A more comprehensive yield study was published by Reim (1930) for pine stands. His temporary sample plot material was compiled »in the process of forest management work», and was obviously treated with graphic methods. Reim's numerical site classification was rather new at that time; the method applied by Haller (1932) was similar to the German methods. Since then, no major yield studies have been published until Muiste (1958), Henno (1959) and Gryazin (1960) again aroused interest in these problems. However, foreign yield tables (Tyrin, Vargas, Schwappach, Ilvessalo) must frequently be used, by reason of the lack of domestic information.

It may further be mentioned that Mathiesen (1949) has subsequently continued his studies of growth and yield in Sweden, in the endeavour to establish a relationship between the total yield and the mean height.

Very little is known about growth and yield table research in Latvia and Lithuania. The publications of Ostwald (1898, 1924) in Lithuania, and Köhler (1940) in Latvia indicate an approach which is about the same as that in Estonia.

215. Rest of Europe

In Austria, the traditions of yield studies go back as far as to the middle of the 19th century. It is particularly surprising that the oldest yield tables (Feistmantel 1854), or their revised editions, still find practical use. Apart from these, the yield tables of Guttenberg (1896) and the German yield tables of Schwappach (1912) are those most commonly applied.

In general, the Austrian yield tables have been constructed from temporary sample plot materials by graphic methods. Only the yield tables of Schiffel (1904), which have had more theoretical than practical importance, were based on permanent sample plots.

In Czechoslovakia, no major national yield table publication is available. The yield tables of Feistmantel (1854), prepared during the Austro-Hungarian regime, are still used in Czechoslovakia to some extent. More generally applicable

are the yield tables of Schwappach (1912), which had increasing use just before and after the second world war. With the aim of getting domestic yield tables, the working plan for the years 1964—70 includes »the working out of growth and yield tables for the principal species of Czechoslovakia».

In Rumania, the foreign yield tables of Feistmantel (1854), Weiss (1909) and Schwappach (1912) were used until 1949. In that year, a group of research workers in the Academy of Rumania planned a project for and the method to be applied in the construction of domestic yield tables. In the years 1949—55, 11 yield tables were published under the direction of Popescu—Zeletin; these were revised and published in their second edition in 1957 (Dendrometrical... 1957).

The method applied in these Rumanian studies had to be a rapid one, and accordingly temporary sample plots and graphic fitting techniques were used to produce preliminary yield tables, presupposing B-degree of thinning. It is felt that the techniques of the measurements, and the treatment of the material, must be developed if more reliable results are to be obtained.

In Spain, yield tables of German origin were used up to the second world war. However, the many publications by Echeverría and his colleagues (e.g. 1941, 1952) have obviated the necessity of using the foreign information. These publications are based on permanent experiments and graphic fitting of the material. As examples of the application of temporary plots, mention is due of the works of Martin Bolanos (1947) and Ducay Vela (1951).

In Jugoslavia, foreign yield tables have been used. Only recently have yield table studies been accorded major interest. Investigations have been carried out on temporary sample plots, and mathematical models applied to derive certain functions between stand characteristics and age. Yield tables have been constructed by means of these functions. Obviously, however, the tendency is towards the establishment of yield tables for certain forest areas, the material being compiled in a systematic pattern.

Actually, the mathematical approach to growth and yield studies has long traditions in Jugoslavia. The early works of Levaković (1927, 1938), mainly dealing with the mathematical aspect of site classification, have aroused widespread major interest outside Jugoslavia. More recently, Michajlov (1952, 1957) and Todorović (1955) have published studies on the growth rules of trees and stands, although apparently their work is not aimed at the construction of yield tables. The actual yield table studies are attributable to Trifunović (1960, 1961) entrusted with the task of eliminating the necessity of using foreign yield tables. He has used functions involving stand age, mean diameter, mean height and number of stems.

In the 1930's, a considerable amount of attention was devoted to growth and yield studies, and particularly to the thinning experiments in Poland. The publications of Jedlinski (1930, 1932), Grochowski (1930), Bujnowski (1933) and Szydlowski (1933) indicate a many-sided and thorough interest in these problems. The yield tables of Plonski (1937) for pine stands are also known. What has happened since pre-war days is not known to the writer, despite efforts made for the purposes of this report. Obviously the yield tables of Schwappach are still being used in a revised form (cf. Szymkiewics 1949).

The great name in Swiss growth and yield studies is that of Flury. His numerous investigations include those concerned with the effects of different thinning degrees on the yield (1898, 1903), along with actual yield tables for the tree species of Switzerland (1907, 1926, 1931). His papers are based on permanent experiments.

Subsequently Badoux (e.g. 1952) and Etter (1952) in particular have dealt with the same problems.

As regards Belgium, the works of Delevoy (e.g. 1949), and Galoux (1952, 1955), from the Netherlands the investigations of Grandjean and Stoffels (1955), from Hungary the studies of Fekete (1937, 1953) must also be mentioned. In Iceland, yield tables have been published by Bjarnason and Ragnarsson (1958), partly from domestic, and partly from Russian and Scandinavian material.

22. Africa

In general, Africa is still »terra incognito», with no major interest in yield studies, although there is one exception, the Union of South Africa.

The start of yield studies in South Africa can be traced back to the 1930's, when O'Connor (1935) introduced his method, entitled the »correlated curve trend method» (C.C.T.), for application in thinning experiments on permanent sample plots. The same method also underlies the later yield studies (Craib 1939, 1947; Wicht 1952; Marsh 1957).

The correlated curve trend method presupposes replicated permanent sample plot series, designed to produce information on the effects of different degrees of thinning on the development of the growing stock. In each replicated series, there is a »basic series» of 8 sample plots designed to give information on the start of the competition between tree individuals at varying spacings. Another group of 8 sample plots forms a »suppression and response series» to indicate the effects of suppression caused by competition, and the response of trees to thinnings. Additionally two sample plots are used to test the effects of weeding and pruning.

The correlated curve trend method provides an example of the individualistic and efficient application of modern sampling methods to yield studies. By virtue of the experimental design the reliability of results can be tested by means of statistical methods. However, it seems likely that this particular method is most suited to study of the detailed effects of thinnings, and is possibly not so effective for the establishment of yield tables.

An example of the recent increased interest in yield studies in Africa is to be found in the first yield tables of East Africa (Griffith and Howland 1961). The Pudden clinal design (1960) used in Kenya and Uganda providing a means for reducing the isolation required for thinning studies is another example of the modern currents in Africa to be noticed.

23. Asia

As a matter of curiosity, it may be mentioned that in China the first efforts to establish tables for forestry can be traced back some 350 years. These tables, known as the »Lung Ch'üan codes» and invented by »a woman from the Kuo family» in the Suichuan county of the present Kiangsi province in the People's Republic of China, were in fact simple volume tables, but also included certain information on the yield.

Yield studies proper began in China after the second world war. The first paper to be published was written in 1941 by Wu Ching-Chich. The growth and yield curves were drawn with no differentiation as to quality of site.

During the years 1954—56, the Complex Expedition of the Bureau of Surveys and Projects of the Chinese Ministry of Forestry published yield tables for 11 principal

tree species. In 1956—58, yield tables were constructed for three other species. It is obvious that all these yield tables are of more or less preliminary nature.

In the compilation of these yield tables, different kinds of regression functions have been used, along with »precise statististical analyses». The advisability of making better use of regression functions, and the necessity for intensified application of multiple regression analysis with the aid of electronic computers, is currently particularly stressed.

In Japan, the oldest yield table concerning Pinus densiflora was published by Taizan Shiga in about 1890. Next, O. Nara and T. Mochizuki gave information with respect to Criptomeria japonica, although these yield tables had no major significance.

In 1910, regular studies for yield tables were begun by the Government Forest Experiment Station. The programme and the method for these studies were revised in 1938. After the second world war, work was resumed in 1949; since then some 30 yield tables have been completed. Altogether, the number of yield studies amounts to about 150, but the tables prepared before the second world war are not regarded as of importance, as the number of plots available was rather scarce.

In the Japanese yield studies temporary sample plots have been in general use, owing to the shortness of permanent experiments. In the future, the combined use of permanent and temporary sample plots will be likely, but the emphasis is towards the application of permanent experiments. Graphic methods have been made use of in the past, and according to Ohtomo, there is some doubt that regression analysis will replace graphic methods.

In the more southerly countries of Asia, such as India and Indonesia, permanent sample plots and graphic techniques have been applied. In these countries the start of the yield studies dates back to the time of the first world war. For example, in Indonesia a comparatively reliable publication on teak was published by Beekman in 1918.

Up to the present time, a fairly large number of yield studies of natural stands have been carried out, but the task is still immense as a result of the large number of tree species entailed. To speed up the project, the application of temporary sample plots is being planned. However, it seems rather likely that semi-permanent sample plots are most suitable under these more or less tropical conditions.

As a whole, yield studies are in full swing in Asia, but to date methodology has not been accorded major consideration.

24. New Zealand and Australia

Yield studies got off to a rather late start in New Zealand. The first publication of this kind was the work of a forestry student (Syme 1933) for Pinus radiata. This table was of no more than local nature.

Since then, a half dozen papers have been published (Jones 1945; Allsop 1949; Lewis 1954; Duff 1953, 1959). The studies have been necessarily based on temporary sample plots, whereas permanent sample plots, remeasured once or twice only, have to some extent contributed to the material. The studies refer to natural unmanaged stands, but the aim is in the direction of yield tables for thinned stands as well. Graphic methods of rather complex nature have been applied.

In Australia, the Commonwealth Forestry Bureau has published yield tables for Pinus radiata.

25. America

251. United States

The first major research activities in forestry in the United States date back to the 1890's. According to Spurr (1952), the oldest significant publication which also includes yield information was written by Pinchot and Graves (1896).

However, up to the 1920's there existed little organized forest research in the United States. It is true that the first Federal forest experiment station was established as early as 1908 (cf. Dana 1956) at Fort Valley near Flagstaff, Arizona, but this and some later stations had no initial detailed and distinct plan. Despite this, a few scientists carried out valuable studies in respect of growth and yield, endeavouring to develop methods applicable under the extensive forestry conditions of the country (Chapman 1909, 1912; Hanzlik 1914; Pearson 1918; Spaeth 1920).

The 1920's marked the beginning of the active and purposeful years of forest research. The thorough planning and organizing work of Clapp was of decisive importance. As a first step, he prepared a programme of work for the forest experiment stations (1921) which included the study of growth and yield. His leadership was also manifest in the national programme of forest research (1926), although the work was formally effected through a committee established by the Society of American Foresters. This national programme was to be the cornerstone for the establishment of a broad programme of organized Federal forest research in the United States.

In 1924, the U.S. Forest Service appointed a committee to study methods of preparing volume and yield tables, and to present the most suitable methods applicable under American conditions. This committee of 9 experts submitted its report in 1926 (Committee... 1926) giving very detailed field and office procedures to be used nationally in the construction of normal yield tables. Essentially, the method proposed the use of temporary sample plots and graphic curve fitting, not much different from that applied in the earlier European studies of the same kind. This method was subsequently generally applied.

The national programme of forest research (Clapp 1926) formed the primary impetus for the Federal McSweeney—McNary Forest Research Act of May 22, 1928. This Act authorized a comprehensive ten-year programme of research in all phases of forestry and range management, and provided for later research as well. Through the passage of this Act by Congress, forest research, including yield studies as a prominent feature, was set on a firm financial basis.

The major aim of yield studies in the 1920's and 1930's was the preparation of normal yield tables for fully-stocked stands of the principal tree species which occur in pure or nearly pure stands. These yield tables were based almost without exception on the methods suggested by the Committee of 1926, i.e. on temporary sample plots measured in natural unmanaged stands at different ages, and graphically fitted to construct yield tables by site classes. It is impossible to list here the numerous publications resulting from these studies. However, from the methodology viewpoint, the contributions by Bruce (1926), Reineke (1927), Meyer (1930), Osborne and Schumacher (1935) and Schumacher (1939) must be mentioned.

On numerous occasions, the sample plots used to construct normal yield tables were permanently marked in the field. Subsequently, it has been possible to repeat the measurements on them to arrive at information on the natural development of such stands corresponding to that from permanent sample plots. To some extent, these remeasurement data have been used to revise — with no major change in the

treatment of the material and in the final method of fitting — normal yield tables derived from single measurements of the same stands.

However, these repeated measurements of natural unmanaged stands have been utilized more to study the »approach towards normality» to be encountered in partially stocked natural stands. As an inherent part of the normal yield table project, the study on the approach of non-normal natural stands towards normality has substantially improved the applicability of normal yield tables to more or less partially stocked stands. Here again it is rather unnecessary to try to cover the whole list of publications on the subject. As major representatives of this study group, mention may be made of the works of Briegleb (1942), Gevorkiantz (1934, 1937) and Watt (1950).

A great deal of research has been devoted in the United States to the study of the development of residual and related stands. These studies are regarded here as an important part of research to establish empirical yield tables.

In these studies of residual stands, the methods outlined by the 1926 Committee report could not be used. In fact, the investigations into the development of residual stands have proceeded along entirely different lines. The basic approach has been the statistical analysis of temporary or semi-permanent sample plots. By the use of the techniques of multiple regression analysis, regression functions have been derived which are utilizable to predict the development of residual stands, provided certain initial stand characteristics are known. These functions provide no evidence as to the causal relationships of the development. They indicate no more than mensurational and statististical correlations between the estimated growth and the initial stand, as in any application of statistical analysis of this kind. It is rather difficult to conclude to whom the application of this approach must be attributed as regards growth and yield studies. These principles were simultaneously adopted in several countries.

The studies of residual stands enjoyed considerable popularity in the United States during the 1930's. It has been stated at times that a scientist had to present a regression function to quality as a mensurationist there. Consequently the full list of publications would again be a long one. The works of Lexen (1935, 1939), MacKinney, Arland, Schumacher and Chaiken (1937), Westveld (1941) and Spurr (1952) may perhaps give the best idea of the approach and its application.

The same basic approach has been applied in a number of other yield studies, referring not so much to residual stands left after commercial cutting, but to a wide range of cutting practices (Meyer 1934, 1937; Duerr and Gevorkiantz 1938; Simmons and Schnur 1937; Hornibrook 1939; Herrick 1944; Buell 1945).

Another example of the application of statistical analysis in a somewhat similar way is presented by investigations dealing with the growth of individual trees. The recent papers by Lemmon and Schumacher (1962, 1962 a) are especially promising. So far, however, these tree functions have not been used to construct growth and yield tables. Certain indications in this direction can possibly be traced in the most recent paper of Lemmon and Schumacher (1963) which has to date not been available for study.

As regards the present status in yield studies of the United States, there exist numerous normal yield tables and empirical yield tables for residual stands. Apparently research activities along these lines have come practically to an end. There seems to be increasing need for yield information on stands treated with regular

partial cuttings. No major yield table publications for managed stands have been published recently.

Along with the intensification of silviculture and ageing of the permanent sample plots established to study the effect of thinnings and other partial cuttings on the growing stock, information on managed stands is gradually accumulating in the United States. Hitherto, the reports on permanent thinning experiments are concerned with the detail effects of thinning treatments. The question seems to be open as to how these permanent experiments will be used to establish yield information for managed stands. It is unlikely that the old conservative method of graphic fitting will be satisfactory. The need seems to be for variable density yield information of multiple application. There are certain indications that the problem will be solved either along the lines applied in Sweden and Norway (Petterson 1951; Eide and Langsaeter 1941), or as a theoretical study of hypothetical thinning regimes based on the behaviour of individual trees. The recent publications of Buckman (1962), Clutter (1963) and Lemmon and Schumacher (1963) seem to point in this direction.

During the last 10 years or so, continuous forest inventory (CFI) has been used to provide information on the growth and yield of actual stands within a certain forest area. However, the empirical yield tables obtained this way fall outside the scope of the present report.

252. Canada

Canadian growth and yield studies bear approximately the same characteristic features as those of the United States. This holds true as regards the types of yield table, and the methods applied in them.

Investigations which involve directly or indirectly the calculation of growth and yield have been numerous since the first world war. The emphasis has been laid mainly on the establishment of empirical yield tables for certain cover types within specified areas on the basis of data collected in a systematic forest inventory, or obtained from semi-permanent sample plots (cf. Harrison 1953). The number of empirical yield tables is rather large; examples which may be mentioned include the works of Mulloy (1944, 1947), Bedell and MacLean (1952) and Fligg (1960).

As in the United States, investigations into the development of residual stands have been given considerable attention (Barnes 1931; 1937; Blyth 1957). Methods of multiple regression analysis have been used, in general, to correlate certain stand factors to the yield of residual stands.

Besides empirical yield tables of certain cover types and residual stands, less pronounced emphasis has been laid on the construction of normal yield tables. Those completed have been based on temporary sample plots (e.g. British Columbia . . . 1947).

The preparation of yield tables for managed stands is still in the initial stage. Permanent sample plots are maintained for this purpose, but they may be inadequate in number for the ultimate purpose (cf. Harrison 1956). However, more recent publications (e.g. Warrack 1959) indicate that the interest is becoming increasingly turned in this direction. The need for more modern approaches in yield studies has been recently expressed by Honer and Sayn-Wittgenstein (1963).

Investigations have been in progress into the growth of individual trees, based on stem analyses (cf. Harrison 1956). These studies have as aim the relation of individual growth to past conditions of density, volume, etc., and the establishment of competition factors.

In addition, the publications by Dwight (1926), Smithers (1949) and Robertson and Mulloy (1946) need to be listed here as regards methodology.

253. Latin America

Very little if no research work in the field of growth and yield has been carried out in the countries of Latin America.

3. Evaluation of basic approaches

As was indicated above in the survey of previous methods, there are two main approaches most frequently used in the construction of yield tables: 1) permanent sample plot method, and 2) temporary sample plot method. An intermediate method between these two, using semi-permanent sample plots, has been less popular, but can also be regarded as an independent basic approach.

In many countries, the development of methods has been essentially the same. As an initial step, temporary sample plots have often been used, although permanent thinning experiments have simultaneously been established so that in due time there will be acquired more reliable information for the construction of yield tables. In fact, this period of permanent thinning experiments has not as yet come to an end. Permanent sample plots are still being thinned and remeasured in great numbers in most countries interested in forestry. As an indication of the great care and purposeful scientific planning devoted to these studies, there are the numerous publications dealing with the field and calculation procedures applicable in thinning experiments; one of these is sponsored by IUFRO (F a b r i c i u s, O u d i n and G u i l l e b a u d 1936).

To date, considerable amounts of time, money and scientific energy have been put into permanent thinning experiments. Against this, the achievements of permanent experimentation are perhaps not so good as could be rightfully expected. Indeed, the feature which distinctly characterizes today is the increased interest in temporary sample plots to be used side by side with permanent plots in the construction of yield tables.

This general tendency, clearly noticeable throughout the world, raises many questions; these include — what is wrong with the permanent experimentation ? — and why is there this renewed interest in temporary sample plots ? With these questions in mind, and in view of the historical background given, an attempt is made here to present the main difficulties and advantages encountered when applying these two basic approaches in the construction of yield tables. Here, the emphasis is necessarily laid upon the considerations which are principally valid under temperate climatic conditions, and specifically in Finland.

The temporary sample plot method used in the pioneer days of yield studies — and frequently later as well — was very simple. Sample plots were measured in stands of varying age, grouped in one way or other into certain site classes, and graphic curves were drawn to indicate the average development of different stand characteristics in each site class.

The reasons for the application of this simple method are obvious and understandable. There was an urgent demand for yield tables but no material ready to hand. In forest science, the knowledge of statistical methods had not reached a level which would have offered advantages over the simplicity of graphic fitting.

These early yield studies prove the efficiency of the simple temporary plot method if it is applied to a problem for which it is appropriate, e.g. the construction of normal yield tables. With no cuttings to disturb the natural development of the growing stock, the main problems encountered were such as how to be reasonably sure of the »normality» of stands at varying ages, how to deal with the mortality, and the way in which the grouping into site classes should be effected. There have been many succesful solutions to these problems and as a rule the normal yield tables obtained from temporary sample plot materials have well served their purpose.

Nevertheless, it was early recognized that in this simple form temporary sample plots had serious limitations if applied to managed stands. These limitations are so well known that they need not be treated here in detail. Temporary sample plots could be used only to prepare preliminary yield tables, presupposing an average cutting degree for the area or stand type concerned.

Permanent thinning experiments were started primarily to give reliable information for the construction of multiple yield tables for managed stands. Numerous publications have resulted from these experiments, although many of these have not met the requirements which could reasonably be demanded from them. As to the fundamental reasons and to the difficulties encountered in permanent experimentation, a comprehensive list, applicable specifically under Finnish conditions, can be presented. These reasons may not apply to all countries and conditions, but then under other circumstances additional considerations can be given.

1) At least in Finland, permanent sample plots have proved susceptible to natural damage, such as storm, snow, insects and fungi. These natural agencies have destroyed numerous individual plots and plot series. In addition, they have interfered with the treatment of almost all sample plots, in this way impairing the consistency of thinning treatments. Lesser damage found on permanent plots and regarded as a normal or average loss to be encountered in practice does not create any harm, however.

2) The consistency of thinning treatments has suffered from additional causes. Frequently, the thinning programmes applied have been based on the biological differentiation of trees in the stand, a principle which has proved subjective in application. As a consequence, changes in the personnel responsible for the permanent experiments have introduced variations in the intensity and weight of thinning of the sample plots. Later checks with basal area guides, or similar measures, have been incapable of removing the earlier inconsistencies. On the other hand, inconsistent or not, it is precisely known what kind of treatment has been practised on the permanent plots.

3) For numerous reasons, field and calculation procedures have undergone considerable changes during the course of the experiments. Some methods adopted initially, such as the felling of sample trees, could not be continued without decisively endangering the ultimate purpose ot the experiments. The idea of fully permanent sample trees had to be abandoned owing to thinnings and mortality. New instruments have been designed, new auxiliary tables presented, and new methods of measurement introduced. Each change in the field and calculation procedures, however good it may have been theoretically, has occasioned uncertainty in the interpretation of sample plot results. Theoretically, however, it is possible to conduct permanent experiments without changing the original methods chosen.

4) Great care has been exercised to attain as high a level of accuracy as possible in the cubic volume estimation of growing stock. However, despite these efforts, the growth figures arrived at, usually as a difference between two successive volume estimates, have often been highly erroneous. By reason of changes in staff and in measurement techniques, along with errors in measurements and auxiliary tables, the growth figure obtained from two successive volume estimates for slowly growing northern stands has at times been negative. Under these conditions in particular, a minor error in volume estimates can lead to a major relative error in growth estimate, if not always to absurdity. It must be pointed out, however, that this error of short-term growth estimate can be partly corrected by comparing several successive measurements and that for a rotation-long period permanent sample plots give highly reliable results as regards the total growth of the sample stand.

5) Particularly the early permanent thinning experiments were designed on more of a biological than an economic basis. As a rule, the thinning programmes tested have not been practical in the sense that certain of the thinning grades included cannot be economically practised in the field. Morover, the same interval between thinnings has been applied to all degrees to be tested. For field work economy all sample plots, however treated, have been thinned and remeasured concurrently, without regard to the

fact that for heavier treatments the interval should be longer than for the lighter ones. If this theoretical set-up has been used, the applicability of results to the practice of forestry is rather questionable.

6) The danger inherent to permanent experiments in general is that the programmes tend to become out-of-date; this has happened to many permanent thinning experiments. First of all, the scope of thinning experiments has often been too narrow. Practical forestry is no longer satisfied with the 2—3 degrees of thinnings from below which most frequently serve as foundation for permanent experiments; the need is for yield information on a great variety of cuttings worthy of consideration in the economic sense. Nevertheless, it is true that the economic mode of thought has been increasingly prevalent in recent years in the planning of treatments to be tested on the newest sample plot series.

7) The most recent permanent experiments have been established with the principle of replication. However, when there were established those sample plot series of which we enjoy the fruits today, this basic principle of experimental design was unknown in forest science. Consequently, the measurements of the older permanent experiments do not provide information for estimation of the reliability of results. On the other hand, it is rather optimistic against this historical background to think that the permanent sample plot series established in accordance with the most modern principles of experimental design have achieved perfection. Apparently, the permanent experiments will continue to be susceptible to criticism with respect to their efficiency, along with the development of experimental design and statistical method of analysis.

8) Error sources in measurements and the lack of statistical proof at present frequently render it impossible to state whether the differences obtained for the various treatments are significant. This may also be partly attributable to the onesided orientation in the measurements. As a rule, the main purpose of the permanent experiments has been that of producing information on the development of s t a n d characteristics under varying treatments. Individual tree studies have been carried out only to the extent that they have been necessary for the calculation of stand data. Fortunately enough, the tree information has not been completely lost, since the surviving growing stock still has records in respect of the reactions of trees to treatments.

9) Due to the simplicity of experimental design, the results of permanent experiments have been usually treated graphically. Where a statistical proof has been done (e.g. E i d e and L a n g s a e t e r 1941; P e t t e r s o n 1951, 1954), permanent plot data have been divided into shorter units covering the interval between two successive measurements. Using the methods of multiple regression analysis, functions have been derived which

relate certain stand characteristics after thinning to the growth characteristics of the succeeding period. However, if this is done, the units included in the analysis are partly strongly correlated and may not give valid estimate of reliability. In addition, it must be borne in mind, that the results from permanent sample plots are most unreliable for shorter intervals, while for rotation-long periods the reliability is good. Consequently, the use of statistical methods is in one way or other not free from severe criticism. As to considerations relating to the subjective selection of sample stands, reference is here made to p. 30.

10) The compilation of information for yield tables by means of permanent sample plots requires considerable amounts of money and time unequalled by any other basic approach. It engages the staffs of research institutions into a rotation-long obligation of routine measurements, thus impairing their ability to deal with other urgent research tasks.

With these ten points in mind, it is easily understandable that new techniques are needed for yield studies, and that once again interest has been directed to t e m p o r a r y s a m p l e p l o t s. The details of the modern approach with temporary sample plots will be discussed later. It may here be pointed out only that the basic principle of this approach is very much the same as that employed by E i d e and L a n g s a e t e r (1941) and P e t t e r s o n (1954) for permanent plots; the main difference is that the information is obtained from single measurements of stands and trees, and from retrospective analysis of their development.

A natural question which originates from this statement is this: can temporary sample plots be in any way superior to permanent plots in the compilation of data and in the construction of yield tables? On examination of the ten points given above it is noticeable that temporary sample plots have certain advantages over permanent ones, but that in certain points the relationship is reversed. Ultimately it becomes a question of balancing the advantages and disadvantages, to build up the whole picture of the merits connected with the temporary sample plot approach.

1) Temporary sample plots can be measured in healthy stands, and natural damage cannot interfere with the investigation. If some degree of natural damage is characteristic of the forest area concerned, the temporary sample plots can be selected to represent the average degree of damage to be expected. Provided possible calamities in the very early phase of the sample stands can be avoided, this is a distinct advantage of the temporary sample plot approach.

2) It was stated above that the treatment applied on permanent sample plots has not been consistent in many instances. However, there exists exact knowledge of the kind of treatment which has been practised in

each thinning since establishment of the permanent plots, frequently since the very origin of the stand. In this respect, temporary sample plots are inferior. There is usually no way of gaining precise knowledge of how the stand was cut before the last or last two thinnings. By means of stumps it is possible to get a sufficiently accurate picture of the immediate past, but as regards the time before that, a great deal depends upon assumptions. Nonetheless, it can be said that the most recent treatment is the most important one, and the one of which the effect is being studied. The earlier treatments are important only insofar as they may interfere with this study. If it can be assumed that there is no major difference in the intensity and weight of one or two earlier thinnings in the past, then it can be concluded with reasonable certainty that in fact the effects of the latest cutting are being studied. In any case, the problem is principally concerned with the selection of sample stands and is not necessarily insurmountable. In this context, it must also be pointed out that the temporary sample plots provide the investigator with the piecemeal information on the development of the stand type concerned while permanent plots, after several decades of experimentation, yield data on the prolonged development of each sample stand. A major difficulty of the temporary sample plot approach is how to put together this piecemeal information for a reliable life-time prognosis of the stand development.

3) When measuring temporary sample plots, the newest and most efficient techniques can and must be used. By reason of the shortness of time needed to carry out the project, there is no necessity to change the field method.

4) As regards the accuracy of volume and growth estimation, there should be no difference between temporary and permanent plots. In both approaches, growth information is obtained as a difference of two volume estimates, on permanent plots from two successive measurements, and on temporary plots from analysis of the past development of growing stock. Purely theoretically, the growth estimate arrived at from temporary sample plot measurements for a period since the last thinning should be even somewhat more accurate than the corresponding short-term estimate obtainable on permanent plots. On latter plots, the two successive measurements may have been carried out by different persons with somewhat different field techniques, and possibly employing different auxiliary tables. These may create a considerable error in the growth estimate. On the sample plots of temporary character, the possible error in volume estimate does not necessarily affect the growth estimate. This is because the same error is present in both the initial and the final cubic volumes of the study period, by the aid of which the growth figure is calculated as a difference between these two volumes.

5) Temporary sample plot studies can easily include any practical cutting programme. The only prerequisite is that such stands are included in the material. If some important cutting method has been neglected, the material can be quickly augmented in this respect.

6) The cutting practices studied with the aid of temporary sample plots cannot become obsolete by reason of the time required by the investigation.

7) The principle of replication does not apply to temporary sample plots in the same sense as it does to permanent sample plots. Temporary sample plots are »replicated» by measuring them in a large number of stands.

8) As in the case of permanent sample plots, there are two alternative basic units, a stand and a tree. Both units can be given proper attention in the temporary sample plot approach also.

9) Temporary sample plots are measured in different stands; no two sample plots should be in the same stand. By this means, there will exist no correlation between the basic units included in the material. Consequently, on this account alone the principles of normal multiple regression analysis are applicable to the temporary sample plot material. However, a question has been often raised with respect to the validity of statistical proof in yield studies in general, whether based on permanent or temporary sample plots. This is because the stands studied are selected subjectively and because the population from which the sample is taken cannot be readily and precisely defined. Both these arguments are interdependent, however. Neglecting the cost aspect, objective selection would not add to the reliability because of the subjectiveness in defining the population. On the other hand, the material of the yield study represents only itself or a hypothetical population which has the same mensurational border values as does the research material. In other words, the results of a yield study are applicable only within the range the material covered as regards the characteristics of the growing stock.

10) One of the main arguments in favour of the temporary sample plot is the saving of money and time occasioned by it in comparison with the permanent sample plots. When temporary sample plots are being used, the material can be collected in a matter of few years only. Similarly, certain revisions likely to become necessary afterwards can be speedily effected.

The ten points dealt with above in view of the applicability of the modern temporary sample plot approach are apt to lead to a conclusion that this approach is worthy of careful study in order to find out the most suitable methods applicable in it and to detect the possible drawbacks and limitations encountered when using the approach in the actual construction of yield tables.

4. A temporary sample plot method for variable density yield tables

There are numerous possibilities for temporary sample plots to be used for the construction of yield tables. Different basic hypotheses can be adopted, field techniques can vary a great deal, and the methods of statistical treatment can differ.

In this paper, one possible method is described. An attempt has been made to formulate this method to suit a wide range of forestry conditions.

41. Basic principles of the method

An opinion frequently expressed is that a forest stand is a biological entity which cannot be divided into component parts without the serious neglect of certain biological considerations. According to this, a forest stand is not merely a group of trees, but a complex biological organism of which the members cannot be separated by reason of their mutual interdependence.

This purely biological attitude has meant that the basic unit in yield table studies has been, with few exceptions (cf. F r i e s 1964), the stand. The purpose of field work has been to compile information on the sample stands as a whole. As a rule, individual trees have been studied only to the extent that they provide information on the stand.

The interactions of trees in a stand are indisputable, but it may be reasonable to ask whether these biological considerations are sufficiently weighty to necessitate the use of the stand as the basic unit of study.

In this investigation, and in the method to be presented, the basic unit of study is the t r e e. The primary aim of the field work and of the statistical treatment of material is to provide information on the growth and development of trees under a great variety of conditions.

Thus a forest stand is here considered as being a population of trees where trees can appear in a wide range of mixtures as concerns diameter and so on. The development of a stand is accordingly the sum of the developments of trees in the stand. It follows that stand models can be formulated from tree data, but keeping strictly within the bounds of the sample plot material. Any intermediate stand table within the scope of the material can be studied with the aid of the tree increment functions arrived at.

Stand increment functions obtainable from the sample plot material are also needed for checking the artificial models to be made. These stand functions render possible the getting of an idea of certain systematic error trends in the yield table calculations.

42. Methods of field work

421. Preliminary field work and its results

Two major problems had to be studied before field work proper was started, one relating to the size of the sample plots to be measured, and the other to the number of standing sample trees to be selected on each plot.

The optimum size of the sample plot has usually been defined as the minimum area which represents the stand to a definite degree of accuracy. In general, it is questionable whether the sample plots measured for yield table studies need to represent so much the particular stands as the whole, often more or less hypothetical, population from which they are taken. Consequently, and dependent upon the method applied in the construction of yield tables, the question of the plot size may not always be of major importance. However, in the present study, stand data will be entered as independent variables in the functions, and must thus reasonably well represent individual stands in order to be efficient. The problem of sample plot size could thus not be overlooked.

The problem concerning the number of sample trees is of more general interest. Whatever the requirements may be in respect of the size of the sample plot, the obligations of sample trees remain the same.

For the study of these questions, 10 stands were chosen covering the total range to be dealt with in the present investigation. With the development phase of the stand borne in mind, a primary sample plot of from 24 to 120 ares was first located in the stand; this was divided into a number of subplots of from 1 to 4 ares. The form of the primary sample plot was designed to allow the maximum amount of combinations of various sample plot sizes.

The tree tally was kept by subplots. Every tree of each third plot systematically chosen was measured as a standing sample tree for a detailed study of volume and growth factors, in this particular case presupposing the use of the volume and growth calculation tables of standing trees by Ilvessalo (1948).

Calculations were made in the office by subplots, and these were combined to form bigger plots. For each plot size tested, a particular subplot was entered once only in the calculation.

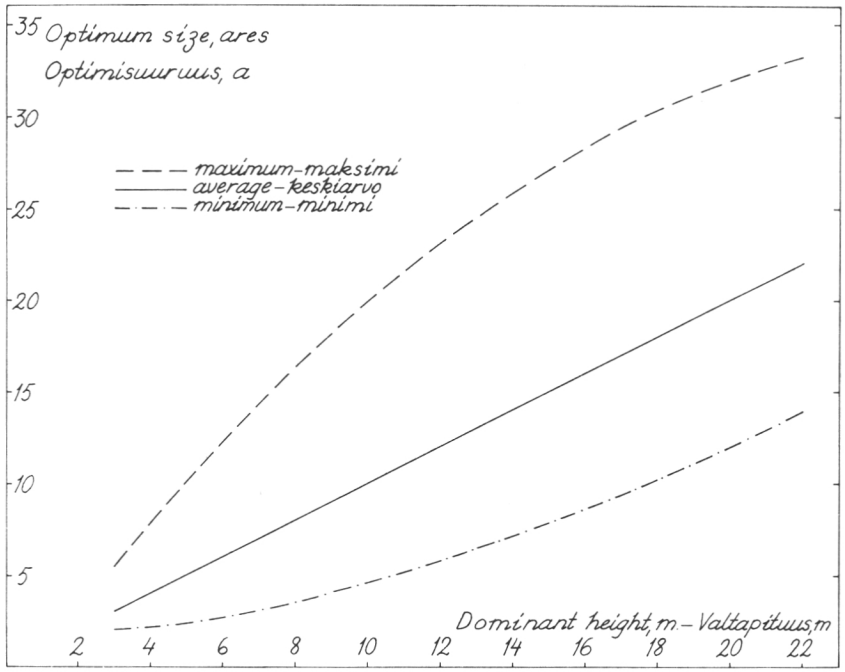


Fig. 1. The optimum size of temporary sample plots.
Kuva 1. Tilapäiskoealojen optimisuuruus.

The judgement of the optimum sample plot size in each stand was not based upon any definite standard of accuracy, since this is substantially affected by the size of the primary sample plot. For each stand studied, the sample plot size regarded as optimum was that which brought about the final major reduction in the coefficient of variation of cubic volume per ha., dominant height, dominant diameter and mean diameter as calculated from the sample plot results of this particular size. A decision made in this way is somewhat subjective, but no definitely objective method of judgement could be developed for this particular material.

The optimum sample plot sizes obtained by this means were plotted against the dominant height, expressed here as the mean height of the 100 largest trees per ha. when arranged in the order of their diameter (cf. Fig. 1).

As an average guide, it can be said that the sample plot size in ares should equal the numerical value of dominant height measured in metres. Thus, if the dominant height is 4 metres (= 13 feet), the size of the sample

plot should be 4 ares (=1/10 of an acre). A dominant height of 20 metres (= 65 feet) would require a sample plot of 20 ares (half an acre). It must be pointed out that these figures may apply to the stands of the present investigation only.

Nevertheless, the suggested sizes of sample plots agree fairly well with the earlier finding in connection with the same problem. It has been stated that a sample plot to be measured for yield table studies should include about 100 or 100—200 trees (B r u c e 1926). The sizes given above correspond, on the average, to 100—150 trees in the present material, the former figure referring to young stands, and the latter to older stands. However, there is a considerable variation range: in exceptionally homogeneous stands, 50—100 trees may be sufficient, while in other cases 150—250 trees are needed. This is again in accord with the recommendations of O s b o r n e S c h u m a c h e r (1935), their range of variation being 100—300 trees.

As for the n u m b e r o f s a m p l e t r e e s needed for the calculation of stand data on volume and growth, judgement can be based on the latter growth, since it can be regarded as the one requiring more sample trees.

The results of the present investigation indicate an average number of 30 sample trees per stand. Beyond this average number, the coefficient of variation with respect to volume growth per cent did not diminish significantly in the present material. However, there is once more a considerable range of variation to be confronted. Occasionally, 20 sample trees are sufficient, while in some other stands as many as 40 sample trees must be taken if the same standard of accuracy is to be attained. It must be pointed out here that no stratification of sample trees was used for these calculations. The number of sample trees can apparently be reduced if the major diameter classes are given greater weight than the smaller ones in the selection of sample trees.

The reasons for the variation in the number of sample trees are very largely the same as those causing variation in the size of the sample plot. A smaller sample plot thus means a lesser number of sample trees, and consequently, on the sample plots measured for yield table studies, every third to sixth tree should be chosen for detailed study as a sample tree. As an average of the whole material, every fourth tree can be recommended as a rough guide on the assumption that there is no stratification of sample trees by dbh. classes.

On the foundation of these preliminary studies, the sample plot size in ares was set to equal the number of metres in the estimated dominant height. The number of standing sample trees for the calculation of stand data was set at 35—40 trees per stand.

422. Field work proper

4221. Delineation of sample plot

There was nothing particularly noteworthy about the delineation of sample plot boundaries; it was done by means of a tape and an ordinary prism. The area was determined on a horizontal plane. No sample plots on steep slopes were accepted. Furthermore, the sample plots were not measured at stand edges, but an isolation belt was always left against the opening or neighbouring stand.

4222. Preliminary numbering of trees

To avoid in particular personal bias in the selection of sample trees, all trees of the sample plot were given preliminary numbers (cf. E k l u n d 1952) painted on a piece of cardboard and pinned at breast height. This number also indicated the right height for dbh. measurement. The numbering was started from one corner, no attention being paid to the direction, although later the numbers were pinned on the same side of all trees.

4223. Tree and stump count

As is usual in Finland, the breast height here refers to a height of 1.3 metres above the stump (I l v e s s a l o 1948). Two dbh. measurements were made with respect to each tree, one from the side of the preliminary number, and the other perpendicular to it, both to the nearest millimetre, using precision metal calipers. Each dbh. measurement was tallied separately.

Each tree was carefully inspected for certain serious defects (cf. E k l u n d 1952). The following list of defects gives an idea of this appraisal: dying, pine blister rust, forked, exceptionally crooked, stem broken, serious damage of stem surface, disfigured breast height diameter, decayed, bowed by snow, dry top, insect damage, tilted, etc. The purpose of this appraisal was to identify those trees which would not qualify as sample trees because of their exceptional character. The results of the present investigation therefore refer to healthy trees and stands with no major defects as regards the stem.

The diameters of all the stumps originating from the last cutting were measured at the lowest practical point at which the tree could have been cut during the summer. The smallest and largest diameter over bark of each stump was determined with a precision caliper and the mean of these recorded by 1-cm. diameter classes. To judge from the stumps in particular, and from the general appearance of the stand, the nature of the last cutting treatment was described verbally.

Several methods were tested for determination of the moment of the last cutting. The most reliable method proved to be the study of the annual ring pattern of the stumps. For this purpose, sections of wood, including the pith, were sawn off 5—6 stumps of major size on each plot and sent to the office. Whenever possible, the owner of the stand was consulted, but frequently the information obtained this way could not be relied upon because of the lack of records.

4224. Selection of growth analysis trees

One of the two basic aims in field work was that of compiling tree data for an analysis of the factors which affect the growth of tree individuals. For this purpose, 10 trees covering the full range of diameters were selected on each sample plot.

These sample trees were chosen systematically from the tree tally, neglecting those trees marked by certain serious defects. If the first systematic selection did not result in the predetermined distribution of trees among dbh. classes the next trees in the list were used to improve it. By the employment of this kind of restricted systematic selection, it was possible to choose growth analysis trees without personal bias. Growth analysis trees were marked with the letter K on the tally list, and the three largest of them with letters KJ.

4225. Selection of sample trees proper

Additional 25—30 sample trees were selected as follows (cf. also E k l u n d 1952).

Five of the trees largest in diameter were always chosen as sample trees, with the symbol PJ. This was to ensure precise location of the most important end of various curves, such as the height curve of the stand. Additional 20—25 sample trees were selected systematically, following the same basic principle as that applied in the selection of growth analysis trees. However, to preclude the accumulation of sample trees in lesser diameter classes, trees exceeding the estimated mean diameter were given a representation double that of the smaller ones. These standing sample trees were marked as P-trees. Each of these different symbols, K, KJ, P, PJ, referred to special observations which will be brought out later.

4226. Measurement of sample trees proper

The following measurements and observations were made with respect to all sample trees, including K, KJ, P and PJ trees:

— diameter at three heights: stump height, breast height and a height of 6 or 3.5 metres, all in two directions with a precision caliper, and with climbing when necessary,
— bark thickness at breast height in two opposite directions with bark gauge,
— increment core at breast height, including, when possible, 20 annual rings, stored in corrugated cardboard,
— height with Blume-Leiss height meter,
— lower limit of green crown with the same instrument,
— height growth of the past five years using binoculars and Blume-Leiss instrument,
— tree class,
— dimensions of logs obtainable, if a saw-timber tree.

Most of the measurements have their justification as the basic measurements necessary in application of the tree volume and growth calculation tables of Ilvessalo (1948). These are the only domestic tables available in Finland.

4227. Measurement of growth analysis trees

Whenever possible, the trees to be subjected to a detailed analysis of increment over the whole stem were felled. However, these trees had most frequently to be climbed. Fortunately there are available such handy items of equipment as the Swiss Baumvelo »tree bicycle» and the Swedish light-metal ladder. The ladders are suitable for any size of trees, but are indispensable for those of smaller dimensions. With the »Baumvelos» in particular the climbing of big trees is greatly facilitated. A trained man can climb to the very tip of the tree, while one with less experience can easily ascend to a top diameter of two inches. Charged with the various duties listed below, a trained man can climb 4 to 6 trees of less than 25 metres in height during a normal 8-hour working day.

As regards growth analysis trees, measurements and observations were made at the following heights: stump, 0.5, 1.3, 2, 4, 6, 8 . . . etc. metres at 2-metre intervals as high up as possible. At each height, the measurers were responsible for acquiring the following information:
— diameter in two directions with a precision caliper to the nearest millimetre,
— bark thickness in two opposite directions with bark gauge,
— increment core, including the pith, at all heights of KJ-trees (3 on each sample plot) and at the height of stump, 1.3 and 6 metres on all 10 sample trees (at remaining heights including only 20 annual rings, when

possible); the cores were stored in corrugated cardboard for later study in the office,

— estimation of annual shoot lengths of at least 5 years, and measurement of the lower green crown limit.

The measuring heights were determined by a metal tape, and by actual measurement of each point by the climber assisted by the crew leader at the base of the tree. Certain additional verbal observations were made in respect of these trees.

If not actually measured by the climber, the remaining part of the total height of the sample tree was determined by instrument.

4228. Study of the environment of growth analysis trees

For the purposes of this investigation, it is necessary to know the immediate neighbourhood around the growth analysis trees discussed in chapter 4227.

In the early phase of this study, two different approaches were used. Following the Swedish example (E k l u n d 1952), around each growth analysis tree, with the tree as the central point, there was measured a circular sample plot with a radius of 5 metres (appr. 16—17 feet), counting the surviving trees and the stumps of the last cutting. However, the constant radius of 5 metres proved to be of variable value in stands of different ages. In old stands, the radius often proved too short, and in young stands it extended too far from the tree. Nevertheless, it would have been biased to select the radius in each stand separately. It could have been possible to fix a few radii to be used on the basis of certain estimated stand characteristic, or to use the relascope to indicate the basal area per ha. in the immediate neighbourhood of the tree. The use of the relascope method in particular is worth further experiments in this connection.

In this investigation, however, it was decided that an endeavour would be made to arrive at as good an expression as possible for the actual growing space of the growth analysis trees. In the preliminary study of the distribution of trees in the stands to be studied, it became apparent that for each tree there exist 5 neighbouring trees which can readily be pointed out as obviously interfering with the growth rate of the tree concerned. Consequently, on all sample plots the environment of each growth analysis tree was determined by measuring the distance to the 5 neighbouring trees; the dbh. of these neighbouring trees could later be determined from the tree tally.

In addition to this, the dimensions of the crowns of all the trees involved were taken as the crown projection estimated by means of the Cajanus cylinder, and as the length of the green crown.

4229. Additional studies

On each sample plot, the coverage of tree crowns was arrived at by the study of 200 points systematically distributed over the sample plot. By means of the Cajanus cylinder, an observation was made at each point whether the point was inside the crown projection or not. The proportion which the former constituted of the total number of points indicated the crown coverage (cf. Sarvas 1953).

The stoniness of the forest soil was examined at 40 points, systematically distributed, by means of a metal rod. The degree of stoniness which could bring about discarding of the sample plot was evaluated by the method of Viro (1952), based on the average sinking of the rod.

The quality of soil and humus was studied at 4 points on the sample plot. The ground vegetation was described ocularly, and simultaneously the forest site type according to Cajander was determined.

The history of the stand was determined as far back as possible, including the mode of origin (natural or artificial), the distance between plants or seeding spots, the age of plants, the past treatment of the stand, and in particular the nature and degree of the last treatment. However, in a number of instances some of these could not be determined except in broad terms.

In conclusion, there were determined the degree of slope and the direction of slope.

4230. Maintenance of the sample plots

The sample plots measured are of temporary nature. However, it may prove helpful in the future if these sample plots can be maintained for some time for possible remeasurements. For this reason, each sample plot was permanently marked in the field by heavy corner poles. A map was drawn to show how the sample plot could be located later by anyone interested in it. The owners were not asked to limit their cuttings in any way, but were instructed to keep some kind of record of their cutting measures in respect of the sample plot. In this way, it may be possible to make use of at least a part of these as semi-permanent sample plots which may prove valuable in later studies.

43. Methods applied in preliminary calculations

A great variety of different measurements and calculations were effected before the material was ready for final treatment by electronic computers. The methods touched upon here are confined to those of general interest.

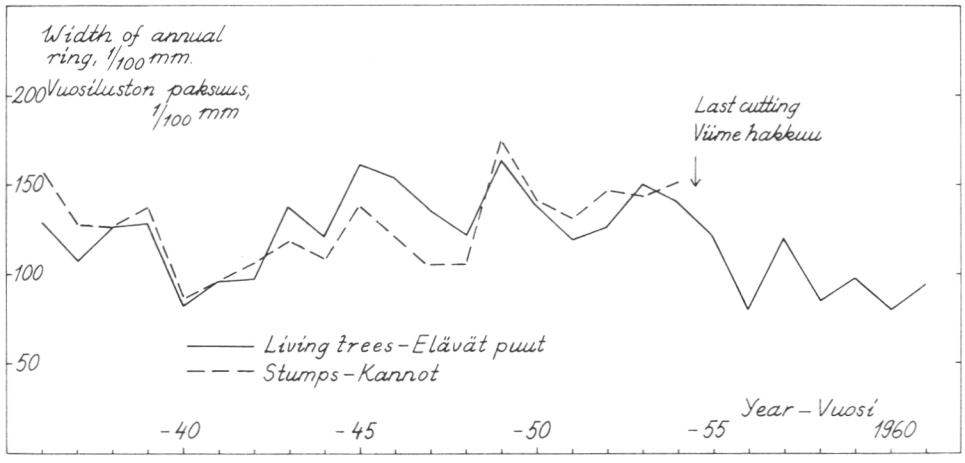


Fig. 2. An example of the determination of the year of last cutting (sample plot 207).
Kuva 2. Esimerkki hakkuuvuoden määrittämisestä (koeala 207).

431. Determination of the year of last cutting

In the current investigation, the main attention was paid to the development of sample trees and stands after the last cutting. Accurate determination of the year of last cutting was thus of major importance.

As was pointed out above, on frequent occasions it was not possible to get accurate information about the treatment of a stand from the owner. If this had been required, the difficulties of obtaining material would have become overwhelming. As for the year of last cutting, stump wood samples and increment cores bored from the living trees at stump height yielded reliable results.

The stump wood samples and corresponding increment cores from living trees were subjected to a detailed and precise analysis of their annual ring patterns. In fact, the width of each annual ring from the surface to the pith was measured with the Swedish precision instrument (E k l u n d 1950) to the nearest 1/100 of a millimetre. The results of these measurements were drawn on a transparent graph paper separately for stumps and living trees, and average values were calculated for both. As a rule, by comparison of these superimposed graphs it was easy to locate the year of cutting on the basis of the climatic fluctuations in radial growth (cf. Fig. 2).

The method described seems to be the only solution if no bookkeeping records are available. Fortunately enough, it has here proved very reliable, at least as regards pine stands where the annual rings are distinct and stumps do not decay rapidly. However, it should be applicable to stands of any tree species. The annual rings of deciduous tree species can be reli-

ably located from the samples if the light is set beneath the core in the machine used. A special small device must be planned for this purpose. In addition, even in the advanced phase of decay stumps retain their annual ring patterns, although the samples must be treated with considerable precautions.

The experience obtained during the course of the field work suggests a careful selection of the stumps from which the wood samples are to be taken. The best results are obtainable if the samples are taken from stumps of regular shape and of major dimensions. If no personal judgement is used, it is possible that samples will be taken from stumps with exceptional butt swell and distorted annual ring pattern. For the same reason, the cores bored at breast height of growth analysis trees often prove more helpful than those taken from the stump height. In this particular phase of investigation, personal judgement can and must be utilized to safeguard the successful outcome. As a rule, the stump samples were disks sawn from the upper surface of the stump. This rendered feasible the making of multiple analyses of the annual ring pattern in the office.

432. Calculation of stand data

It is unnecessary to describe in detail the calculations made to derive stand data from the field measurements and observations. Most of them are either generally known, or applicable in Finland alone.

Nevertheless, it must be mentioned that calculation of the cubic volume per ha. was based mainly on the tree volume tables by Ilvessalo, checked against the unit volumes obtainable from the growth analysis trees. Volume increment during the period from the last cutting to the moment of measurement was calculated by means of the backward projection of stand table using the information available from the field measurements. Here, there have been employed the increment borings at breast height, height increment estimates, and in particular the information from growth analysis trees.

As regards the stand characteristics calculated, reference is made to the later definitions and symbols (cf. p. 55).

433. Calculation of tree data

Tree data have been obtained from the measurements of growth analysis trees. The increment cores of these trees were studied, and annual rings measured with the Swedish precision machine. With the aid of this information, the development of the three largest analysis trees could be determined throughout their entire life, thus providing knowledge of the stand

history. On the remaining 7 trees per stand, analysis of past development was restricted to the period since the last cutting, which is the primary concern of this investigation.

In the calculations, there was used the ordinary sectional method. With the exception of the butt section at most 1-metre long, the calculations were based on sections of two metres.

For a more detailed list of tree data, see the list of symbols and definitions (p. 55).

44. Research material

441. General requirements for sample stands

The Scotch Pine *(Pinus silvestris)* is one of the two important tree species of Finland. It thrives on a great variety of sites, and accordingly provides a wide range of growing conditions. For this reason, the pine is most suitable for testing the method now in question.

Sample plots were located in the South of Finland (south of the 63rd parallel) in pure even-aged pine stands which had been treated with intermediate cuttings of varying degree from below. Consequently, the functions and tables to be presented refer to the thinnings from below only. Adequate material for high thinning is not currently obtainable in Finnish forests. The thinning from below or low thinning presupposes here that the mean diameter of trees removed is clearly smaller than that of the surviving growing stock and that the purpose of the measure is to favour the most dominating individuals in the stand. A wide range of sites occupied by the pine was covered. With respect to treatment, an effort was made to find stands which had been subjected to consistent intermediate cuttings throughout their lives. As this was usually difficult, the minimum requirement was that the stand had been treated with approximately similar intermediate cuttings twice consecutively, and had never been subjected to selective cuttings of commercial interest only, nor seriously neglected in the early phase of development. Apart from the stumps and general appearance of the stand, the owner and local practical foresters proved to be of decisive help in this appraisal. Even if they were unable to tell the precise moment of the cuttings, they could in general terms describe the measures taken into the fairly remote past. Sometimes, also, the increment cores bored were inspected with a view to the detection of certain possible increment reactions which would indicate early extreme cutting practices.

With the material concerned here, one can never be absolutely sure that early treatment of the oldest stands was in full accord with the requirements of this investigation, although it can be pointed out that these meas-

ures in the distant past can hardly have had such a bearing on the most recent development of stands and trees that they would exercise a decisive effect on the results obtainable from the material. The last intermediate cutting, if it does not greatly deviate from that practised prior to it, must be considered as by far the main, if not only, source for the reaction to be found in the surviving growing stock.

As regards the cuttings practised, the validity of the material for study of the effects of intermediate cuttings cannot be readily proved here. It can only be said that the best possible material in this respect available in Finland has been laboriously located with the aid of numerous practical foresters. As an additional feature, preference was given to stands which were known to have been tended by professional foresters for a long time. This made for a substantial representation of company-owned forests in the material.

In this material the period since the last intermediate cuttings varies from 2 to 14 years. Moreover, it was considered desirable that the material should contain as wide a range of thinning degrees as possible. During the course of the field work, continuous records were kept to ensure the receipt of a many-sided material by concentrating, when necessary, on the efforts to find certain particular types of stands.

With respect to the purity of the stand, a maximum of 10 per cent was allowable for mixture, measured in terms of basal area. This allowance did not concern the present situation alone, but also the past as far back as could be ascertained. When counting the trees, the mixed species were tallied separately, but in the continuation they were treated as an inseparable part of the total growing stock, since no sample trees of the mixed tree species were measured. Consequently, they were treated as if they were pines. This will not give a true picture of the individual stands, but it does remove effectively the influence of the mixed component from the material as a whole.

Pine stands in Finland are rarely fully even-aged, by reason of their natural origin. No strict limits were set for the degree of variation in the age within the stand. Very rarely was the difference between the youngest and oldest major component of the stand greater than 5 years. Individual trees which deviated considerably more than this were not accepted as sample trees.

Within each stand, the treatment had to be consistent, and no major openings or exceptionally dense parts were allowed. It was not possible to impose strict rules here either, but an endeavour was made to achieve the best possible degree of evenness in the density of growing stock. The requirements for the minimum size of sample plots were decisive with respect to the area of the stand. However, an isolation belt of 3—6 metres around

Table 1. The stand material, by C a j a n d e r's forest site types and age classes.

Taulukko 1. Metsikköaineisto metsätyypeittäin ja ikäluokittain.

Forest site type *Metsätyyppi*	Age, years — *Ikä, v*												Total *Yhteensä*
	—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100	101—110	111+	
	Number of stands — *Metsiköitä, kpl.*												
OMT	1	2	9	7	3	4	6		1				33
MT		3	3	5	4	8	6	2	5	1			37
VT	2	5	5	5	3	8	4	7	1	3	3	1	47
CT			5	2	4	6	4	3	4	3	4	2	37
Total *Yhteensä*	3	10	22	19	14	26	20	12	11	7	7	3	154

the sample plot was required, with the lower limit applicable to young, and the upper limit to old stands (cf. N y y s s ö n e n and V u o k i l a 1960).

442. Stand material

A total of 168 temporary sample plots were measured for the present investigation. A careful inspection of the material in the office reduced this number to 163. The discarding of 5 sample plots was for various reasons, such as excessive age variation, observation errors in the field work, and incorrect cutting measures practised on the sample plot.

Nine sample plots of the remainder of 163 plots were in the early seedling stand phase at the moment of measurement, and cannot be included in the statistical treatment of material. The material proper accordingly consists of 154 sample plots.

To give an idea of the material, two tables are presented.

Table 1 gives the distribution of sample plots into the forest site types of C a j a n d e r (1909), and age classes. The age here refers to the »initial age», i.e. the age at the beginning of the growth analysis period.

To assist in the comparison of this table with other site classification systems, a set-up gives the average dominant height of pine stands at the ages of 50 and 100 years in different site types.

Forest site type	OMT	MT	VT	CT
Dominant height at 50 years	20	18	16	11 metres
» » 100 »	30	28	24	18 »

The present material comprises a very wide range of sites and ages. It is true that extremely good and poor sites are lacking, but these have no importance economically, and it is impossible to acquire adequate material from them.

Table. 2. The stand material, by classes of dominant height and basal area.
Taulukko 2. Metsikköaineisto valtapituus- ja pohjapinta-alaluokittain.

Dominant height, metres *Valta-pituus, m*	Basal area over bark, sq. metres per ha. — *Pohjapinta-ala kuorineen, m²/ha*																		Total *Yht.*
	—2.0	2.1—4.0	4.1—6.0	6.1—8.0	8.1—10.0	10.1—12.0	12.1—14.0	14.1—16.0	16.1—18.0	18.1—20.0	20.1—22.0	22.1—24.0	24.1—26.0	26.1—28.0	28.1—30.0	30.1—32.0	32.1—34.0	34.1+	
	Number of stands — *Metsiköitä, kpl*																		
— 2.0	2																		2
2.1— 4.0	4	1																	5
4.1— 6.0			4																4
6.1— 8.0			3	2	2	1													8
8.1—10.0				1	2	3	2	1				1							10
10.1—12.0					3	6	4	3	2	2									20
12.1—14.0						2		3	3	1	2	1			1				13
14.1—16.0						2	3	3	1	2	2		1						14
16.1—18.0					1	1	1	3	4	1	1		3						15
18.1—20.0						1	1	3	7	6		3	1						22
20.1—22.0								4	3	6	2	2	2						19
22.1—24.0								1		1	1	1	3	1					8
24.1—26.0								1		2		3			1	1		1	9
26.1—28.0										1		2	1						4
28.1—30.0									1										1
Total *Yhteensä*	6	1	7	3	8	16	11	22	21	22	8	13	11	1	2	1		1	154

Table 2 shows the basal area per hectare by dominant height classes, both referring to "initial" values. It helps to provide a picture of the density relations of the growing stocks in the material.

The stand material which serves as a foundation for the present investigation relates to a great variety of conditions of site, age and density. This wide scope is, in fact, one of the major requirements for a successful outcome of the statistical treatment. On the basis of these wide limits of variation, the best opportunity is offered for the drawing of valid conclusions concerning the factors which are decisive from the point of view of stand development.

A more detailed picture of the stand material is given by Figs. 3—6, which also show the development of each stand since the last cutting.

443. Tree material

The number of individual trees studied for the various purposes of the present investigation is large. The most important of them are the growth analysis trees subjected to a detailed stem analysis and careful study of their environment; the total number of these trees is 1493.

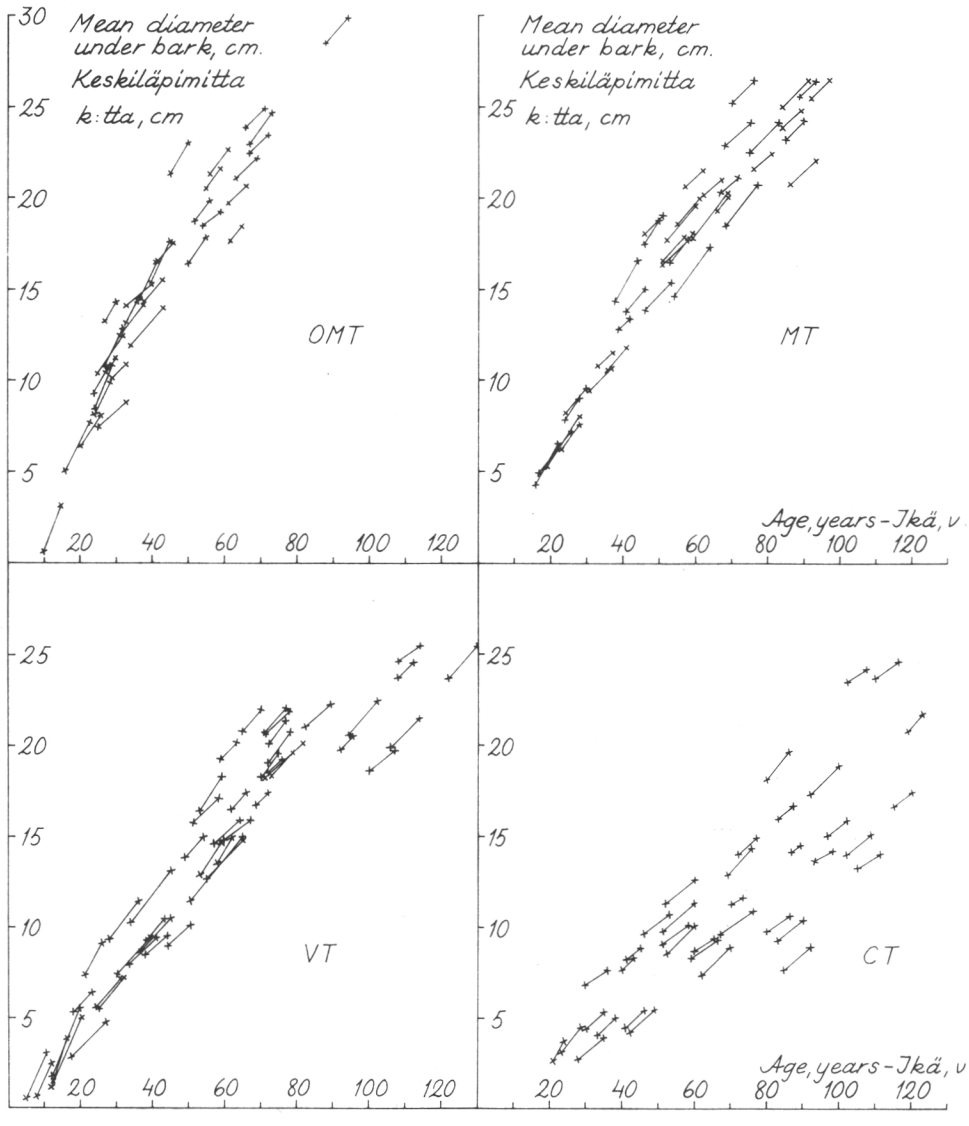


Fig. 3. Development of the mean diameter in different sample stands after the last cutting.
Kuva 3. Puuston keskiläpimitan kehitys viime hakkuun jälkeen eri koealametsiköissä.

It is not possible to present here the numerous results of measurements for each tree, although the distribution of these trees into diameter and height classes at the beginning of the study period is given in Table 3. Again, it indicates the wide scope of the material from the Finnish point of view. In fact, the material obviously covers the total range of diameter and

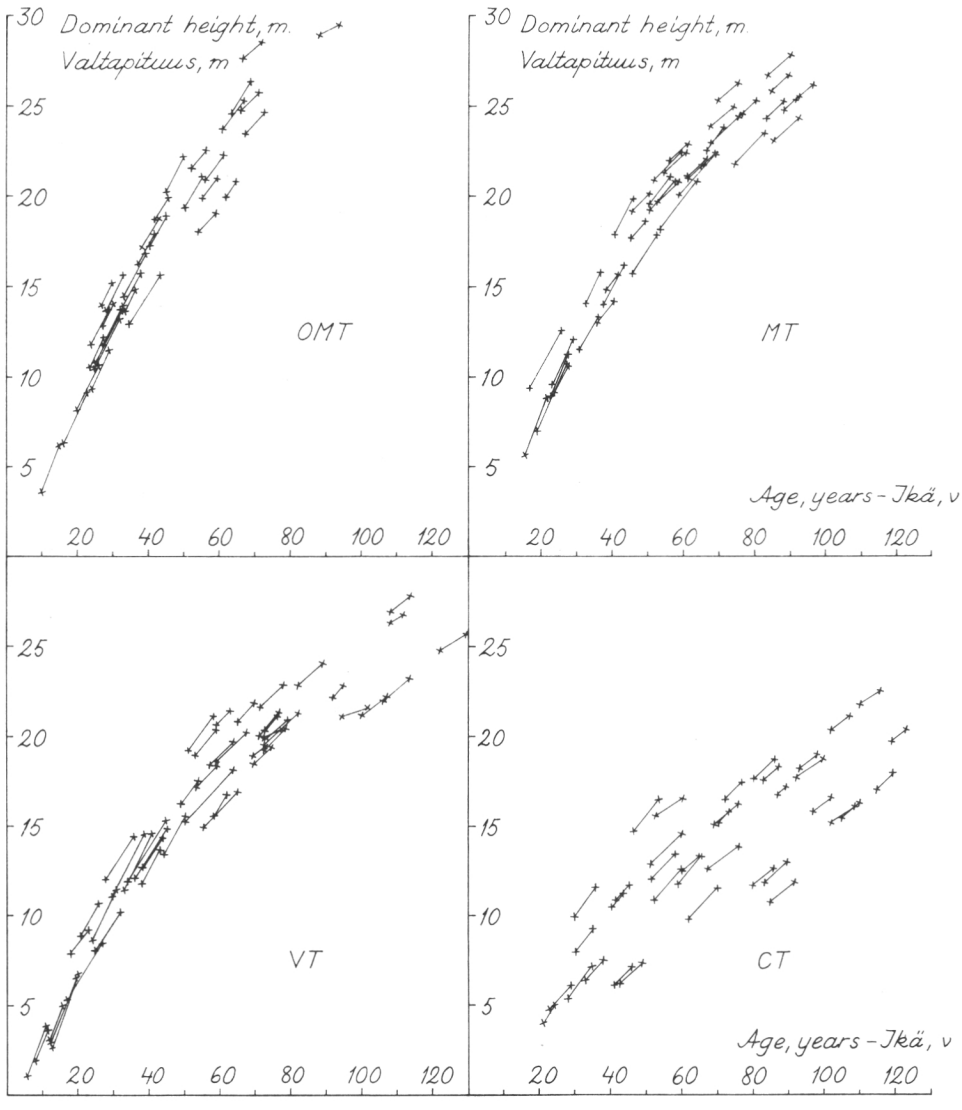


Fig. 4. Development of the dominant height in different sample stands after the last cutting.
Kuva 4. Puuston valtapituuden kehitys viime hakkuun jälkeen eri koealametsiköissä.

height possible under northern climatic conditions during normal rotations in tended stands.

As for the distribution of sample trees into different site, age, dominant height and basal area classes of the stand, reference is made to Tables 1 and 2, which illustrate the stand material. As was stated above, as a rule

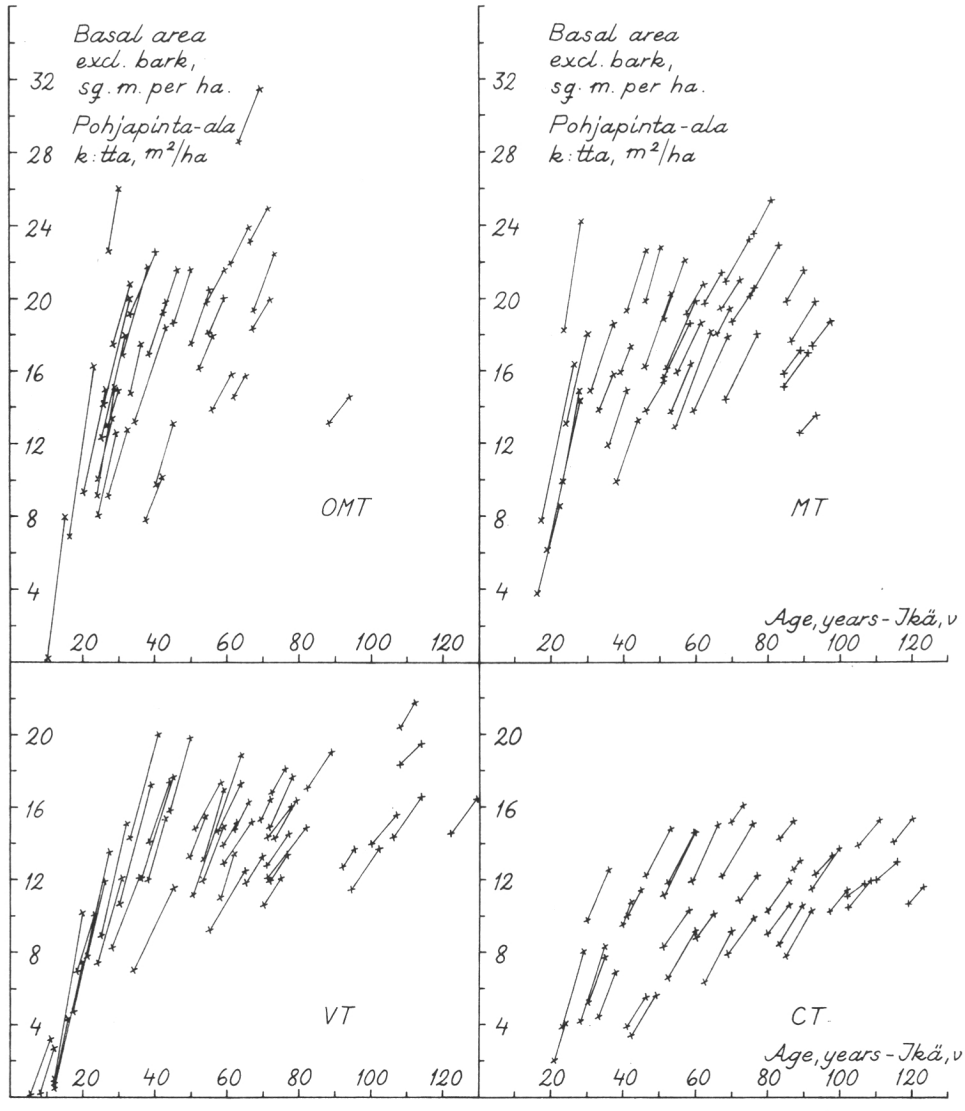


Fig. 5. Development of the basal area per ha. in different sample stands after the last cutting.
Kuva 5. Puuston pohjapinta-alan kehitys viime hakkuun jälkeen eri kocalametsiköissä.

10 growth analysis trees were studied in each sample stand. In the youngest stands, some of the sample trees did not qualify for the final tree material by reason of their small size, however. In the more advanced stand classes, nevertheless, each stand contributed 10 sample trees to the material. A good approximation, accordingly, is provided by the statement that the tree material is distributed among site, age, dominant height and basal area classes in the same relative proportions as are the sample stands.

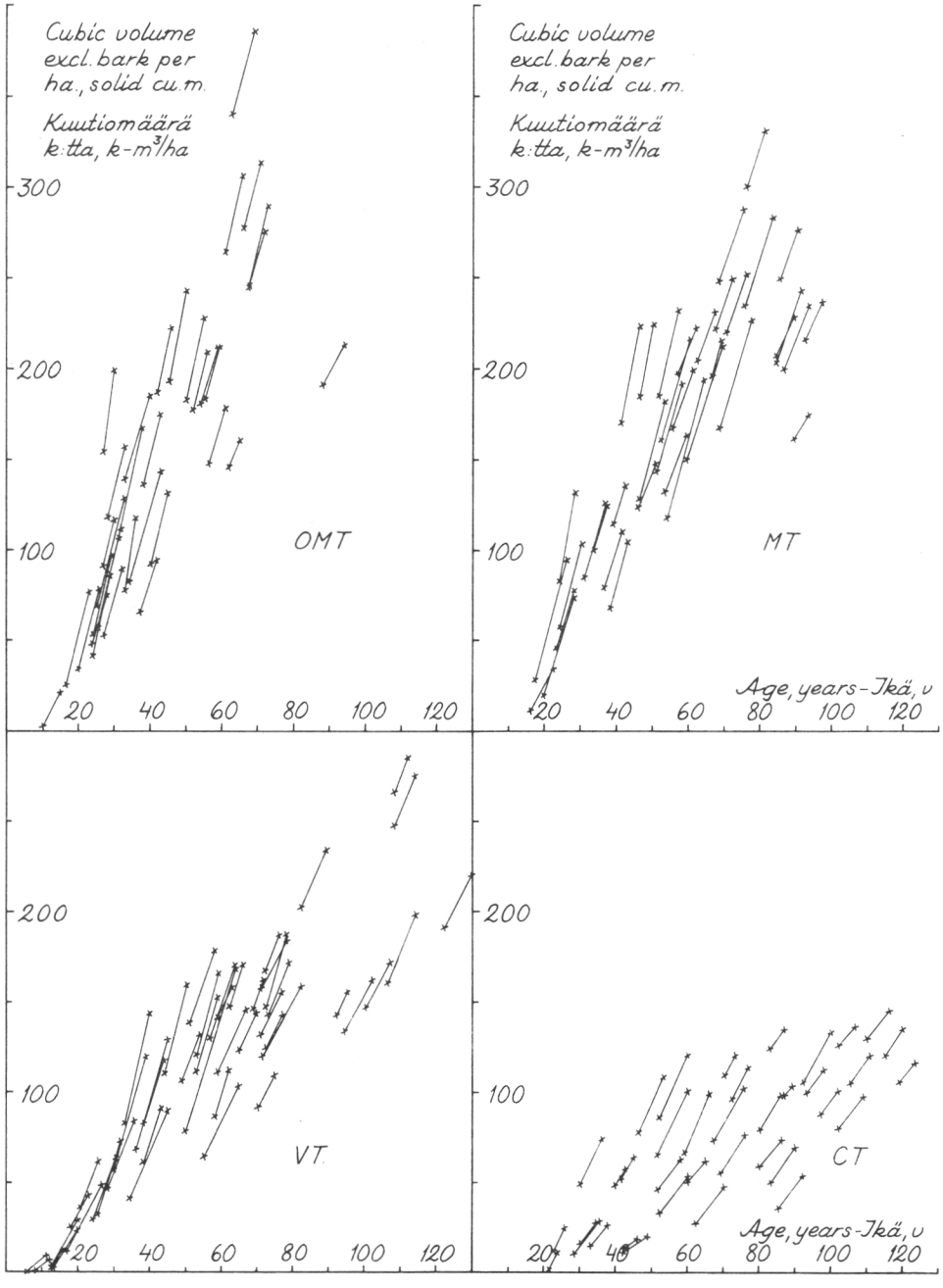


Fig. 6. Development of the solid cubic volume per ha. in different sample stands after the last cutting.
Kuva 6. Puuston kiintokuutiomäärän kehitys viime hakkuun jälkeen eri koealametsiköissä.

Table 3. The tree material, by diameter and height classes.
Taulukko 3. Puuaineisto läpimitta- ja pituusluokittain.

Dbh., cm *D, cm*	Total height, metres — *Pituus, m*															Total *Yht.*
	—4.0	4.1—6.0	6.1—8.0	8.1—10.0	10.1—12.0	12.1—14.0	14.1—16.0	16.1—18.0	18.1—20.0	20.1—22.0	22.1—24.0	24.1—26.0	26.1—28.0	28.1—30.0	30.1—32.0	
	Number of trees — *Puiden lukumäärä, kpl*															
— 4.0	62	22	2													86
4.1— 6.0	1	45	38	8	1											93
6.1— 8.0		11	60	49	17	1										138
8.1—10.0			10	59	55	19	2									145
10.1—12.0			1	30	49	40	17	3								140
12.1—14.0				4	25	42	33	22	4							130
14.1—16.0				2	4	27	42	35	20	4	2					136
16.1—18.0					3	6	14	48	31	15	5	2				124
18.1—20.0						3	19	29	49	23	13	2				138
20.1—22.0						1	5	16	52	32	22	9				137
22.1—24.0								5	21	21	20	13	2			82
24.1—26.0								3	11	19	13	19	5			70
26.1—28.0									2	5	8	18	7			40
28.1—30.0									1	4	5	7	4	1	1	23
30.1—32.0										1			3	1		5
32.1—34.0												3	1			4
34.1—36.0														1		1
36.1—38.0															1	1
Total *Yhteensä*	63	78	111	152	154	139	132	161	191	124	88	73	22	3	2	1 493

45. Statistical treatment of material

451. General

The material compiled with respect to stands and trees has been used for the calculation of a number of functions which can be applied in the construction of yield tables. These calculations were made by means of electronic computers, IBM 1620 and Elliott 803, mostly with the aid of the library programmes of these computers. Of the programmes available, stepwise regression analysis proved most helpful.

Very little prior knowledge is available of the factors which can be employed for prediction of the increment of stands and trees, and thus rather comprehensive tests of different variables were carried out before embarking upon the final treatment of material.

After these preliminary tests, the final treatment of the material was begun, using the full amount of data. The following can be said as regards the variables and general principles used.

452. Tree increment functions

The dependent variables are here the increment percentages of compound interest in the diameter breast high (p_d), height (p_h) and

cubic volume, solid measure (p_v) after the last thinning in the sample stands.

The use of compound interest as an expression of relative tree growth has been greatly disputed. It is hardly necessary to enter here into a discussion of the pros and cons in respect of the different interest alternatives. However, the principle of compound interest has here one particular advantage that cannot be overlooked. In the early phase of tree and stand development, simple interest gives huge percentage values, while compound interest reduces them to a size which permits of their being incorporated in the same calculation as the more advanced trees and stands.

The use of absolute increment values as dependent variables instead of increment percentages is not advisable, as the interrelationships of relative increment values with the possible independent variables is far simpler.

As regards the independent variables to be used in prediction of the values of dependent variables, their choice has been greatly affected by the purpose of the functions. The independent variables tested are only those which can be used in the projection of theoretical stand tables when constructing yield tables. Consequently, the prediction of tree increment can be effected more precisely if there are presupposed certain direct measurements in a stand, such as the diameter and height increment of the preceding period.

Another aspect in respect of the independent variables tested here is also worth special emphasis. The independent variables chosen for the final functions do not, as a rule, give much indication of the actual causes of tree increment. The independent variables are usually indirect numerical expressions for the increment phenomenon. Nevertheless, certain limited decisions relating to the actual causes of the increment can possibly be derived from the independent variables which have proved significant.

The independent variables employed to predict the tree increment in a stand can be grouped as follows:

— stand variables
— tree variables
— environmental variables
— climatic variables

Stand variables. Trees which form a stand have "much in common". Consequently, the increment rate of a tree is dependent on the stand in which it is growing. Accordingly, certain stand characteristics, such as mean diameter, intensity of last thinning etc., can be expected to exert a direct influence on the tree increment. It is admittedly difficult to differentiate on occasion, e.g. as regards the age, between stand and tree characteristics. In any case, stand variables have been found very marked in tree functions.

By way of example it may be mentioned that the multiple correlation coefficient was 0.867 between the strongest stand variable and p_d. The stand variables which proved significant can be seen in the chapter on final functions. However, it must be pointed out that in other materials other variables can prove superior to those chosen here. In fact, stand variables can be different, but are indispensable in any function concerned with tree increment.

Tree variables. Trees do not grow at equal rate within a stand. Trees which differ in size have not only varying capacities of absolute increment, but the same holds true of the relative increment. Different investigations have yielded contradictory results as to the dependence of relative increment on tree size. Here, tree factors have been tested thoroughly, to mention dbh. and height alone. Again, attention must be drawn to certain factors, such as the dimensions of green crown, being unacceptable as independent variables, as in theoretical models the use of such a factor is impossible. If the problem were that of getting an increment function for a tree actually localized in the field, then the green crown — again talking as an example — would be worth a complete test with respect to its significance.

Environmental variables. These variables refer to the conditions in the immediate neighbourhood of a tree. Even in the most homogeneous stands, trees do not have similar growing conditions which are expressible as stand variables. Individual trees do in fact grow in widely varying environments in a particular stand. When the purpose of the functions is borne in mind it is not easy to find environmental factors of significance and applicable in theoretical stand models. If there were a direct expression, for instance in terms of square metres, for the growing space of a tree, this would definitely be an ideal variable in the function. However, the growing space of a tree cannot be readily determined, and this is one of the major obstacles to stand models. Nonetheless, certain indirect expressions can be used to indicate the conditions in the immediate neighbourhood of a tree. Here the average distance to the neighbouring trees has been found significant. In the field, it was found that almost without exception each tree had 5 neighbours which seemingly interfered with its development. The size of the neighbouring trees is of course of major concern. In stand models, the neighbours cannot be given any specified size, but their distance from the tree in question can be taken to equal the average spacing in the stand. Different methods can undoubtedly be applied to describe the environment of the tree. In the present calculations, the environmental variables did not attain any major importance; this must be attributable to certain deficiencies in the material or in the models.

Climatic variables. There exists hardly any doubt as to the major influence of certain climatic fluctuations on the increment of trees and stands. As such, yield tables are not concerned with these influences, but an investigator has to face the possibility that a research material can be greatly distorted by certain climatic fluctuations. Only by accident does the period of study of temporary sample plots cover calendar years which can be considered as "normal" or average for the region concerned.

The research material has thus to be brought to the average climatic level if any major conclusions are to be drawn from it. There are at least two basically different methods which enable this to be done. One of them is based on annual ring indices calculated from increment cores, usually taken from stands where no cuttings have taken place. These indices are first utilized for correction of the results to the average climatic level, and the treatment proper of the material is begun only after this procedure has been carried out.

Another approach to the same problem is that of entering climatic factors as independent variables in the functions. When these functions are used, climatic variables are given the average values for the region concerned. This approach gives more flexibility for function application.

In this paper, the latter approach has been used. The following climatic variables were tested in various forms:

— mean temperature of the main growing season (from June 1 to July 31),
— total rainfall during the growing season (from May 1 to July 31),
— length of growing season: the number of days warmer than + 6°C in May,
— warmness of growing season: number of days warmer than + 16°C during the growing season.

The information on climatic fluctuations was not faultless in the present investigation. For understandable reasons, it was not possible to arrange special climatic studies, but the available information was acquired from the Institute of Meteorology in Finland. Unfortunately, the network of weather observation stations is not particularly dense in Finland, and thus climatic data for numerous sample plots were obtained from stations definitely too far away to be able to give reliable information for the particular locality of the sample plot. Odd as it may sound, it may be advisable to take into account the location of weather stations when a search is being made for temporary sample plots in future studies of the same kind as the one in hand. It would greatly simplify analysis of the effects of climate on tree increment.

By reason of the deficiencies of climatic data, the outcome of the present analysis is more or less accidental. In the computations carried out, the

length of the growing season expressed as the number of days in May warmer than +6°C has proved most significant. Given more reliable climatic data, the mean temperature and the total rainfall should gain more significance. All the climatic data have been computed as average annual values for the period after the last thinning in each sample stand.

To emphasize the importance of climatic data on increment, it may be advisable to extend the investigation into regions of greatly varying climatic conditions. If more variability exists in climatic data, the analysis will be simplified. In the present investigation, the material covers a fairly limited area from the climatic point of view, which accordingly renders analysis difficult.

453. Stand increment functions

The dependent variables in these functions are the increment percentages of basal area per ha. (P_G), dominant height ($P_{H\,dom}$) and cubic volume (P_V), all according to compound interest. The functions are based on the development of the sample stands after the last thinning.

As will be seen from the stand increment functions to be given later, the independent variables of stand increment functions are stand characteristics. Climatic factors have not qualified for the functions. It is obvious that the exclusion of climatic characteristics from the functions is attributable to the deficiencies of the climatic data available.

454. Tree and stand volume functions

The dependent variables of these functions comprise the cubic volume, excluding and including bark, of a tree and a stand, both expressed in solid cubic measures of total stem without stump.

As the functions are to be applied in theoretical stand table projections, they cannot be as versatile as would be advisable in some other connections.

46. Final functions

The main results of the present investigation are the following functions, which give multiple possibilities for theoretical constructions of yield tables.

461. Symbols and definitions

The following symbols and definitions are applicable in the functions to be given.

Tree symbols

p_d = mean annual increment percentage of tree diameter breast high, under bark, during a period between two successive thinnings, according to compound interest.

p_h = mean annual increment percentage of tree height during a period between two successive thinnings, according to compound interest.

p_v = mean annual increment percentage of tree volume during a period between two successive thinnings, according to compound interest, referring to solid cubic volume excl. bark of total stem above stump.

d = diameter breast high (= 1.3 metres above stump) of a tree, centimetres (cm.).

h = height of a tree above stump, metres (m.).

t = age of a tree, years.

$t_{1.3}$ = breast height age of a tree: number of years needed to reach breast height.

c = interval of thinnings: number of years between two successive thinnings (both tree and stand symbol).

v = solid cubic volume of a tree stem above stump, cubic decimetres (cu. dm.).

Symbols of tree environment

s = average distance from a tree to 5 neighbouring trees, metres (m.).

Stand symbols

P_G = mean annual increment percentage of basal area excl. bark per hectare during a period between two successive thinnings, according to compound interest.

$P_{H\,dom}$ = mean annual increment percentage of dominant height during a period between two successive thinnings, according to compound interest.

P_V = mean annual increment percentage of cubic volume per hectare during a period between two successive thinnings, according to compound interest, referring to solid stem volume excl. bark above stump.

T = stand age, years.

D = mean diameter breast high corresponding to mean arithmetic basal area of trees in a stand, centimetres (cm.).

H_{dom} = dominant height of a stand calculated as mean height of the 100 largest (in diameter) trees per hectare, metres (m.).

G = basal area per hectare of a stand measured at breast height, square metres (sq. m.).

V = cubic volume per hectare of a stand, referring to solid stem wood above stump, cubic metres (cu. m.).

R_G = percentage of basal area per hectare removed in a thinning.

Climatic symbols

L = length of growing season: number of days in May warmer than + 6°C.

Subsymbols

u = under bark (= excl. bark).

b = over bark (= incl. bark).

i = initial value: at the beginning of a calculation period, or immediately after thinning.

Units of measurement

1 metre (m.) = 100 centimetres (cm.) = 3.28 feet.
1 cubic metre of solid measure (cu. m.) = 1 000 cubic decimetres (dm.) = 35.31 cu. ft.
1 square metre (sq. m.) = 10.76 sq. ft.
1 hectare (ha.) = 2.47 acres.

462. Tree increment functions and their reliability

To follow the development of individual trees in theoretical stand models, three functions are needed, viz. functions for diameter, height and cubic volume increment. These functions are presented below with the inherent information as to their reliability in tree calculations. As regards the accuracy of these functions in the projection of theoretical stand models as a whole, the matter will be discussed in a later paper which will give yield tables based on these functions.

The reliability of the functions is tested here in the usual way by means of the material compiled to compute the functions. New material could not be collected for this purpose. Consequently, the test to be presented is based upon the assumption generally applied that the material itself can yield a valid expression for the reliability of the function derived from it.

4621. Diameter increment function

The function for diameter increment to be used in the projection of theoretical stand models is as follows:

$$p_d = \frac{383{,}0093}{T_i \cdot H_{domi}} + \frac{15{,}2639\sqrt{s_i}}{d_{ui} \cdot D_{ui}} + \frac{2{,}5429\ \sqrt{s_i}}{d_{ui}} + \frac{0.1227\ R_G}{c} + \tag{1}$$

$$19{,}0714\ \sqrt{L} - 2{,}0250\ L - 44{,}9094$$

The multiple correlation coefficient R for this function is 0.927, indicating that some 86 % of the total variation of p_d is explained thereby.

The error estimates for the various regression coefficients are presented in Table 4.

The importance of the different independent variables can be judged from the standard errors and t-values of regression coefficients. The table illustrates that the stand characteristics, age and dominant height, are most decisive from the view point of tree diameter increment. In fact, these stand characteristics alone explain 75 % of the total variation in tree growth

Table 4. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the tree diameter increment function.

Taulukko 4. Puun läpimitan kasvuyhtälön regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot.

Variable *Muuttuja*	Regression coefficient *Regressio-kerroin*	Standard error, absolute *Keskivirhe, absol.*	Standard error, per cent *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
$\frac{1}{T_i \cdot H_{domi}}$	383.0093	12.8977	3.37	29.70
$\frac{\sqrt{s_i}}{d_{ui} \cdot D_{ui}}$	15.2639	0.6034	3.95	25.30
$\frac{R_G}{c}$	0.1227	0.0112	9.13	10.96
$\frac{\sqrt{s_i}}{d_{ui}}$	2.5429	0.4184	16.45	6.08
$\sqrt{L}$	19.0714	4.4657	23.42	4.27
L	— 2.0250	0.4834	23.87	4.19
Constant *Vakio*	— 44.9094			

if introduced into the function as has been done in the present investigation. Other stand characteristics (D and R_G) further stress the importance of stand factors for the estimation of tree increment in a stand.

However, the tree (d) and environmental factors (s) also occupy a significant position in the function. The least meaningful are the climatic factors, but their inclusion in the function has also proved significant.

Although the multiple correlation coefficient and the standard error estimates of the various independent variables indicate a rather good fit of the material, these cannot indicate possible systematic trends. If it is to be applicable, a function must fit equally all parts of the material, from the smallest observations to the largest ones. This test of systematic error has been carried out as follows. First, the arithmetic averages of true values and those predicted by means of the function were calculated by sample stands. Subsequently, the stand averages were grouped in accordance with the predicted values. Within these groups 1 per cent in width, arithmetic averages indicate the possible systematic trends.

It might seem more logical to make this test without first calculating stand averages from the sample tree values. However, it must be kept in mind that the functions to be given in this paper will be employed in the

Table 5. Systematic error of the tree diameter increment function.

Taulukko 5. Puun läpimitan kasvuyhtälön systemaattinen virhe.

Average p_d predicted with the function *Yhtälöllä laskettu keskimääräinen p_d*	Average p_d of the true values *Vastaava mitattu keskimääräinen p_d*	Systematic error caused by the function, percentage units *Yhtälön aiheuttama systemaattinen virhe, prosenttiyksikköä*	Number of sample stands involved *Metsiköitä, kpl*
0.77	0.84	—0.07	30
1.42	1.40	+0.02	72
2.37	2.33	+0.04	22
3.38	3.59	—0.21	9
4.52	4.49	+0.03	5
5.10	4.61	+0.49	2
6.52	6.71	—0.19	2
7.39	6.74	+0.65	2
16.84	14.10	+2.74	1
29.97	30.59	—0.62	1

projection of hypothetical stand models. Hence, the possible systematic errors to be encountered in the projection of individual trees are meaningful only to the extent that they create systematic trends in the calculations concerning the stand as a whole.

The results of these calculations are given in Table 5.

As a rule, the errors observable in Table 5 are accidental, and cannot be taken as proof that the function gives systematically erroneous results. Nonetheless, attention must be paid to the smallest percentage class, where the only serious indications in this sense can be found. If applied to stands less than 100 years of age, even this minor possibility of systematic error is eliminated.

Another feature with respect to the Table is the precision of the predicted values for the highest percentage classes. This proves that no upper limits exist for use of the function.

It cannot be entirely overlooked that the values given in the Table are averages, and cover a fairly wide range of variation; this is unavoidable in natural phenomena.

4622. Height increment function

The following function has been obtained for the height increment of trees in a stand:

$$p_h = \frac{3.7287}{D_{ui}} + \frac{10.4635\ d_{ui}}{h_i^2} - \frac{9.3203}{h_i} + \frac{48.0173}{t_i} + \frac{585.8407}{t_i^2} + \frac{2.7522\ t_{1.3}}{t_i} - 0.5614 \quad (2)$$

The multiple correlation coefficient for this function is 0.942, which indicates that the function explains some 89 % of the total variation in p_h.

The reliability of the various regression coefficients is indicated by Table 6.

Reference is made to Table 7 with respect to the systematic errors attributable to the p_h function in different parts of the material.

Table 6. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the tree height increment function.

Taulukko 6. Puun pituuden kasvuyhtälön regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot.

Variable *Muuttuja*	Regression coefficient *Regressio-kerroin*	Standard error, absolute *Keskivirhe, absol.*	Standard error, per cent *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
$\frac{1}{D_{ui}}$	3.7287	0.3324	8.91	11.22
$\frac{d_{ui}}{h_i^2}$	10.4635	0.9333	8.92	11.21
$\frac{1}{t_i}$	48.0173	4.9397	10.29	9.72
$\frac{1}{h_i}$	— 9.3203	0.9977	10.70	9.34
$\frac{t_{1.3}}{t_i}$	2.7522	0.2951	10.72	9.33
$\frac{1}{t_i^2}$	585.8407	73.0106	12.46	8.02
Constant *Vakio*	— 0.5614			

Table 7. Systematic error of the tree height increment function.
Taulukko 7. Puun pituuden kasvuyhtälön systemaattinen virhe.

Average p_h predicted with the function *Yhtälöllä laskettu keskim. p_h*	Average p_h of the true values *Vastaava mitattu keskim. p_h*	Systematic error caused by the function, percentage units *Yhtälön aiheuttama system. virhe, prosenttiyksikköä*	Number of sample stands involved *Metsiköitä, kpl*
0.76	0.75	+0.01	43
1.40	1.39	+0.01	51
2.50	2.56	—0.06	23
3.53	3.53	—	14
4.37	5.14	—0.77	5
5.58	5.36	+0.22	4
6.40	5.63	+0.77	2
7.19	7.01	+0.18	2
11.94	11.23	+0.71	1
16.48	17.26	—0.78	1

The p_h function does not lead to systematic errors in any part of the total range covered by the height increment. The deviations to be seen in the Table are purely accidental. The function has given good estimates for even the highest values.

4623. Volume increment function

The function for the prediction of increment in tree volume is as follows:

$$p_v = 1.3695\ p_d + \frac{170.3758}{t_i} + \frac{5.0517\ t_{1.3}}{t_i} - \frac{5.7101\ h_i}{d_{ui}^2} - \frac{9.5959\ d_{ui}}{h_i^2} + \frac{17.7147\ \sqrt{s_i}}{H_{domi}} - 2.7475 \qquad (3)$$

The multiple correlation coefficient R is of the same magnitude as that for the diameter increment, 0.926.

The reliability of the various regression coefficients is presented in Table 8.

Table 8. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the tree volume increment function.

Taulukko 8. Puun kuutiomäärän kasvuyhtälön regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot

Variable *Muuttuja*	Regression coefficient *Regressiokerroin*	Standard error, absolute *Keskivirhe, absol.*	Standard error, per cent *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
$\frac{1}{t_i}$	170.3758	7.8856	4.63	21.61
p_d	1.3695	0.0636	4.64	21.53
$\frac{h_i}{d_u^2}$	— 5.7101	0.9838	17.23	5.80
$\frac{\sqrt{s_i}}{H_{domi}}$	17.7147	3.4196	19.30	5.18
$\frac{t_{1.3}}{t_i}$	5.0517	0.9777	19.35	5.17
$\frac{d_{ui}}{h^2}$	— 9.5959	2.9869	31.13	3.21
Constant *Vakio*	— 2.7475			

Calculations with relation to the systematic error of the p_v function are presented in Table 9.

In general, it can be said that the p_v function does not lead to systematic errors in different parts of the range encountered, although once again attention must be paid to the systematic error found in the smallest class which covers the range below 2 per cent of the predicted values. This systematic error is attributable to stands older than 100 years. For stands younger than this, no systematic error is to be expected.

The functions given in this paper are meant for the thinning phase of a stand, and thus calculations with reference to stands older than 100 years are rather unlikely when using the functions.

One important point is that even exceptionally high values approaching 60 per cent can be predicted by the function with satisfactory accuracy.

463. Stand increment functions and their reliability

Three functions for employment in the prediction of increment phenomena of a stand have been constructed; they are presented below.

Table 9. Systematic error of the tree volume increment function.

Taulukko 9. Puun kuutiomäärän kasvuyhtälön systemaattinen virhe.

Average p_v predicted with the function *Yhtälöllä laskettu keskim. p_v*	Average p_v of the true values *Vastaava mitattu keskim. p_v*	Systematic error caused by the function, percentage units *Yhtälön aiheuttama system. virhe, prosenttiyksikköä*	Number of sample stands involved *Metsiköitä, kpl*
1.61	1.99	—0.38	9
2.45	2.51	—0.06	28
3.49	3.42	+0.07	25
4.44	4.55	—0.11	24
5.33	5.41	—0.08	9
6.50	5.95	+0.55	9
7.53	7.08	+0.45	8
8.28	8.33	—0.05	9
9.92	8.60	+1.32	2
10.19	11.07	—0.88	3
11.34	11.43	—0.09	7
12.30	14.08	—1.78	2
13.56	15.89	—2.33	1
14.39	14.47	—0.08	2
15.64	14.65	+0.99	2
17.37	16.91	+0.46	1
18.84	15.23	+3.61	1
19.34	18.09	+1.25	1
20.94	22.28	—1.34	1
39.93	34.91	+5.02	1
55.58	59.18	—3.60	1

4631. Basal area increment function

The function for the prediction of relative increment in basal area per hectare excl. bark is as follows:

$$\log P_G = 2.4549 - 0.6461 \log (T_i \cdot H_{domi}) - 0.3464 \log G_{ui} + 0.1175 \log \frac{R_G}{c} + 0.1990 \log D_{ui} \quad (4)$$

The multiple correlation coefficient R is 0.958. However, by reason of certain technical aspects of electronic computers, the youngest stands with G_{ui} less than 1.5 sq.m. were not included in the calculation, which may appreciably lower the multiple correlation coefficient. Nevertheless, the exclusion of the youngest stands from the analysis does not necessarily mean that the function is inapplicable to stands of all ages.

The importance of the different independent variables is illustrated by Table 10.

Table 10. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the stand basal area increment function.

Taulukko 10. Metsikön pohjapinta-alan kasvuyhtälön regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot.

Variable *Muuttuja*	Regression coefficient *Regressio-kerroin*	Standard error, absolute *Keskivirhe, absol.*	Standard error, per cent *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
$\log (T_i \cdot H_{domi})$	—0.6461	0.0433	6.70	14.94
$\log G_{ui}$	—0.3464	0.0616	17.78	5.63
$\log \frac{R_G}{c}$	0.1175	0.0306	26.04	3.84
$\log D_{ui}$	0.1990	0.0874	43.92	2.28
Constant *Vakio*	2.4549			

With a view to discovering the possible systematic trends of the function, the stand material was grouped into 1 per cent classes of predicted values; within these classes, averages were calculated for the corresponding predicted and true values. The results are presented in Table 11.

No systematic trends are discernible in Table 11, since the differences between true and predicted values vary in both directions. In certain

Table 11. Systematic error of the stand basal area increment function.

Taulukko 11. Metsikön pohjapinta-alan kasvuyhtälön systemaattinen virhe.

Average P_G predicted by the function *Yhtälöllä laskettu keskim. P_G*	Average P_G of the true values *Vastaava mitattu keskim. P_G*	Systematic error caused by the function, percentage units *Yhtälön aiheuttama systemaattinen virhe, prosenttiyksikköä*	Number of stands involved *Metsiköitä, kpl*
1.70	1.67	+0.03	31
2.46	2.52	—0.06	47
3.32	3.44	—0.12	22
4.37	4.49	—0.12	14
5.36	5.04	+0.32	10
6.40	6.11	+0.29	3
7.61	8.64	—1.03	7
8.53	8.39	+0.14	5
9.61	9.89	—0.28	2
10.40	8.91	+1.49	2
12.86	12.57	+0.29	3
15.61	14.58	+1.03	1
21.98	28.06	—6.08	1

classes, admittedly, fairly large differences have been found, although these are largely ascribable to the major deviations caused by a few exceptional stands.

As a consequence, there are no upper or lower limits for application of the P_G stand function.

4632. Dominant height increment function

The function for the prediction of relative increase in the dominant height of a stand is as follows:

(5)

$$P_{H\dot{d}om} = \frac{16.2403}{\sqrt{H_{domi}}} + \frac{53.6247}{T_i} + \frac{0.3953\ H_{domi}}{G_{ui}} + 0.0624\ G_{ui} - 4.9478$$

The multiple correlation coefficient R of this function is 0.985. The importance of the different independent variables is illustrated by Table 12.

Table 12. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the dominant height increment function.

Taulukko 12. Metsikön valtapituuden kasvuyhtälön regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot.

Variable *Muuttuja*	Regression coefficient *Regressiokerroin*	Standard error, absolute *Keskivirhe, absol.*	Standard error, per cent *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
$\frac{1}{\sqrt{H_{domi}}}$	16.2403	1.4410	8.87	11.27
$\frac{1}{T_i}$	53.6247	5.4921	10.24	9.76
$\frac{H_{domi}}{G_{ui}}$	0.3953	0.0474	11.99	8.33
G_{ui}	0.0624	0.0132	21.15	4.73
Constant *Vakio*	— 4.9478			

The test of the systematic trends was effected in the usual way, and the results are to be seen in Table 13.

It is noticeable that there exists no systematic trend in the differences between the predicted and true values. The few stands which represent a high relative increment occasionally show fairly large absolute errors, but these errors are in both plus and minus directions.

Table 13. Systematic error of the dominant height increment function.
Taulukko 13. Metsikön valtapituuden kasvuyhtälön systemaattinen virhe.

Average P_{Hdom} predicted by the function *Yhtälöllä laskettu keskim.* P_{Hdom}	Average P_{Hdom} of the true values *Vastaava mitattu keskim.* P_{Hdom}	Systematic error caused by the function, percentage units *Yhtälön aiheuttama system. virhe, prosenttiyksikköä*	Number of stands involved *Metsiköitä, kpl*
0.80	0.83	—0.03	50
1.40	1.34	+0.06	48
2.44	2.48	—0.04	24
3.56	3.54	+0.02	15
4.51	4.00	+0.51	6
5.66	5.12	+0.54	2
6.19	6.82	—0.63	3
10.55	12.33	—1.78	2
11.99	12.35	—0.36	1
13.26	11.75	+1.51	1
16.71	18.13	—1.42	1
24.43	22.95	+1.48	1

4633. Volume increment function

The function for relative volume increment as regards total stem wood excl. bark above stump is as follows.

$$\log P_V = 3.0162 - 0.5426 \log (T_i \cdot H_{domi}) + 0.1040 \log \frac{R_G}{c} - 0.2421 \log V_{ui} - 0.2424 \frac{\log (T_i \cdot H_{domi})}{\log V_{ui}} \quad (6)$$

The multiple correlation coefficient R is 0.964. Here again the exclusion of stands with V_{ui} less than 1.5 cu.m. may have appreciably reduced the multiple correlation coefficient.

The significance of the independent variables can be seen from Table 14.

Table 15 presents the results of the calculations with reference to the systematic trends of the volume increment function.

There is a slight indication that the function will bring about a minor negative error for older stands, and a positive error for younger stands, if the present material is taken as a proof, although it must be borne in mind that a couple of extremely exceptional stands can greatly distort the picture given. In fact, the present material seems to include a few stands which greatly deviate from the average. As the reason for these deviations is unknown, they have not been discarded, but are treated in the same way as any other unit of the investigation.

Table 14. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the stand volume increment function.

Taulukko 14. Metsikön kuutiomäärän kasvuyhtälön regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot.

Variable *Muuttuja*	Regression coefficient *Regressiokerroin*	Standard error, absolute *Keskivirhe, absol.*	Standard error, per cent *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
$\log\ (T_i \cdot H_{domi})$	—0.5426	0.0646	11.91	8.40
$\log \frac{R_G}{c}$	0.1040	0.0280	26.92	3.72
$\log\ V_{ui}$	—0.2421	0.1004	41.47	2.41
$\frac{\log\ (T_i \cdot H_{domi})}{\log\ V_{ui}}$	—0.2424	0.1019	42.04	2.38
Constant *Vakio*	3.0162			

Table 15. Systematic error of the stand volume increment function.

Taulukko 15. Metsikön kuutiomäärän kasvuyhtälön systemaattinen virhe.

Average P_V predicted by the function *Yhtälöllä laskettu keskim.* P_V	Average P_V of the true values *Vastaava mitattu keskim.* P_V	Systematic error caused by the function, percentage units *Yhtälön aiheuttama system. virhe, prosenttiyksikköä*	Number of stands involved *Metsiköitä, kpl*
1.74	1.84	—0.10	3
2.55	2.46	+0.09	35
3.49	3.54	—0.07	31
4.43	4.90	—0.47	19
5.45	5.54	—0.09	12
6.49	6.93	—0.44	7
7.50	7.62	—0.12	9
8.55	7.88	+0.67	5
9.52	9.03	+0.49	4
10.35	11.53	—1.18	4
11.50	11.55	—0.05	4
12.62	13.39	—0.77	3
13.50	14.03	—0.53	3
14.48	13.54	+0.94	2
16.44	14.52	+1.92	2
17.85	15.99	+1.86	1
20.58	17.76	+2.82	2
21.36	20.67	+0.69	2

From the view point of systematic error, the P_V function can be regarded as satisfactory, and thus there are no upper or lower limits for application of the function.

464. Tree volume functions and their reliability

For estimation of the cubic volume (solid measure) of a tree stem above the stump, the following two functions have been developed.

$$v_b = 0.05782\ d_b^2 \cdot h + 0.11632\ d_b \cdot h - 0.01092\ d_b^3 - 0.01317\ d_b \cdot h^2 \quad (7)$$

$$v_u = 0.06275\ d_u^2 \cdot h + 0.11601\ d_u \cdot h - 0.01273\ d_u^3 - 0.01241\ d_u \cdot h^2 \quad (8)$$

The multiple correlation coefficient R for both functions is 0.996. Almost the same multiple correlation coefficient is obtained if the variable $d^2 \cdot h$ alone is utilized as an independent variable; however, the additional independent variables are highly significant, as is indicated by Table 16.

Table 16. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the tree volume functions.

Taulukko 16. Puun kuutioimisyhtälöiden regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot.

Function (7) — *Yhtälö (7)*				Function (8) — *Yhtälö (8)*			
Regression coefficient *Regressiokerroin*	Stand. error, absol. *Keskivirhe, absol.*	Stand. error, % *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*	Regression coefficient *Regressiokerroin*	Stand. error, absol. *Keskivirhe, absol.*	Stand. error, % *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
0.05782	0.00486	8.41	11.90	0.06275	0.00571	9.10	10.99
0.11632	0.01675	14.40	6.94	0.11601	0.01675	14.43	6.93
—0.01092	0.00201	18.41	5.43	—0.01273	0.00266	20.90	4.79
—0.01317	0.00300	22.78	4.39	—0.01241	0.00313	25.22	3.97

No test of the possible systematic error has been carried out on the basis of the research material of the present paper. Notwithstanding this, a comparison of the results of the tree volume functions with the values obtainable from the volume tables of Ilvessalo (1948) indicates no danger of systematic error. The functions given can thus be applied with no restrictions with respect to their scope.

465. Stand volume functions and their reliability

For the quick estimation of the cubic volume per ha. of a stand from simple stand data, two functions have been developed, one for cubic volume including bark, and the other for that excluding bark. These functions are as follows:

$$V_b = 0.4926\ G_b \cdot H_{dom} - 0.00182\ G_b \cdot H_{dom}^2 + 0.14 \quad (9)$$

$$V_u = 0.4986\ G_u \cdot H_{dom} - 1.2176\ H_{dom} + 1.2908\ D_u + 0.91 \quad (10)$$

The multiple correlation coefficient R for both functions is 0.996. Almost the same multiple correlation coefficient is obtainable with a function which includes $G \cdot H_{dom}$ alone as an independent variable. However, the additional independent variables improve the functions, particularly as regards stands in the early phase of development.

The importance of the different independent variables is illustrated by Table 17.

Table 17. Regression coefficients, their standard errors and t-values for the stand volume functions.

Taulukko 17. Metsikön kuutioimisyhtälöiden regressiokertoimet sekä niiden keskivirheet ja t-arvot.

Function (9) — *Yhtälö (9)*				Function (10) — *Yhtälö (10)*			
Regression coefficient *Regressiokerroin*	Stand. error, absol. *Keskivirhe, absol.*	Stand. error, % *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*	Regression coefficient *Regressiokerroin*	Stand. error, absol. *Keskivirhe, absol.*	Stand. error, % *Keskivirhe, %*	t-value *t-arvo*
0.4926	0.0134	2.72	36.73	0.4986	0.0080	1.60	62.41
—0.00182	0.00047	25.82	3.88	—1.2176	0.4475	36.75	2.72
				1.2908	0.3265	25.29	3.95

For predicted values less than 100 cu.m. per ha., the test of systematic error was carried out in 25 cu.m. volume classes, and for values over 100 cu.m. in 50 cu.m. classes. The results are presented in Table 18.

In general, it appears that the two volume functions give reliable results, although there is an indication that for the very highest and very smallest values of stand volume the reliability as regards systematic error is the poorest. For the highest values, this statement depends upon one observation alone which may not be considered as a major proof.

Table 18. Systematic error of the stand volume functions.

Taulukko 18. Metsikön kuutioimisyhtälöiden systemaattinen virhe.

Cubic volume calculated with the function, cu.m. per ha. *Yhtälöllä laskettu k-m³/ha.*	Average cubic volume of the corresponding true values, cu.m. per ha. *Vastaava mitattu k-m³/ha.*	Systematic error caused by the function, cu.m. per ha. *Yhtälön aiheuttama system. virhe, k-m³/ha.*	Number of sample stands involved *Metsiköitä, kpl*
	Function (9) — *Yhtälö (9)*		
13.7	16.4	— 2.7	5
34.9	34.6	+ 0.3	9
66.3	62.9	+ 3.4	5
89.0	87.7	+ 1.3	16
128.6	128.7	— 0.1	35
177.0	175.8	+ 1.2	36
227.2	230.4	— 3.2	23
266.3	266.8	— 0.5	13
316.2	318.6	— 2.4	9
369.3	365.5	+ 3.8	2
469.6	440.9	+28.7	1
	Function (10) — *Yhtälö (10)*		
16.6	17.6	— 1.0	10
34.8	32.2	+ 2.6	5
64.4	63.2	+ 1.2	15
87.2	88.1	— 0.9	15
123.3	122.0	+ 1.3	41
171.5	172.8	— 1.3	33
223.3	225.1	— 1.8	23
281.6	281.4	+ 0.2	9
320.1	322.2	— 2.1	2
411.9	385.8	+26.1	1

47. Use of the functions

For the sake of simplicity, the term »yield table» has been frequently used in this report to indicate the »end product» of yield studies. However, the tabulation of yield information can only give certain model cases, which may be insufficient for practical needs. The functions as such may consequently be the best »end product» of a yield study for various purposes. The straight use of functions, instead of some tabulated models, may afford more reliability and flexibility for the yield predictions encountered in practical forestry, although it must be kept in mind that the functions are, strictly speaking, applicable only within the range of the research material upon which they are founded.

The necessary complexity of the functions may frequently lead to a situation in which the yield table of a model stand must be used; this is the main reason why yield tables for model stands must continue to be constructed.

There is no single way in which the functions given should be employed for the construction of yield tables of model stands. First, the use of stand

increment functions may be sufficient in certain cases. Nonetheless, the present paper recommends calculations based on tree increment functions, with the use of stand increment functions to check these calculations. Here no more than leading principles can be suggested, and these should not bind the imagination of those who wish to test their own approach to the construction of model yield tables with the aid of the functions. Once again it needs to be emphasized that there is no guarantee outside the scope of the research material that the results will be sufficiently reliable. Furthermore, even within the scope of the research material the possible rigidity of the functions may plant obstacles in the way of the study of some detail phenomena of growth and yield.

There are in particular three principal problems confronted in the construction of yield tables by means of the tree increment functions given in the present paper:

— initial stand table
— projection of stand table
— cutting (= thinning) programme

Initial stand table. The early seedling phase of the stand falls outside the scope of the present paper, as do the early treatments of the seedling stand. The functions become applicable at a phase when the trees have passed breast height, and preferably reached a height of 2 to 3 metres. The point of initiation for the calculations is open beyond this phase. Equally, there is flexibility as regards the initial stand table of which the projection constitutes the beginning of the calculations. Any initial stand table from very dense spacings to 2 500 trees per ha. is possible. Spacings corresponding to less than 2 500 trees per ha. with dominant height of about 2 metres are not recommended, as the material does not justify them.

Apart from the distribution of trees into diameter classes, the initial height values for various diameter classes should be fixed.

The definition of both the initial stand table and the initial height curve must be founded on a special study of seedling stands. For this purpose, a few seedling stands were measured during the field work of the present investigation, and the information obtained will subsequently be used to define different alternatives of stand tables with the present functions being employed to tabulate model series of yield figures. It is most likely that additional studies will be made with the aim of augmenting the material of seedling stands before a start is made on the calculations with respect to the yield tables proper.

The problem concerning the definition of the initial stand table and the initial height curve is difficult of solution, and requires every item of

knowledge available on seedling stands. Much depends on the investigator himself and his instinctive ability to hit upon the right starting point for his calculations. This is one of the phases of the present method in which personal judgement must be given a proper chance, and which cannot be put into strict mathematical terms.

Projection of stand table. With the initial stand table and the initial height curve given, tree functions can be used to project these to the moment of the next treatment in the model stand. The functions can be utilized for prediction of the development of both the mean tree and the border values of diameter classes. The development of the range of each diameter class during the period, determined by border values, can be used for rearrangement of the stand table after each projection, using the principles of, say, cumulative frequency distribution.

It is not necessary to give here detailed procedures of how the functions should be used in the projection of stand table or height curve, as numerous methods are available. After the projection of stand table and height curve, a theoretical thinning is effected. The stand table of the surviving growing stock after this thinning is projected to the moment of the next thinning. This goes on until the thinnings are discontinued. The present functions do not cover the period beyond the thinning phase, i.e. the regeneration cuttings, if natural regeneration is used.

Thinning programme. As regards the theoretical thinnings in stand models, there are again numerous possibilities, although three basic principles must always be given major attention: 1) intensity, 2) weight and 3) cycle of thinnings.

T h i n n i n g i n t e n s i t y refers to the principles of defining how a certain amount of wood is to be removed in a thinning. The material of the present investigation applies primarily to the intensity of thinning commonly entitled low thinning or thinning from below (cf. p. 42).

There have been many attemps to give an objective definition of thinning intensities. P e t t e r s o n (1954) used a strictly mathematical approach, with a theoretical assumption that after each thinning the stand table presents a normal distribution of trees into diameter classes. E i d e and L a n g s a e t e r (1941) defined their thinning intensities as the ratio of two diameters, i.e. the mean diameter of trees removed in thinning, and the mean diameter of the stand before thinning.

There is no need to define the thinning intensity for theoretical stand models in strictly mathematical terms. The method applied should give the investigator a chance to use his own experience and the information obtainable, say, from permanent thinning experiments, as regards the

structure of the removal. If a numerical guide is required for the thinning intensity, then the method used by E i d e and L a n g s a e t e r, or a similar one, is to be preferred. In fact, permanent sample plots can help appreciably to set the necessary numerical guides for thinning intensities. If definite guides are set, these should permit the use of personal judgement to a considerable extent.

T h i n n i n g w e i g h t refers to the total volume per unit area removed in thinnings. The terms light, heavy and very heavy thinning indicate the scope of thinning weights generally used.

In theoretical models, the thinning weight can be chosen at will, and there are a number of ways in which the heaviness of the thinning operation can be expressed. One of the many possibilities could be the percentage of basal area removed in thinnings. The thinning weight defined in this way can be set at a constant level for the entire thinning phase of stand development, or it may be given varying values in different age phases based upon the experience gained from permanent experiments or from any other sources.

The t h i n n i n g c y c l e indicating the interval between successive thinnings is fully dependent upon the thinning weight and the basic capital to be left after each thinning. The basic capital can again be expressed in a number of ways. Of them, the use of basal area per unit area has become increasingly popular in thinning experiments. In theoretical stand models, the basal area can be regarded as not much short of an ideal method for definition of the basic capital to be left after thinning at different age phases. The way in which the basal area guides are obtained, and the level of basal area which is required at various age phases are questions which must be left to the judgement of the person concerned. The only requirements are that the basal area values employed are published with the results, and that the limits imposed by the research material are not exceeded.

With the thinning weights and the basal area guides for the growing stock after thinning given, the thinning cycle is fully determined. Thinnings will be effected in the years when the growing stock allows of the removal suggested by the thinning weight reducing the capital to the value indicated by the basal area guide for that age. Consequently, the cycle of thinnings becomes longer with the advancing age of the growing stock. A reminder is due that the present material covers a range of from 2 to 14 years as regards the thinning cycle. This does in fact set a definite limit for the weight of thinning which can be effected in connection with the present functions.

As a whole, the functions given can ge employed in a number of ways, and there is no need for restrictions as long as the limits imposed by the material are not exceeded.

References

Andersson, S-O. 1963. Produktionstabeller för norrländska tallplanteringar. Summary: Yield tables for plantations of Scots Pine in Northern Sweden. — MSS, Band 51, No. 3.

Allsop, F. 1949. Yield tables for unthinned stands of Pinus radiata, Douglas fir, Corsican pine and Pinus ponderosa. Mimeographed.

Assmann, E. 1949. Zur Ertragstafelfrage. — Forstw. Centralbl.

—»—1954. Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung bayerischer Fichten-Durchforstungsflächen. — Ibid.

—»—1955. Die Bedeutung des »erweiterten Eichhorn'schen Gesetzes» für die Konstruktion von Fichten-Ertragstafeln. — Ibid.

—»—1956. Durchforstungstärke und Zuwachsleistung. — Forst- und Holzw., p. 364—370.

—»—1957. Standraumregelung und Ertragsleistung. — Forstarchiv, p. 217—223.

—»—1961. Wald und Zahl. Natürliches Wachstum und ertragskundliche Grenzwerte. — Allg. Forstzeitschr., p. 509—511.

Badoux, E. 1952. Notes sur la production du mélèze. — Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw., p. 209—270.

Barnes, G. H. 1931. The importance of average stand diameter as a factor in forecasting timber yields. British Columbia Dept. of Lands, Forest Service.

—»—1937. The development of unevenaged stands of Engelmann spruce and probable development of residual stands after logging. British Columbia Dept. Lands, Forest Service.

Bauger, E. 1961. Foreløpig produksjonstabell for Sitkagran på Vestlandet. Summary: Preliminary yield table for Sitka spruce in West-Norway. — Medd. Vestl. forstl. forsøksstasjon 35.

Baur, F. 1877. Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin.

—»—1881. Die Rothbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin.

Bedell, G. H. D. and MacLean, D. W. 1952. Nipigon growth and yield survey. — Silv. Res. Note No. 101, Dept. of Resources and Development. Ottawa.

Beekman, H. 1918. De omloop van den Djati. — Comm. For. Res. Inst. No. 3.

Bjarnason, H. and Ragnarsson, H. 1958. Viturvöxtur barrtrjáa á Islandi. — Ársr. Skógraektarf. Islands, p. 110—114.

Blomqvist, A. G. 1872. Tabeller framställande utvecklingen af jemnåriga och slutna skogsbestånd af tall, gran och björk. Helsingfors.

Blyth, A. W. 1957. The effect of partial cutting in even-aged lodgepole pine stands. Tech. Note No. 61, Dept. of Northern Affairs and National Resources, Ottawa.

Brantseg, A. 1951. Kubikk- og produksjonsundersøkelser i vestnorske granplantninger. Summary: Investigations on volume and yield in spruce plantations in West Norway. — Medd. Vestl. forstl. forsøksstasjon 28.

Briegleb, P. A. 1942. Progress in estimating trend of normality percentage in second-growth Douglas-fir. — Jour. For., p. 785—793.

British Columbia Forest Service. 1947. Yield tables. Mimeographed.

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

Buckman, R. E. 1962. Growth and yield of red pine in Minnesota. — Tech. Bull. No. 1272, U.S. Dept. Agr., Forest Service.

Buell, J. H. 1945. The prediction of growth in uneven-aged timber stands on the basis of diameter distributions. — School of For. Bull. No. 11, Duke University.

Bujnowski, B. 1933. Wplyw rozmaitych stopni trzebieży na ksztaltowanie sie liczby ksztaltu w drzewostanach sosnowych. Zusammenfassung: Einfluss verschiedener Durchforstungsgrade auf die Gestaltung der Schaftformzahl in Kiefernbeständen. — Doświadczalnictwo »Leśne», Tom III, p. 5—74.

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

Cajanus, W. 1914. Über die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Eine statistische Studie. I. — AFF 3.

Carbonnier, C. 1956. Yield study of the Forest Research Institute of Sweden: methods and results. — 12th Congr. IUFRO, Oxford.

Chapman, H. 1909. A method of studying growth and yield of longleaf pine applied in Tyler Co., Texas. — Proc. Soc. Amer. For., p. 207—220.

—»—1912. A method of investigating yields per acre in many-aged stands. — For. Quart., p. 458—469.

Clapp, E. 1921. Forest experiment stations. — U.S. Dept. Agr. Circ. 183.

—»—1926. A national program of forest research. Report of a special committee on forest research of the Washington Section of the Society of American Foresters. Washington, D.C.

Clutter, J. L. 1963. Compatible growth and yield models for loblolly pine. — Forest Science, p. 354—371.

Committee on Standardization of Volume and Yield Tables. 1926. Methods of preparing volume and yield tables. — Jour. For., p. 653—666.

Craib, I. J. 1939. Thinning, pruning and management studies of the main exotic conifers grown in South Africa. — Science Bull. No. 196. Dept. Agr. For.

—»—1947. The silviculture of exotic conifers in South Africa. British Emp. For. Conf., Great Britain.

Dahll, F. K. G. 1898. Tillvaextundersøgelser i Røken og Asker foretagne paa Tillvaextundersøgelser i Røken og Asker foretagne paa Foranledning af »Den norske Forstforening». — Tidsskr. Skovbrug.

Dalgas, J. M. 1920. Tilvaekst- og Udbytteoversigter over danske Skovtraeer. København.

Dana, S. T. 1956. Forest and range policy. Its development in the United States. New York—Toronto—London.

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

Davydov, M. V. 1936. Proisvoditelnost tsernoolhovyh nasashdenii v SSSR. — Voroneshskii lesohos. in-t, Voronesh.

—»—1949. Issledovanije hoda rosta bukovyh nasashdenii v sapadnyh oblastjah USSR. Lvov.

—»—1956. Novyje issledovanija hoda rosta poroslevyh dubovyh nasashdenii. Tr. Ukr. S—h akademii nauk. t VIII.

Delevoy, G. 1949. Contribution a l'étude de quelques variétés de Pinus nigra Arn. en Belgique. II. Les classes de productivité. — Trav. Stat. Rech. de Groenendaal, Serie B, No. 9.

Dendrometrical tables 1957. — Agrosilvic, p. 862—1019. Rumania.

Ducay Vela, L. 1951. Enzayo sobre la ley matematica de crecimiento de algunas masas forestales. — Bol. Inst. For. Inv. Exp., Madrid.

Duerr, W. A. and Gevorkiantz, S. R. 1938. Growth prediction and site determination in uneven-aged timber stands. — Jour. Agr. Res. 56, p. 81—98.

Duff, G. 1953. Yield tables for unthinned Pinus nigra (laricio), Pinus ponderosa and Pseudotsuga taxifolia in New Zealand. — N. Z. For. Res. Note No. 5.

—»—1959. Yield tables for unthinned »green» Pinus contorta in New Zealand. Mimeographed.

Dwight, T. W. 1926. Use on growth charts in place of yield tables. — Jour. For., p. 358—377.

Echeverría, I. 1941. Ensayo de tablas de producción en el Pinus insignis en el Norte de Espana. — Bol. No. 22, Inst. For. Inv. Exp., Madrid.

Echeverria, I. and de Pedro, S. 1952. El Pinus pinaster en Pontevedra. Su productibilidad normal y aplicación a la celulosa industrial. — Bol. No. 38, Inst. Inv. Exp., Madrid.

Eichhorn, F. 1902. Ertragstafeln für die Weisstanne. Berlin.

Eide, E. and Langsaeter, A. 1941. Produksjonsundersøkelser i granskog. Produktionsuntersuchungen von Fichtenwald. — Medd. norske Skogforsøksv. 7, p. 356—500.

Eklund, B. 1950. Skogsforskningsinstitutets årsringsmätningsmaskiner. Deras tillkomst, konstruktion och användning. Summary: The Swedish Forest Research Institute's machines for measuring annual rings. Their origin, construction and application. — MSS.

—»—1952. Instruktion för stora produktionsundersökningen. Mimeographed.

Erteld, W. 1953. Über die zukünftige Arbeit auf dem Gebiet der Ertragskunde. — Arch. Forestw., p. 432—442.

—»—1957. Grundflächenschluss und Zuwachs bei Kiefer, Fichte und Buche. — Wiss. Abh. dtsch. Akad. Landw. Wiss. No. 21.

—»—1959. Neuere ertragskundliche Ergebnisse der Forschung auf langfristigen Versuchsflächen. — Forst und Jagd, p. 444—447.

—»—1960. Untersuchungen über Leistung und Entwicklung der Kiefer bei verschiedener Behandlung. — Arch. Forstw., p. 326—364.

Etter, H. 1952. Beitrag zur Leistungsanalyse der Wälder. — Schweiz. Zeitschr. Forstw.

Fabricius, O. 1919. Rødgran paa Fyen. — Dansk Skovf. Tidsskr.

Fabricius, L., Oudin, A. and Guillebaud, W. H. 1936. Outlines for permanent sample plot investigations. IUFRO.

Feistmantel, R. 1854. Allgemeine Waldbestandestafeln. Wien.

Fekete, Z. 1937. Akác -fatermési táblák a Magyar alföld számára. Zusammenfassung: Ertragstafeln für die Robinie des ungarischen Tieflandes. Sopron.

—»—1953. A hazai fatermési vizsgálatok. Sopron.

Fligg, D. M. 1960. Empirical yield tables. — For. Survey Note No. 6, British Columbia Forest Service.

Flury, Ph. 1898. Über die Gesetzmässigkeit im Wachstumsgange einiger Holzarten. — Mitt. schweiz. Centralanst. forstl. Versuchsw., Band VI.

—»—1903. Einfluss verschiedener Durchforstunsgrade auf Zuwachs und Form der Fichte und Buche. — Ibid., Band VII.

—»—1907. Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz. — Ibid., Band IX.

Flury, Ph. 1926. Über Zuwachs und Ertrag reiner und gemischter Bestände. — Schweiz. Zeitschr. Forstw., p. 337—342.

—»—1931. Untersuchungen über Zuwachs-, Massen- und Geldertrag reiner und gemischter Bestände. — Mitt. schweiz. Centralanst. forstl. Versuchsw., Band XVI.

Fries, J. 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och Södra Norrland. Summary: Yield of Betula verrucosa Ehrh. in Middle Sweden and Southern North Sweden. — Studia Forestalia Suecica No. 14.

Galoux, A. 1952. Le Sapin de Douglas aux Etats-Unis. Son introduction en Europe et spécialement en Belgique. — Bull. Soc. Roy. For. Belgique.

—»—1955. Le Tsuga de California. — Ibid.

Ganghofer, A. 1881. Das forstliche Versuchswesen. Band I. Augsburg.

Gehrhardt, E. 1909. Ueber Bestandes-Wachstumsgesetze und ihre Anwendung zur Aufstellung von Ertragstafeln. — Allg. Forst- und Jagdz., p. 117—128.

—»—1923. Ertragstafeln für Eiche, Buche, Tanne, Fichte und Kiefer. Berlin.

Gevorkiantz, S. R. 1934. The approach of understocked stands to normality. — Jour. For., p. 487—488.

—»—1937. The approach of northern hardwood stands to normality. — Ibid., p. 487—489.

Gram, J. P. 1879. Om konstruktion af Normal-Tilvaextoversigter med saerlig Hensyn til Iagttagelserne fra Odsherred. — Tidsskr. Skovbrug.

Grandjean, A. J. and Stoffels, A. 1955. Opbrengsttabellen voor de groveden in Nederland. — Ned. Boschb.-Tijdschr. 27.

Griffith, A. L. and Howland, P. 1961. East African yield tables No. 1. Preliminary yield tables for the Cypresses of the Cupressus lusitania group. — E. Afr. Agr. For. Res. Organ., For. Tech. Note No. 11.

Grochowski, J. 1930. Ueber die Forschungsmethode des Einflusses der Durchforstungen und Lichtungen auf die Entwicklung und den Zuwachs der Bäume und Waldbestände. — Verh. Intern. Kongr. Forstl. Versuchsanstalten.

Gryazin, N. 1960. Metod sostavlenija tablits hoda rosta s dannymi pervogo priblishenja. — Eesti Pollumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik No. 17.

Guillebaud, W. H., Steven, H. M. and Marsden, R. E. 1921. Rate of growth of conifers in the British Isles. — For. Comm. Bull. No. 3.

Guttenberg, A. 1896. Die Aufstellung von Holzmassen- und Geldertragstafeln auf Grund von Stammanalysen. — Österr. Vierteljahresschr. ges. Forstw., Heft III.

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

Gyldenfeldt, W. 1882. En Tilvaextoversigt for Bøg paa Københavns Distrikt. — Tidsskr. Skovbrug.

Haller, B. 1932. Uurimusi mustlepa (Alnus glutinosa Gaertn.) kasvukäigust. — Tartu Ülikooli Metsaosakoma toimetused, No 21.

Hanson, C. D. 1913. Yield tables for oak in Dean Forest. — Quart. Jour. For. 7, p. 269—279.

Hanzlik, E. J. 1914. A study of the growth and yield of Douglas fir on various soil qualities in Western Washington and Oregon. — Am. For. Quart., Vol XII, p. 440—451.

Harrison, J. D. P. 1953. Summary of growth and yield studies in Canada. — IUFRO Congr., Rome, Comptes Rendus, p. 784—789.

Hartig, R. 1865. Vergleichende Untersuchungen über den Wachstumsgang und Ertrag der Rothbuche und Eiche im Spessart, der Rothbuche im östlichen Wesergebirge, der Kiefer in Pommern und der Weisstanne im Schwarzwald. Stuttgart.

Hartig, Th. 1847. Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rothbuche im Hoch- und Pflanz-Walde, im Mittel- und Niederwald-Betrieb, nebst Anleitung zu vergleichenden Ertragsforschungen. Berlin.

Haugberg, M. 1957. Produksjonsoversikter for asp. Foreløpig rapport. Summary: Yield tables for aspen. Preliminary report. — Medd. norske Skogforsøksv., p. 143—186.

Henno, O. 1959. Paremaboniteediliste kaasikute kasvukäik Eesti NSV-s. — Eesti Pollumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik, No. 11.

Herrick, A. M. 1944. Multiple correlation in predicting the growth of many-aged oak-hickory stands. — Jour. For., p. 812—817.

Heyer, C. 1846. Aufruf zur Gründung eines forststatischen Vereins. — Neue Jahrbüche der Forstkunde, p. 127—137.

Heyer, E. 1857. Ueber Aufstellung von Holzertrags-Tafeln. — Allg. Forst- und Jagdz., p. 329—331.

Honer, T. G. and Sayn-Wittgenstein, L. 1963. Report of the Committee on Forest Mensuration Problems. — Jour. For., p. 663—667.

Hornibrook, E. M. 1939. Preliminary yield tables for selectively cut ponderosa pine in Black Hills. — Jour. For., p. 807—812.

Huber, F. 1824. — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.

Huffel, G. 1893. Les arbres et les peuplements forestiers, formation de leur volume et de leur valeur. Paris et Nancy.

Hummel, F. C. and Christie, J. 1953. Revised yield tables for conifers in Great Britain. — For. Comm. For. Rec. No. 24.

—»—1957. Methods used to construct the revised yield tables for conifers in Great Britain. — For. Comm., Report on forest research.

Häggström, B. and Kohh, E. 1957. Några frågetecken kring »Barrskogens volymproduktion». — Svenska Skogsvårdsf. Tidskr., p. 17—24.

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

—»—1932. The establishment and measurement of permanent sample plots in Suomi (Finland). — MTJ 17.

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

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

Jedlinski, W. 1930. Gláwne zasady badánia przyrostu drzew i drzewostanow. Zusammenfassung: Grundsätze der Zuwachsforschung an Bäumen und Beständen. Warszawa.

—»—1932. Grundlegende Studien zu den Ertrags- und Zuwachstafeln für Kiefernbestände in Polen. — Badania wtaściwości struktury, rozwoju i przyrostu drzewostanów sosnowych w Polsche, Warszawa, p. 281—302.

Jones, O. 1945. Yield tables for unthinned P. radiata in New Zealand. Forest Products, Ltd. plantations in Rotorua district. Mimeographed.

Jonsson, B. 1960. Om barrblandskogens volymproduktion. Summary: Yield of mixed coniferous forests. — MSS, Band 50, No. 8.

Kunze, M. 1878. Beiträge zur Kenntnis des Ertrages der Fichte auf normal bestockten Flächen. — Suppl. Thar. forstl. Jahrb., Bd. I.

Köhler, A. 1940. Ertrag und Aufbau hiebsreifer Kiefern- und Fichtenmischbestände in Lettland. Riga.

Lappi-Seppälä, M. 1930. Untersuchungen über die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke, basiert auf Material aus der Südhälfte von Suomi (Finnland). — MTJ 15.

Lemmon, P. E. and Schumacher, F. X. 1962. Volume and diameter growth of ponderosa pine trees as influenced by site index, density, age and size. — Forest Science, p. 236—249.

—»—1962 a. Stocking density around ponderosa pine trees. Ibid., p. 397—402.

—»—1963. Theoretical growth and yield of hypothetical ponderosa pine stands as influenced by different thinning regimes. — Ibid.

Levaković, A. 1927. Ein neuer Begriff des Standortweisers. — Glasnik za sumske pokuse 2, p. 100—149.

—»—1938. O izgledima i mogućnostima numerickog bonitiranja sumskih stojbina. — Ibid.

Lewis, E. R. 1954. Yield of unthinned Pinus radiata in New Zealand. — For. Res. Notes Vol. 1, No. 10.

Lexen, B. 1935. Some factors influencing the yield and mortality of ponderosa pine in the Southwest. — Jour. Agr. Res. Vol. 50, No. 9, p. 777—787.

—»—1939. Growth following partial cutting in ponderosa pine. — Jour. For., p. 943—946.

Lovén, F. A. 1891. Tallens och granens tillväxt i Wermland samt dessa skogars ekonomiska mogenhetstid och behandling. Filipstad.

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

Maass, A. 1911. Erfarenhetstabeller för tallen. Ett bidrag till kännedomen om normala tallbestånd. — MSS 8, p. 197—244.

MacDonald, J. 1928. Growth and yield of conifers in Britain. — For. Comm. Bull. No. 1.

—»—1931. Sitka spruce in Great Britain — its growth, production and thinning. — Forestry, p. 100—107.

—»—1935. New provisional yield tables for Japanese larch in Great Britain. — Scott. For. Jour., p. 57—72.

MacKinney, A. L., Schumacher, F. X. and Chaiken, L. E. 1937. Construction of yield tables for nonnormal loblolly pine stands. — Jour. Agr. Res. 54, p. 531—545.

Marsh, E. K. 1957. Some preliminary results from O'Connor's correlated curve trend (C.C.T.) experiments on thinnings and espacements and their practical significance. — Commonwealth For. Conf., Australia and New Zealand.

Martin Bolanos, M. 1947. Origen, desarrollo y producciones del monte alto. — Bol. No. 34, Inst. For. Inv. Exp., Madrid.

Mathiesen, A. 1923. Metsamehe abiraamat. Tartu.

—»—1949. Aspen stands, their growth and yield in the experimental forest of the University of Tartu. — Soc. Lit. Est. in Svecia.

Maw, P. T. 1912. Complete yield tables for British woodlands and the finance of the British forestry. London.

Meyer, W. H. 1930. A method of constructing growth tables for selectively cut stands of western yellow pine. — Jour. For. 28, p. 1076—1084.
—»—1934. Growth in selectively cut ponderosa pine forests of the Pacific Northwest. — U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 407.
—»—1937. Yield of even-aged stands of Sitka spruce and western hemlock. — Ibid. 544.
Michajlow, J. 1952. Mathematische Formulierung des Gesetzes für Wachstum und Zuwachs der Waldbäume und Bestände. — Schweiz. Zeitschr. Forstw. 103, p. 368—380.
—»—1957. Proucuvanje osobinite na edna funkcija na rastezot, predlozena od Prof. A. Levaković. — God. Zborn. Zemj. — Sum. Fak. Univ. Skopje, p. 279—303.
Mitscherlich, G. 1949. Über den Einfluss der Wuchsgebiete auf das Wachstum der Kiefernbestände. — Forstw. Centralbl.
—»—1955. Vorratshaltung und Massen- und Wertzuwachs. — Allg. Forstzeitschr.
—»—1958. Ertragskundliche Fragen der Kiefernwirtschaft. — Forst- und Holzw., p. 2—8.
—»—1961. Über Aufgaben und Methodik der ertragskundlichen Forschung insbesondere die Anlage und Durchführung langfristiger Versuche. — Allg. Forstzeitschr., p. 71—73.
—»—1963. Das Wachstum der Fichte in Europa. — Allg. Forst- und Jagdz. 134, Heft 2—5/6.
Moisejenko, F. P. 1958. — Lesnoje Hosaistvo No. 12.
Muiste, L. 1958. Uurimusi männi kultuurpuistute kasvukäigust Kagu-Eesti metsamajandites. — Eesti Pollumajanduse Akadeemia teaduslike tööde kogumik, No. 6.
Mulloy, G. A. 1944. Empirical stand density yield tables. — Dom. For. Service, Silv. Res. Note No. 73.
—»—1947. Growth, yield and stand composition predictions. — Can. Pulp. Paper Assn, Woodl. Sect. Res. Index 950.
Møller, C. M. 1933. Boniteringstabeller og bonitetsvise Tilvaekstoversigter for Bøg, Eg og Rødgran i Danmark. — Dansk Skovf. Tidsskr. 18.
—»—1951. Traemålings- og Tilvaekstlaere. København.
Møller, C. M. and Nielsen, J. 1953. Afrpøvning af de bonitetsvise Tilvaekstoversigter af 1933 for Bøg, Eg of Rødgran i Danmark. Summary: Testing of the Danish yield tables of 1933 for beech, oak and Norway spruce. — Dansk Skovf. Tidsskr. 38.
Müller, U. 1915. Lehrbuch der Holzmesskunde. Zweite neubearbeitete Auflage. Berlin.
Naumenko, E. N. 1952. Tablitsy hoda rosta poroslevyh poimennyh nasashdenii srednego Dona. — Nautshnyje sapiski Voroneshkogo lesohos, in-ta, t. XIII, Voronesh.
Naumenko, I. M. 1958. Opytnyje tablitsy hoda rosta i sortimentnaja struktura dubovyh semennyh nasashdenii SSSR. — Lesnoi Shurnal, No. 1.
Nilsson, N. E. 1961. Riksskogstaxeringens produktionsöversikter. Summary: Yield tables from the national forest survey. — MSS, Band 50, No. 1.
Nyyssönen, A. 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — AFF 60.
Nyyssönen, A. and Vuokila, Y. 1960. Metsikkökoealan vaipan leveys. Summary: Width of isolation belt around sample plots. — MTJ 53.

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

O'Connor, A. J. 1935. Forest research with special reference to planting distances and thinning. — 4th British Emp. For. Conf., South Africa.

Oppermann, A. 1915. God dansk Bøgeskov belyst ved tre Tilvaekstoversigter. — Det forstl. Forsøgsv. Danmark IV, p. 341—380.

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

Ostwald, E. 1898. Über Wachstum und Ertrag normaler Kiefern- und Fichtenbestände in Livland. — Balt. Wochenschr.

—»—1924. Ertragstafelstudien. — Silva.

Pearson, G. A. 1918. Studies of yield and reproduction of western yellow pine in Arizona and New Mexico. — Jour. For., p. 273—293.

Peschel, W. 1938. Die mathematischen Methoden zur Herleitung der Wachstumsgesetze von Baum und Bestand und die Ergebnisse ihrer Anwendung. — Thar. forstl. Jahrb., p. 169—247.

Petterson, H. 1933. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök, en bearbetning och ett program. Zusammenfassung: Die Durchforstungsversuche der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens, eine Bearbeitung und ein Programm. — Svenska Skogsvårdsf. Tidskr., p. 199—219.

—»—1937. Utvecklingsprognoser för skogsbestånd. — 1937 års Nord. Skogskongr., Exk. II. Stockholm.

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

—»—1954. Barrskogens volymproduktion. — MSS 45.

Pinchot, G. and Graves, H. S. 1896. The white pine. New York.

Plonski, W. 1937. Ertragstafeln für Kiefern. Warschau.

Prytzt, H. 1889. En Undersøgelse af Vedmassefaktorer. — Tidsskr. Skovv., p. 67—128.

Reim, P. 1930. Juurdekasvu meetod toogitabelite valmistamisel ja toogitabelid Eesti männimetsadele. Zusammenfassung: Die Zuwachsmethode bei der Aufstellung von Ertragstafeln und die Ertragstafeln für die Kiefernbestände in Eesti. — Eesti metsanduse aastaraamat.

Reineke, L. H. 1927. A modification of Bruce's method of preparing timber yield tables. — Jour. Agr. Res. 35, p. 843—856.

Robertson, W. M. and Mulloy, G. A. 1946. Sample plot methods. Canada Dom. For. Service.

Sarvas, R. 1953. Measurement of the crown closure of a stand. — MTJ 41.

Schiffel, A. 1904. Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. — Mitt. forstl. Versuchsw. Österr., H. XXIX, p. 1—89.

Schober, R. 1949. Ertragstafel für die europäische Lärche. Grünberg in Hessen.

—»—1946. Die Lärche. Eine ertragskundlich-biologische Untersuchung. Hannover.

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

Schumacher, F. X. 1939. A new growth curve and its application to timber-yield studies. — Jour. For., p. 819—820.

Schwappach, A. 1889. Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin.

—»—1890. Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände. Berlin.

Schwappach, A. 1893. Wachstum und Ertrag normaler Rotbuchenbestände. Berlin.
—»—1908. Die Kiefer. Neudamm.
—»—1911. Die Rotbuche. Neudamm.
—»—1912. Ertragstafeln der wichtigeren Holzarten in tabellarischer und graphischer Form. Neudamm.
Segerdahl, G. 1852. Lärokurs uti skogshushållningen. Falun.
Shustov, B. A. 1914. Poroslevyje dubovyje nasashdenija jushnoi Rossii. — Tr. po lesnomy opytnomu delu. Vyp. 52. SPB.
Simmons, E. M. and Schnur, G. L. 1937. Effect of stand density on mortality and growth of loblolly pine. — Jour. Agr. Res. 54, p. 47—58.
Smithers, L. A. 1949. The Dwight co-frequency principle in diameter-growth analysis. — Silv. Res. Note No. 91, Dom. For. Service.
Society of American Foresters. 1950. Forest terminology. Washington, D. C.
Spaeth, J. N. 1920. Growth study and normal yield tables for second growth hardwood stands in central New England. — Harvard For. Bull. No. 2.
Spurr, S. H. 1952. Forest inventory. New York.
Stalsberg, Th. 1882. Tilvaextberegninger. — Den norske Forstf. Aarbog, p. 142—168.
af Ström, I. 1822. Förslag till en förbättrad Skogshushållning i Sverige, jemte Utkast till dess Systematiska verkställande. Stockholm.
Syme, J. W. 1933. A yield table for Insignis pine in Mid-Canterbury. Mimeographed.
Szydlowski, J. 1933. Biologiczne i skonomiczne nastepstwa rozmaitych sposobów trzebienia drzewostanów sosnowych. Zusammenfassung: Biologische und ökonomische Folgen verschiedener Arten der Durchforstung in Kiefernbeständen. — Doświadczalnictwo »Lesne», Tom III, p. 75—133.
Szymkiewics, B. 1949. (Supplementing Schwappach's yield tables for pine by the class I a). — Sylwan 93.
The Empire Forestry Association. 1953. British Commonwealth Forest Terminology. Part I. London.
The Pudden clinal plot: thinning experiments without surrounds. — Emp. For. Rev. 39:168—171.
Tihomirov, B. and Tishtshenko, I. 1929. Hod rosta sibirskoi listvennitsy po issledovanijam v Hakasskom okruge Sibirskogo kraja. — Sibirskii Institut Selskogo hosaistva i lesovodstva, t. II, Vyp. 3. Omsk.
Todorović, D. 1955. Analytische Darstellung des Wachstums. (Deutsches Referat). — Ann. Fac. Agr. Sylvic. Univ. Skopje, Sylviculture, p. 195—225.
Tretjakov, N. V. 1927. Sakon jedinstva v strojenii nasashdenii. — Isd. »Novaja derevnja».
Trifunović, D. 1960. Racionalni metod izrade tablica prinosa i prirasta za jednodobne sastojine kratke ophodnje. Résumé: Méthode rationnelle de l'accroissement pour les peuplements équiennes de courte révolution. — Sumarstvo br. 1—2, p. 15—27.
—»—1961. Jedan novi metod izrade tablica prinosa i prirasta za jednodobne sastojine duge obhodnje. Résumé: Une nouvelle méthode pour la construction des tables se rapportant au rendement et á l'accroissement des peuplements équiennes á révolution longue. — Sumarstvo br. 5—6, p. 143—160.
Tyrin, A. V. 1913. Issledovanije hoda rosta normalnyh sosnovyh nasashdenii Arkangelskoi gub. — Trudy po lesnomu opytnomu delu. Vyp. 45, SPB.
—»—1931. Normalnaja proisvoditelnost nasashdenii sosny, beresy, osiny i jeli. — Selhosisdat 2-e isd.

Urstadt, 1909. Ueber die Theorie des Höhenwachstums der Waldbäume. — Allg. Forst- und Jagdz., p. 225—238.
Vanselow, K. 1951. Fichtenertragstafel für Südbayern. — Forstw. Centralbl.
Vargas-de-Bedemar, A. 1850. Issledovanija sapasa i prirosta lesonasashdenii S-Peterburgskoi gubernii. — Lesnoi Shurnal, SPB.
Warrack, G. C. 1959. Forecast of yield in relation to thinning regimes in Douglas fir. — British Col. For. Service. Tech. Publ. T 51.
Watt, R. F. 1950. Growth in understocked and overstocked western white pine stands. — North. Rocky Mt. For. Range Exp. Sta., Res. Note No. 78.
Weck, J. 1950. Über die Brauchbarkeit von Wachstumsgesetzen als diagnostisches Hilfsmittel der Waldwachstumskunde. — Forstw. Centralbl., p. 584—605.
—»—1954. Vergleich von Wachstumsgang und Ertrag von Nadelholzreinbeständen in Grossbritannien, Dänemark, Süd- und Norddeutschland. Summary: Comparison between growth and yield of pure stands of coniferous trees in Great Britain, Denmark, Southern and Northern Germany. — Zeitschr. Weltforstw., p. 41—43.
Weise, W. 1896. Eine einfache Methode für die Aufstellung von Ertragstafeln für die Kiefer. — Münd. forstl. Hefte, X, p. 22—35.
Weiss, J. 1909. Allgemeine Waldbestandstafeln nach R. Feistmantel für Eiche, Buche, Tanne, Fichte, Lärche, Weiss- und Schwarzföhre. Wien und Leipzig.
Westveld, M. 1941. Yield tables for cut-over spruce-fir stands in the Northeast. — Northeast. For. Exp. Sta. Occ. Pap. 12.
Wicht, C. L. 1952. Methods of field experimentation in forestry. — Commonwealth For. Conf., Canada.
Wiedemann, E. 1932. Die Rotbuche 1931. Fortführung des Berichtes von Geheimrat Schwappach 1911 über die preussischen Buchenversuchsflächen. — Mitt. Forstwirt. Forstwiss.
— —1937. Die Fichte 1936. Zweiter Teil. — Ibid., p. 103—248.
—»—1948. Die Kiefer. Hannover.
—»—1949. Ertragstafeln der wichtigen Holzarten bei verschiedener Durchforstung sowie einiger Mischbestandsformen mit graphischen Darstellungen. Hannover.
—»—1957. Ertragstafeln wichtiger Holzarten bei verschiedener Durchforstung. 2. Auflage. Hannover.
Viro, P. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. — MTJ 40.
Vuokila, Y. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in Southern Finland. — MTJ 48.
—»—1960. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On development of Siberian larch stands and their importance to forestry in Finland. — MTJ 52.
—»—1960 a. Ala- ja yläharvennuksesta sekä niiden vaikutuksesta puuston kehitykseen Rautio istutuskuusikossa. Summary: On low thinning and crown thinning, and their effect on development of growing stock in planted spruce stand of Rautio. — MTJ 52.
—»—1962. The effect of thinnings on the yield of pine and birch stands. — MTJ 55.

Abbreviations:

AFF = Acta Forestalia Fennica. Helsinki
MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja; Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. Helsinki.
MSS = Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut. Stockholm.

Yrjö Vuokila

TILAPÄISKOEALOIHIN PERUSTUVAT YHTÄLÖT MÄNNYN KASVU- JA TUOTTOTAULUKOITA VARTEN

Suomenkielinen lyhennelmä

Huolimatta siitä, että kestokoealoin suoritettuja harvennuskokeita on maassamme ylläpidetty usean vuosikymmenen ajan, näyttää todennäköiseltä, ettei niiden perusteella kyetä ainakaan vielä pitkään aikaan laatimaan ns. hoidettujen metsiköiden kasvu- ja tuottotaulukoita. Syitä tähän sekä yleensäkin kestokoealamenetelmässä esiintyviä vaikeuksia kosketellaan tässä tutkimuksessa yksityiskohdin sivuilla 24—28. Katsaus eri puolilla maailmaa tähän mennessä kasvu- ja tuottotutkimuksissa sovelluttuihin menetelmiin asianmukaisin kirjallisuusviittein varustettuna on löydettävissä tämän tutkimuksen sivuilta 10—23.

Kestokoealamenetelmän enemmän tai vähemmän selvästi havaittavissa oleva tehottomuus kasvu- ja tuottotaulukoiden laadintaa silmällä pitäen on pakottanut etsimään uusia menetelmiä siitä aiheutuneen tilanteen selvittämiseksi. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tutkia, millä tavalla kertamittaukseen perustuvia tilapäiskoealoja voitaisiin käyttää hyväksi kasvu- ja tuottotaulukoiden laadinnassa harvennuksin käsitellyille metsiköille. Tilapäiskoealamenetelmän teoreettiset edut ja varjopuolet kestokoealamenetelmään verrattuna on tuotu esille tutkimuksen sivuilla 28—30.

Tutkimus, joka on kokonaisuudessaan suoritettu Yhdysvaltain Maatalousministeriön Metsäntutkimuslaitokselle myöntämän huomattavan apurahan turvin, perustuu eriasteisin alaharvennuksin käsitellyissä männiköissä mitattuihin 168 tilapäiskoealaan, joista 154 koealaa muodostaa yhtälölaskelmissa käytetyn perusmateriaalin. Yksityiskohdin runkoanalyysin avulla tutkittuja koepuita sisältyy tutkimukseen 1493. Maantieteellisesti aineisto käsittää lähinnä ns. Järvi-Suomen, ts. 63. leveysasteen eteläpuolella olevan osan maata rannikkoseudut poisluettuina. Aineistoa esittelevät taulukot 1—3 (s. 44, 45, 50) ja kuvat 3—6 (s. 46—49).

Esitutkimuksen tulosten mukaisesti (vrt. kuva 1, s. 33) tilapäiskoealojen koko aareina pyrittiin saamaan puuston valtapituutta metreinä numeerisesti vastaavaksi. Puuston kuutiomäärän ja kasvun laskentaa varten tarvittavia koepuita mitattiin esitutkimusten tulosten mukaisesti 35—40 kpl koealaa kohden. Nämä samoin kuin jokaisella koealalla mitatut n. 10 runkoanalyysipuuta valittiin objektiivisesti, ns. rajoitettua systemaattista valintaa käyttäen. Koska puuston kehitystä koskevat tutkimukset kohdistuivat viime harvennuksen jälkeiseen aikaan, tutkittiin tämän harvennuksen voimakkuus kantomittauksin, ja samalla pyrittiin saamaan yksityiskohtainen selvyys myös varhemmista hakkuista. Periaatteena oli, että metsikön käsittely olisi ainakin kahdella viime kerralla ollut suurin piirtein samanasteinen ja että myös näitä varhemmassa ikävaiheessa ei olisi esiintynyt harsintaa tai hoitotoimenpiteiden laiminlyönnistä aiheutuvaa kitumista. Viime hakkuun täsmällinen ajankohta kyettiin selvittämään luotettavasti kasvun ilmastollisten vaihteluiden perusteella (vrt. kuva 2, s. 40). Harvennuksesta kulunut aika vaihteli eri koealoilla 2—14 v.

Tilapäiskoealamenetelmä tässä muodossaan edellyttää taaksepäin suuntautuvaa puuston tutkimista. Alustavien laskelmien avulla selvitettiin siis puuston erilaisten mittaustunnusten kehitys viime harvennuksesta mittaushetkeen. Nämä esilaskelmat suoritettiin tavanomaisin käsikonein. Sitä vastoin tutkimuksen varsinaisena tarkoituksena olevat yhtälölaskelmat tapahtuivat elektronisten tietojenkäsittelykoneiden IBM 1620 ja Elliot 803 avulla ns. asteittaista regressioanalyysiä käyttäen (stepwise regression analysis).

Näiden lopullisten laskelmien tarkoituksena oli yhtälöiden muodostaminen yksittäisen puun ja metsikön eri mittaustunnusten kasvun ennustamiseksi, kun tunnetaan tietyt suureet ennustejakson alussa.

Puukohtaisiin ennusteyhtälöihin on näin menetellen jouduttu sisällyttämään olemukseltaan neljää erilaista muuttujatyyppiä:

— puutunnukset, kuten rinnankorkeusläpimitta, pituus jne.
— metsikkötunnukset, kuten pohjapinta-ala hehtaaria kohden, harvennuksen voimakkuus jne.
— puun ympäristötunnukset, kuten etäisyys naapuripuihin,
— ilmastotunnukset, kuten kasvukauden pituus.

Puun kasvun ennustamiseksi on kehitetty kolme yhtälöä asianmukaisin luotettavuustiedoin varustettuina, nim. yhtälöt puun läpimitan (s. 56), pituuden (s. 59) ja kuutiomäärän (s. 60) kasvusadanneksen ennustamiseksi.

Metsikön osalta on esitetty kolme yhtälöä, nim. yhtälöt metsikön pohjapinta-alan (s. 62), valtapituuden (s. 64) ja kuutiomäärän (s. 65) kasvusadanneksen ennustamiseksi.

Edellä mainittujen yhtälöiden lisäksi on katsottu tarpeelliseksi johtaa yhtälöt myös puun (s. 67) ja metsikön (s. 68) kuorellisen ja kuorettoman kuutiomäärän arvioimiseksi.

Edellä luetelluissa yhtälöissä esiintyvillä merkinnöillä tarkoitetaan seuraavaa (vrt. s. 55):

Puumerkinnät:

p_d = puun kuorettoman rinnankorkeusläpimitan keskimääräinen vuotuinen kasvusadannes korkoakorolleperiaatteella kahden perättäisen harvennuksen välisenä aikana,

p_h = puun pituuden keskimääräinen vuotuinen kasvusadannes korkoakorolleperiaatteella kahden perättäisen harvennuksen välisenä aikana,

p_v = puun kuorettoman kuutiomäärän keskimääräinen vuotuinen kasvusadannes korkoakorolleperiaatteella kahden perättäisen harvennuksen välisenä aikana,

d = puun rinnankorkeusläpimitta, cm,

h = puun pituus, m,

t = puun ikä, v,

$t_{1.3}$ = rinnankorkeuden saavuttamiseen kulunut aika, v,

c = harvennusväli: kahden perättäisen harvennuksen välinen aika (sekä puuettä metsikkötunnus), v,

v = puun kuutiomäärä, k—dm^3.

Puun ympäristömerkinnät:

s = puun keskimääräinen etäisyys viidestä lähimmästä naapuripuusta, m.

Metsikkömerkinnät:

P_G = metsikön kuorettoman pohjapinta-alan (m^2/ha) keskimääräinen vuotuinen kasvusadannes korkoakorolleperiaatteella kahden perättäisen harvennuksen välisenä aikana,

$P_{H\,dom}$ = metsikön valtapituuden keskimääräinen vuotuinen kasvusadannes korkoakorolleperiaatteella kahden perättäisen harvennuksen välisenä aikana,

P_V = metsikön kuorettoman kuutiomäärän (k—m^3/ha) keskimääräinen vuotuinen kasvusadannes korkoakorolleperiaatteella kahden perättäisen harvennuksen välisenä aikana,

T = metsikön ikä, v,

D = metsikön puiden keskipohjapinta-alaa vastaava keskiläpimitta, cm,

H_{dom} = metsikön valtapituus (hehtaaria kohden 100 paksuimman puun keskipituus), m,

G = metsikön pohjapinta-ala, m^2/ha,

V = metsikön kuutiomäärä, k—m^3/ha,

R_G = harvennuksen osuus metsikön pohjapinta-alasta ennen harvennusta, %.

Ilmastolliset merkinnät:

L = kasvukauden pituus: toukokuussa esiintyvien + 6°C lämpimämpien päivien lukumäärä, kpl.

Alamerkinnät:

u = kuoren alta, kuoretta,

b = kuoren päältä, kuorineen,

i = ennustejakson alussa, ts. välittömästi harvennushakkuun jälkeen.

Kasvu- ja tuottotaulukoiden laadinnassa esitettyjä yhtälöitä käyttäen on seuraavat vaiheet:

1. Taimistovaihe jää tutkimuksen ulkopuolelle. Yhtälöt ovat sovellutuskelpoisia vasta n. 2—3 metrin valtapituuden saavuttamisen jälkeen. Laskelmien lähtöajankohdan valitseminen on soveltajan harkinnasta riippuvainen. Runkolukusarjan ja sitä vastaavan pituuskäyrän määrittely valitulla iällä on laadinnan ensimmäinen vaihe. Sen on perustuttava maastossa mitattuun havaintoaineistoon. Kaikki mahdolliset runkojakaantumissarjat hehtaaria kohden laskettuna n. 2 500 rungon alarajasta (valtapituuden ollessa 2—3 m) lähtien voidaan ottaa laskelmaketjun kohteeksi.

2. Kun lähtöhetken »lukupöytäkirja» on saatu koostetuksi, seuraa tämän runkolukusarjan projisioiminen puu puulta tai läpimittaluokka läpimittaluokalta seuraavan harvennuksen ajankohtaan puukohtaisella läpimitan kasvuyhtälöllä. Näin saadaan seuraavaa harvennusta edeltävä runkolukusarja, mikä voidaan kuutioida esitetyillä puiden kuutioimisyhtälöillä sen jälkeen, kun myös pituuskäyrä on projisioitu samaan ajankohtaan puukohtaisella pituuskasvuyhtälöllä. Rinnan voidaan käyttää myös puun kuutiomäärän kasvuyhtälöä.

3. Harvennus tapahtuu sinä vuonna, jolloin voidaan poistaa käytetyn harvennusasteen mukainen määrä puuta ja samalla jättää jäljelle haluttu määrä kasvavaa pääomaa. Harvennusasteikon ja harvennuksen voimakkuuden kriteerinä voitanee parhaiten käyttää pohjapinta-alaa hehtaaria kohden. Harvennusasteikko on muuten vapaasti valittavissa paitsi että kuvissa 3—6 (s. 46—49) esitettyjä aineiston ääriarvoja ei tulisi laskelmissa ylittää.

4. Runkolukusarjan teoreettisen harventamisen jälkeen käytetään jälleen puuyhtälöitä puuston projisoimiseksi seuraavan harvennuksen ajankohtaan, jolloin tapahtuu jälleen uusi teoreettinen harvennus. Näin jatketaan, kunnes saavutetaan iänkohta, jolloin harvennushakkuut on syystä tai toisesta lopetettava.

Varsinainen laskentatyö tapahtuu siis puukohtaisten yhtälöiden avulla teoreettisia metsikkömalleja projisoimalla ajassa eteenpäin. Metsikköyhtälöiden tarkoituksena on lähinnä kontrolloida puukohtaisiin yhtälöihin perustuvia metsikkölaskelmia. Metsikköfunktioita voidaan kyllä käyttää myös itsenäisesti tiettyjen metsikkötunnusten, kuten puuston pohjapinta-alan, valtapituuden ja kiintokuutiomäärän kehityksen ennustamiseen iänmukaisina kehityssarjoina. Vasta puukohtaiset laskelmat kykenevät kuitenkin tuomaan esille kaiken sen yksityiskohtaisen tietouden, mitä kasvu- ja tuottotaulukoilta vaaditaan.

ON THE SYSTEMATIC ERROR IN BASAL AREA CAUSED BY DIGRESSION FROM THE SURVEY LINE

PENTTI KOIVISTO

SELOSTE:

ARVIOIMISLINJAN POLVEILUN AIHEUTTAMA SYSTEMAATTINEN VIRHE POHJAPINTA-ALASSA

HELSINKI 1965

Helsinki 1965. Valtioneuvoston kirjapaino

CONTENTS

	Page
Introduction	5
Investigational method and material	5
Treatment of the material	6
Investigational results	7
Conclusions	10
Seloste	11
References — Kirjallisuutta	11

On the Systematic Error in Basal Area Caused by Digression from the Survey Line

Introduction

As a survey team advences along the survey line, the compass-bearer might be inclined, willingly or inadvertently, to keep clear of thickets and dense groups of trees. Moreover, the measuring rod used to mark the center of a sample plot on the line might be placed nearer to an opening than it should be. Rainy weather is especially apt to cause this to happen. Should such practices occur, one consequence in the line plot survey would be that the sample plots fall in those parts of a stand which are on an average more sparsely stocked, viz. *the inventory will systematically yield too small a cubic content.* Obviously, the small-sized sample plots are especially subject to underestimation in this respect.

In Sweden the occurrence of this kind of bias has been investigated earlier (M a t é r n 1961). The findings of the investigation will be discussed in a later section.

The material for the present paper was collected in 1964 in connection with the National Forest Inventory.

Investigational Method and Material

The hypothesis is that the stand is more densely stocked at the sides of an inventory sample plot than on the sample plot itself. If sample plots of equal size were measured in the same stand from the center point determined in connection with the deviation from the true survey line, the mean basal area — were the hypothesis true — would probably vary according to the scheme in Figure 1. The smallest basal area would be obtained from the supposedly digressed sample plot and an increase in basal area would be evident in the plots on the sides of the inventory plot. An opportunity for testing the correctness of the postulate was provided by the inventory of the forests of two District Forestry Boards in southwestern Finland. Without giving any notice to the inventory groups, data were randomly collected chiefly from the sample-tree plots in the following manner:

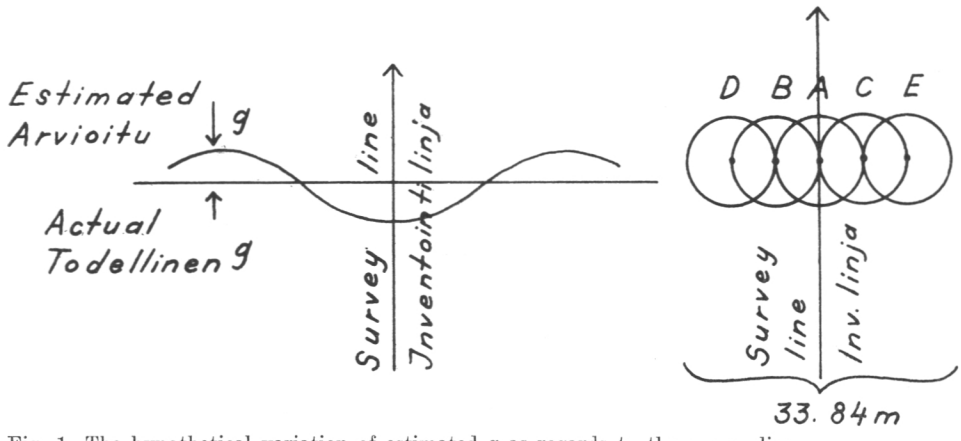


Fig. 1. The hypothetical variation of estimated g as regards to the survey line.
Kuva 1. Hypoteesin mukainen g:n arvion vaihtelu inventointilinjaan nähden.
Fig. 2. Locating of the sample plots.
Kuva 2. Koealojen asettelu.

A circular sample plot of 0.01 ha. in area was measured off from the center point of the inventory sample plot and one or two sample plots (depending on the size of the stand) of equal area were placed at right angles to the survey line, to the left and to the right, at a distance (5.64 m.) of the radius (Fig. 2). Only the basal area including bark was measured. The DBH was recorded to the nearest mm. as the mean of two measurements taken at right angles to each other.

The tabulation below illustrates the distribution of the material accumulated. »A» refers to the central (= inventory) sample plot; »B» and »D» stand for those to the left of it and »C» and »E» to the right.

D	B	A	C	E
Number of sample plots				
152	175	175	175	152

Owing to the shape of the stand the two outermost sample plots (D and E) were occasionally omitted. In addition, three series were afterwards excluded on account of the fact that the inventory sample plot in them was a so-termed part-sample plot.

Treatment of the Material

The largest part of the total variation in the basal areas is caused by the variation between *stands*. The best way to eliminate it is evidently a *two-way analysis of variance*. An equal number of replications must then be included in every treatment (A, B, C, D and E). Consequently, there remain five treatments for the analysis with 149 replications in each.

No further discussion of the calculations will be made here, but the reader is referred to the analysis of variance table to be presented with the results.

An idea of the deviation of the basal area yielded by the inventory sample plots from the true basal area can also be gained by considering the total mean an estimate of the true basal area.

Investigational Results

The data will give five estimates of the basal area, viz. one for each treatment. A two-way analysis of variance can be used to test whether there are significant differences between the means obtained. The results are to be seen in the analysis of variance table below.

Table 1. Analysis of variance table.
Taulukko 1. *Varianssitaulukko.*

Source of variation *Variaatiolaji*	Degrees of freedom *Vapausasteet*	Sum of squares *Neliösumma*	Mean square *Varianssi*
Total — *Summa*	744	61 158	82.2
Treatments — *Jonot*	4	378	94.5
Replications — *Metsiköt*	148	36 054	243.6
Error — *Virhe*	592	24 727	41.8

$F = 94.5/41.8 = 2.26$; $f = 4,592$; $P \simeq 0.07$

The main part of the total sampling variation must therefore be attributed to the variation between the stands. The analysis would also seem to indicate that the differences between the means for the different treatments is real and not due to chance. The probability (P) that the differences are due to random factors is only 0.07, which is slightly higher than the 0.05 level which is usually applied. However, as the differences are significant in 93 cases out of 100, the samples may with a fair probability be regarded as representing different populations.

The F-test, however, does not tell which differences are significant. According to Tukey's test as adapted by Snedecor (1956) the differences, to be significant on a 5 % level, have to be:

$$D = Qs_{\bar{x}} = 3.86 \sqrt{41.8/149} = 2.05$$

The differences between the means of the treatments are tabulated below.

Table 2. Differences between the means of the treatments.
Taulukko 2. Jonojen keskiarvojen erotukset

Treatment Jono	$\overline{x}$	$\overline{x}$—14.48	$\overline{x}$—15.09	$\overline{x}$—15.34	$\overline{x}$—16.09
E	16.48	2.00	1.39	1.14	0.39
D	16.09	1.61	1.00	0.75	
B	15.34	0.86	0.34		
C	15.09	0.61			
A	14.48				

Consequently, only the differences between the means of treatments A and E are significant at approximately the 5 % level. Hence, the analysis of variance based on material of this magnitude will not confirm the hypothesis.

Since our working hypothesis is concerned only with whether the basal area of the inventory sample plots were equal to or smaller than the true basal area, a one-tailed test is implied. The data yielded for treatment A a mean of 14.48 ± 0.70 sq.m./ha and for the total material a mean of 15.33 sq.m./ha. when treatment A receives a weight of 2 (the outermost sample plots D and E fall probably on the »wave crest»). If the over-all mean is considered an estimate of the true basal area, the difference as compared

D	B	A	C	E	Total *Koko aineisto*
103.8	99.0	93.5	97.4	106.4	100.0
(105.0)	(100.1)	(94.5)	(98.4)	(107.5)	(100.0)

(A weighed by 2)
(A:lla painoluku 2)

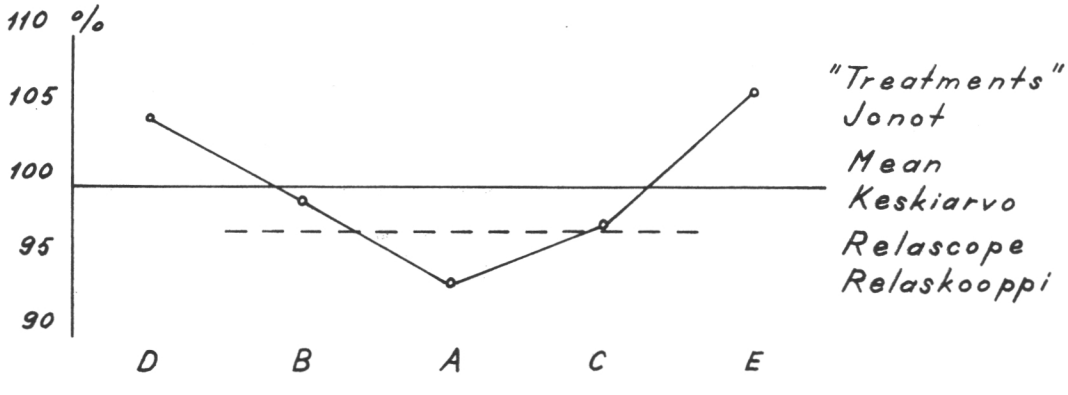


Fig. 3. The variation of the mean basal area of the different sample plots as regards to the mean.
Kuva 3. Eri koealojen keski-pohjapinta-alan vaihtelu keskiarvoon nähden.

to the mean for the sample plots in treatment A will be 1.21 times the standard error of the latter. A one-tailed test gives a probability (P) of 0.13 that the difference is due to chance and in 87 cases out of 100 it is real.

If the mean for the data as a whole is represented by 100, the means for the basal areas of the treatments will be related to each other as in the tabulation on p. 8 (see Fig. 3). The underestimation for the basal area would hence be 5 to 7 per cent.

A more appropriate method than the one above would be to test the differences between the mean of the basal areas for all sample plots at each control point and the basal area of treatment A, which would eliminate the variation between the stands. When A was again given the weight 2 in computing the total mean, —0.8421 ±0.3673 sq.m./ha. was obtained as the mean for the differences. The null hypothesis $H_o: \mu_D = 0$ can be tested with the t-test.

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_D}{s_{\bar{d}}} = \frac{0.8421 - 0}{0.3673} = 2.29, \text{ d.f.} = 148.$$

Because the value of P is slightly smaller than 0.025, the null hypothesis must be rejected. The systematic underestimation of 5 to 7 per cent in the basal area can be considered true in 98 cases out of 100.

A relascope was used to delimit the actual sample plots of the inventory, with one tree corresponding to a basal area of 2 sq. m. per hectare. The basal areas of the relascopic sample plots corresponding to the present data yielded a mean of 15.01 ±0.66 sq.m./ha. and the paired differences had a mean of 0.3185 ±0.3667 sq.m./ha., whence $P > 0.20$. A tendency toward understimation is slightly smaller (the ratio 94.5 in comparison to 97.9) than when using circular sample plots of 0.01 ha. in area. As the mean diameter was 18 cm. for the growing stock of the area covered by the inventory, the radius of the relascopic sample plots has averaged 6.36 m. and the area 127.08 sq.m. The biggest trees measured had a diameter of 40 cm., which corresponds to a radius of 17.68 m. (with a sample plot area of 982 sq.m.). It ought further to be mentioned that a mean basal area of 11.9 sq.m./ha. was found for the total forest land of the area in question. The present data have therefore been obtained from stands which are denser than average.

The extent of the underestimation has thus been appreciably reduced by increasing the size of sample plots from 100 sq.m. to about 130 sq.m. for the trees of average diameter and for larger trees even more. As compared to the assumed true basal area, this difference will also no longer be significant.

In an investigation by Matérn (1961) circular sample plots with a radius of 6.64 m. were measured from the center point of the inventory

sample plot as well as at a distance of 20 m. from it, to the right and to the left, at right angles to the survey line. The radius is the same as that used for the sample plots in the Swedish National Forest Inventory. The area of the sample plot is 138.51 sq.m. The means of the lateral sample plots can be considered estimates of the true means.

A difference of —0.0415 ±0.0768 cu.m. in volume per sample plot was obtained by Matérn between the means of the center sample plot and the lateral ones, or as percentages of the mean for all the three, 3.3 ± 6.1 per cent. No significant difference could thus be discerned between the cubic content of the middle plot and those situated at its sides. The possible systematic error hereby obtained proved to be of approximately the same magnitude as that of the relascopic sample plots in the present investigation, which plots can be considered as representing on the average the same sample plot size. The error has, however, been estimated with a considerably lower precision.

In Matérn's investigation sample plots were measured also with radii 1.71, 3.36, and 5.00 m. from the center points of the above-mentioned plots. In the central parts of the middle sample plot the cubic content was found to be somewhat greater than on its perifery, but in the lateral sample plots the opposite was true. The differences, however, were not significant.

Conclusions

On the evidence of the present data it appears that in a line plot survey there is a tendency toward systematic underestimation owing, apparently, to the compass-bearer's inclination to avoid densely-grown parts in the forest or to the center point being dislocated toward a spot more sparsely-stocked than the average. In using sample plots of 0.01 ha. in size, an underestimate of 5 to 7 per cent was detected, and the probability (P) of its being due to chance is only about 0.025. In making the size of sample plots larger than 100 sq.m., however, the magnitude of the underestimation appears to be sharply reduced.

In actual inventories the sample plot size of 0.01 ha. is hardly used, however. The smallest sample plot size, to the author's knowledge, is 138.5 sq.m. This size has been employed in the Swedish National Forest Inventory and also in Finland in the inventories of the Enso-Gutzeit forests in 1958—59.

In a circular sample plot survey, at any rate, it must be emphasized that the compass-bearer should keep strictly to the direction indicated by the compass and, further, that the use of small sample plots should be avoided.

ARVIOIMISLINJAN POLVEILUN AIHEUTTAMA SYSTEMAATTINEN VIRHE POHJAPINTA-ALASSA

Seloste:

Inventointiryhmän kompassimies voi tietoisesti tai tahtomattaan väistellä tiheitä puuryhmiä ja tämän lisäksi koealan keskikohtaa osoittava mittatikku voi tulla asetetuksi aukkoon päin. Jos näin tapahtuu, on seurauksena se, että koealat sattuvat metsikön keskimääräistä harvempiin kohtiin ja *inventointi antaa systemaattisesti liian alhaisen kuutiomäärän*. Tällaisen systemaattisen virheen olemassaoloa selviteltiin valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä 1964.

Hypoteesin mukaan metsikkö on mitatun koealan sivuilla tiheämpää kuin itse koealalla ja hypoteesin ollessa tosi vaihtelisi samannimisten koealojen pohjapinta-alojen keskiarvot ilmeisesti kaaviokuvan 1 mukaan. Inventointikoeala antaisi siis alhaisimman pohjapinta-alan ja se nousisi sivuille siirryttäessä. Inventointiryhmien tietämättä ja koealoja valitsematta mitattiin koealan keskipisteestä sekä sivuilta aarin koealoja säteen (5.64 m) välimatkoin (kuva 2). Näitä viiden koealan sarjoja, joilla määritettiin kuorellinen pohjapinta-ala, kertyi 149 kpl.

Kaksisuuntaisen varianssianalyysin (taulukot 1 ja 2) ja yksipuolisen testin mukaan eivät eri jonojen pohjapinta-alojen eivätkä jonon A ja koko aineiston pohjapinta-alojen keskiarvojen erot ole merkitseviä 5 % tasolla.

Kunkin mittauskohdan kaikkien koealojen pohjapinta-alojen keskiarvon ja jonon A pohjapinta-alan välisten *erotusten testaus* lienee kuitenkin tässä tapauksessa perustelluinta. Kun A:lle annettiin kokonaiskeskiarvoa laskettaessa painoluku 2 (äärimmäiset koealat D ja E sattuvat »aallon harjalle», kuva 3) saatiin erotusten keskiarvoksi -0.8421 ± 0.3673 m²/ha. Nollahypoteesi $H_0: \mu_D = 0$ voidaan testata t-testillä.

$$t = \frac{\bar{d} - \mu_D}{s_{\bar{d}}} = \frac{0.8421 - 0}{0.3673} = 2.29, \text{ d.f.} = 148$$

Koska P:n arvo on hiukan pienempi kuin 0.025, on nollahypoteesi hylättävä. Havaittu pohjapinta-alan systemaattinen aliarvio 5—7 % (katso asetelmaa s. 8 ja kuvaa 3) on siis aarin koealoja käytettäessä todellinen 98 tapauksessa sadasta.

Inventoinnin varsinaiset koealat rajoitettiin relaskoopilla, jossa yksi puu vastaa 2m²:n pohjapinta-alaa hehtaarilla. Inventoidun alueen puuston keskiläpimitan (18 cm) suuruiset puut ovat tällöin tulleet mitatuiksi 127.08 m² ja suurimmat puut (n. 40 cm) 982 m² alalta. Kun aineistoa vastaavien relaskooppikoealojen pohjapinta-alojen keskiarvoksi saatiin 15.01 ± 0.66 m²/ha, on aliarviointi laskenut n. 2 %:iin eikä ero todellisena pidettyyn kokonaiskeskiarvoon (15.33 m²/ha) ole enää merkitsevä.

Esitetyn perusteella on siis tähdennettävä sitä, että kompassin osoittamaa suuntaa on ympyräkoeala-arvioinnissa ehdottomasti noudatettava sekä sitä, että pienten koealojen käyttöä on vältettävä.

References — Kirjallisuutta

Matérn, Bertil. 1961. Sammanfattning av uppgifter insamlade vid riksskogstaxeringen år 1948 till belysande av en provytetaxerings noggrannhet. — Statens Skogsforskningsinstitut. Kontoret för matematisk statistik. Rapport n:o 4.

Snedecor, George W. 1956. Statistical methods. — Iowa.

Enso-Gutzeit osakeyhtiön metsien arviointi. Maastotyön ohjeet. 1958. Moniste.

Instruktion för arbetet å marken under riksskogstaxeringen år 1963. Stencil.

IV VALTAKUNNAN METSIEN INVENTOINTI

3. MAAN POHJOISPUOLISKON VESISTÖJEN JA METSÄNHOITO-LAUTAKUNTIEN ALUERYHMÄT

PAAVO TIIHONEN

FOURTH NATIONAL FOREST INVENTORY IN FINLAND

3. NORTHERN WATER SYSTEM AREAS AND FORESTRY BOARD DISTRICTS

SUMMARY IN ENGLISH

HELSINKI 1966

Helsinki 1966. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällysluettelo

Johdanto 4

Inventoinnin suoritus 6

1. Valmistelu ja henkilöstö 6
2. Linja- ja koealamittaukset 7
3. Tulosten laskenta ja esittely 7

Inventoinnissa kertynyt tutkimusaineisto 10

Maa-alan ja metsämaan jakaantuminen pääryhmiin 12

Metsien puulajivaltaisuus 15

Metsien ikäluokkasuhteet 18

Puuston kuutiomäärä 23

1. Keskikuutiomäärä 23
2. Kokonaiskuutiomäärä 26
   a. Kokonaisuutena ja puulajeittain 26
   b. Järeyssuhteet 28

Tukkipuusto 31

1. Tukkipuiden lukumäärä keskimäärin hehtaaria kohden 32
2. Tukkipuiden kokonaislukumäärä 33

Puuston kasvu 35

1. Keskikasvu 35
2. Puuston vuotuinen kokonaiskasvu 37

Metsien kehitysluokittainen rakenne 41

1. Luokitus 41
2. Kehitysluokkien esiintyminen 42

Metsien käsittely 10-vuotiskautena ennen inventointia 45

1. Käsittelyryhmät 45
2. Käsittelyryhmien esiintyminen 46

Metsien metsänhoidollinen tila 48

1. Metsänhoidollisen tilan ryhmitys 48
2. Metsänhoidollinen tila kaikkien kehitysluokkien metsiköissä keskimäärin 48
3. Kehittämiskelpoisten metsiköiden metsänhoidollinen tila ... 50
4. Kehitettäväksi kelpaamattomat (vajaatuottoiset) metsiköt .. 52
5. III ja IV inventoinnin tulosten vertailu 52

Metsänhoito-ohjelma 55

Hakkuusuunnite 59

Summary 62

Johdanto

Laadittaessa valtakunnan metsien IV inventoinnin suunnitelmaa oli tehtävässä aluksi lähinnä käytettävissä olevan määrärahan vuoksi rajoituttava vain maan eteläpuoliskoon. Inventointi suoritettiin vuosina 1960—61 ja käsitti maan eteläiset metsänhoitolautakunnat ja vesistöalueet Oulujoen vesistöalueen etelärajaan saakka. Inventoinnin edistyessä korostettiin kuitenkin toistuvasti metsävarojen kehittymisen selvittämisen tarvetta myös maan pohjoispuoliskosta. V. 1961 alussa professori Yrjö Ilvessalo täydensikin maan eteläpuoliskon metsien inventoinnin suunnitelmaa siten, että inventointia jatkettaisiin v. 1962 maan pohjoispuoliskossa. Samalla prof. Ilvessalo esitti, että metsien inventoinnissa olisi siirryttävä määrävälein toistettavista inventoinneista vuodesta toiseen jatkuvaan inventointiin. Sekä maan pohjoispuoliskon että jatkuvaa inventointia koskeva esitys hyväksyttiinkin v. 1962 valtion tulo- ja menoarvioesityksessä. Tässä on vain tyydyttävä toteamaan se mittava työ, jonka prof. Ilvessalo on suorittanut suunnitellessaan ja johtaessaan neljä perättäistä valtakunnan metsien inventointia ja saattaessaan edelleen inventoinnin jatkuvaksi. Muutoksen tarpeellisuus on ilmennyt viime vuosina yhä selvemmin.

IV inventointi suoritettiin maan pohjoispuoliskossa suunnitelman mukaisesti v. 1962—63. Prof. Ilvessalon siirryttyä v. 1962 lopulla eläkkeelle jäi maan pohjoispuoliskon inventoinnin johto prof. Kullervo Kuuselan ja kirjoittajan tehtäväksi. Eräitä vähäisiä täydennyksiä lukuun ottamatta inventointi saatettiin loppuun prof. Ilvessalon laatimaa suunnitelmaa seuraten. Mainitun yhteistyön ohella kirjoittajan tehtäväksi jäi kenttä- ja laskentatöiden ohjaus ja johto sekä selostuksen laadinta maan pohjoispuoliskon inventoinnista ja sen päätuloksista. Inventoinnin edistyessä julkaistiin keskeisimmät päätulokset Oulu-, Simo-, Ii- ja Kiiminkijoen vesistöalueryhmästä v. 1963 ja vuotta myöhemmin maan pohjoisimpia vesistöalueita, Tornio-, Muonio- ja Kemijoen sekä Jäämeren vesistöalueryhmää koskevat tulokset. Inventoinnin tuloksia on esitetty edelleen metsänhoitolautakuntaryhmittäin ja koko maata koskevana yhdistelmänä. Tuloksia on esitetty myös eräiden erillisselvittelyjen yhteydessä. Selvityksiin liittynyt hakkuusuunnitteen tarkistaminen suoritettiin keväällä v. 1964 prof. Kullervo Kuuselan ja kirjoittajan yhteistyönä. Mainitusta samoin kuin muusta

oheisen julkaisun laadintaan liittyvästä yhteistyöstä ja tuesta on kirjoittajalla mieluisa velvollisuus esittää parhaat kiitokset prof. Kullervo Kuuselalle. Kirjoittaja oheistaa edelleen parhaat kiitokset professori L a u r i H e i k i n h e i m o l l e, joka myös on lukenut tutkimuksen käsikirjoituksen ja antanut arvokkaita ohjeita.

Prof. Ilvessalo piti aiheellisena julkaista maan eteläpuoliskon inventoinnin päätulokset ensin vesistöalue- ja sitten metsänhoitolautakuntaryhmittäin. Maan pohjoispuoliskossa erotettujen alueryhmien vähäisen lukumäärän vuoksi katsottiin aiheelliseksi julkaista molempia alueryhmiä koskevat tulokset samassa julkaisussa.

Inventoinnin suoritus

1. Valmistelu ja henkilöstö

Kuten johdannossa on todettu, tapahtui valtakunnan metsien IV inventoinnin suoritus maan pohjoispuoliskossa pääosiltaan prof. Yrjö Ilvessalon laatimaa suunnitelmaa seuraten. Keskeisellä sijalla olivat siten edelleenkin harjoittelu ja retkeily. Maan pohjoispuoliskon erikoiskysymyksiin tutustuttiin jo ennen pohjoispuoliskon inventoinnin alkua v. 1961 ja koulutusta ja retkeilyjä jatkettiin molempina inventointikesinä. Retkeilyille saatiin avuksi etenkin professori Olavi Huikari soiden arvioinnin opastajana ja metsänhoidollisten kysymysten opastajina maatalous- ja metsätieteiden tohtori Eino Oinonen, piirikuntapäällikkö Jaakko Sointu, päämetsänhoitajat Toivo Ranta ja Martti Hooli, ylimetsänhoitaja Väinö Sandström sekä useita maan pohjoispuoliskon metsäammattimiehiä, jotka edelleen monin tavoin tukivat kenttäryhmien toimintaa. Ennen inventointia ja osittain sen aikana suoritettiin myös tieverkostoa, majoitusta, muonitusta yms. koskevaa selvittelyä ja valmistelua, jollaisilla toimenpiteillä pyrittiin helpottamaan ja nopeuttamaan kenttätöitä.

Arvioimisryhmien johtajina olivat jo III inventoinnissa samassa tehtävässä toimineet ja nyt muiden päätehtäviensä ohella inventointiryhmiä osan kesää v. 1962 johtaneet maatalous- ja metsätieteiden tohtorit Mikko Ilvessalo ja Veikko Mäkinen sekä metsänarvioimisen tutkimusosaston metsäteknikot Veikko Puurtinen ja Jussi Raja, edelleen jo maan eteläpuoliskon inventoinnissa mukana olleet metsänhoitajat Karl-Johan Ahlsved, Matti Hannula, Sakari Salminen ja Lauri Vuorisalo, osan kesäkautta v. 1962 toimineet metsänhoitajat Per Weckstén ja Veikko Yrjölä, sekä pääosan kesäkautta v. 1963 toiminut ylioppilas, sittemmin metsänhoitaja Juhani Saarinen.

Tulosten laskennassa ovat toimineet arvioimisryhmien johtajat ja heidän opastaminaan useat tilapäiset apulaiset sekä etenkin tutkimusosaston assistentti, fil.maisteri Alli Salovaara ja hänen ohjaaminaan osaston tutkimusapulaiset Kaisu Annila, Maikki Hako, Lyyli Ilvessalo, Greta Lautso, Anja Leskinen, Riitta

Linnamies ja Eimi Pakkala. Edelleen on mainittava fil. maisteri Yrjö Sihvo ja tutkimusapulaiset Pekka Oksman ja Erkki Toivonen sekä Yrjö Suinuniemi. Aineiston käsittelyä reikäkorttikoneilla on ohjannut metsänhoitaja Sakari Salminen ja tässä tehtävässä on avustanut rouva Saara Hoffren. Tutkimuksen englanninkielisen selostuksen on laatinut metsänhoitaja Karl-Johan Ahlsved.

Kaikki edellisessä mainitut ja myös monet nimeltä mainitsemattomat inventointiin osallistuneet tai sitä muutoin monin tavoin tukeneet henkilöt ansaitsevat parhaat kiitokset.

2. Linja- ja koealamittaukset

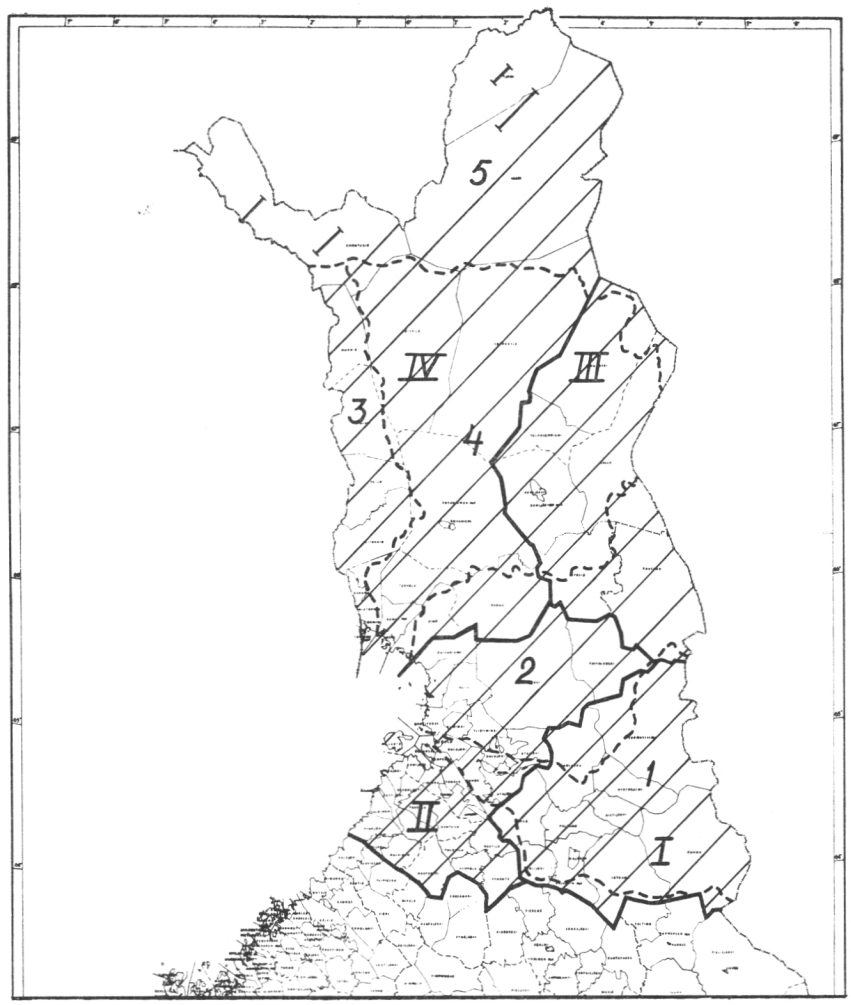
Inventoinnin linjaverkosto nähdään kuvasta 1. Arvioimislinjojen välimatka oli Pohjois-Pohjanmaan metsänhoitolautakunnan eteläosaa lukuun ottamatta 30 km. Mainitulla Pohjanmaan alueella inventointi liittyi maan eteläpuoliskon inventointiin (linjaväli 26 km) ja suoritettiin v. 1960—61. Prof. Ilvessalon suunnitteleman linjaverkoston täydennyksenä kuljettiin maan pohjoisimmassa osassa neljä kartan osoittamaa linjan osaa, joilla hankittiin lisäselvitystä Enontekiön—Utsjoen alueen heikkopuustoisista alueista.

Arvioimislinjojen leikkaamilla kuvioilla samoin kuin koealoilla suoritettiin vastaavanlaiset tehtävät kuin maan eteläpuoliskon inventoinnissa. Koealojen väli oli siten 250 m ja koealan koko 3 aaria. Koemielessä suoritetussa hakkuupoistuman arvioinnissa koealan koko suurennettiin maan eteläpuoliskossa käytetystä 3 aarista 5 aariin. Maan pohjoispuoliskossa suoritettujen retkeilyjen perusteella tehtiin myös eräitä vähäisiä täydennyksiä luokitusperusteisiin. Inventoinnin varsinaisten kenttätöiden päätyttyä kerättiin maan pohjoispuoliskon eri osista kasvun vaihtelun selvittämisen edellyttämä aineisto.

3. Tulosten laskenta ja esittely

Tulosten laskennassa lisättiin reikäkorttikoneiden käyttöä koealojen mittaustulosten yhdistelyssä. Tehtävää helpotti suuresti omien lävistyskoneiden saanti metsäntutkimuslaitokseen.

Tulosten laskentaperusteena on ollut, kuten maan eteläpuoliskossakin, ensin inventointia edeltäneissä Sahalahden, Kuhmalahden ja Pertunmaan pitäjien arvioinneissa käyttöön otettu ns. uuden käsitteen mukainen metsämaa, joka käsittää vanhan käsitteen mukaisen kasvullisen metsämaan, huonokasvuisen metsämaan parhaat kuviot sekä vähäisen määrän metsänkasvatusta silmällä pitäen ojitettuja joutomaasoita (III→I-ryhmä). Huonokasvuinen metsämaa jaettiin, kuten eteläpuoliskossakin, kahteen alaryh-



Kuva 1. Maan pohjoispuoliskon vesistöjen (katkoviiva) ja metsänhoitolautakuntien (yhtenäinen viiva) alueryhmät: 1—2 Oulu-, Simo-, Ii- ja Kiiminkijoen ja 3—5 Tornio-, Muonio- ja Kemijoen sekä Jäämeren vesistöalueryhmä, I—II Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan ja III—IV Koillis-Suomen ja Lapin metsänhoitolautakunnan alueryhmä.

Fig. 1. The territorial groups of water system areas (broken line) and Forestry Board districts (unbroken line) in northern Finland. 1—2: the group of Oulu-, Simo-, Ii-, and Kiiminkijoki water system areas, 3—5: the group of Tornio-, Muonio-, and Kemijoki water system areas and that of the Arctic Ocean. I—II: Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa and III—IV: Koillis-Suomi and Lappi Forestry Board district groups.

mään, II→I- ja II→III-ryhmä. Edellinen liittyy metsämaahan, jälkimmäinen joutomaahan. Lähinnä vertailtaessa tuloksia III inventoinnin tuloksiin ovat laskentaperusteena edelleen olleet kasvullinen, huonokasvuinen ja koko metsämaa. Mikäli jäljempänä esitettävissä taulukoissa ei erikseen mainita, on laskentaperusteena ollut uuden käsitteen mukainen metsämaa, jota koskevat tulokset on myös esitetty ennen mahdollisia vertailuja III

inventoinnin tulosten kanssa. Erona maan eteläpuoliskon tulosten esittelyyn nähden on mainittava, että vertailuja III ja IV inventoinnin tulosten kesken ei ole suoritettu uuden käsitteen mukaiselta metsämaalta.

Tulosten laskenta suoritettiin edelleen kaikkia omistajaryhmiä koskevana. Inventoinnin suunnitelman ja käytettävissä olevien määrärahojen puitteissa ei ollut tarkoitus eikä mahdollista suorittaa lisälaskelmia lähinnä kysymykseen tulevien omistajaryhmien, valtion ja yksityisten osalta erikseen. Aineiston perusteella mainitunlainen laskenta oli kuitenkin mahdollista suorittaa maan pohjoispuoliskosta. Metsähallituksen arvioimisosaston taholta tehtiinkin v. 1962 esitys laskennan suorittamisesta metsähallituksen hallintaan kuuluvien maiden osalta metsähallituksen määrärahojen turvin. Keskeisimpien metsävaroja koskevien tulosten laskennan suoritti metsähallituksen palveluksessa oleva metsänhoitaja Maija Tiilikainen apunaan metsähallituksen palkkaamat laskuapulaiset. Tulosten käsittely suoritettiin myöhemmin metsähallituksessa metsäneuvos, maat. metsät. tohtori Kustaa Kallion johdolla.

Tulosten laskennan yksityiskohtaisen suorituksen suhteen viitataan tässä maan eteläpuoliskon inventointia kuvaaviin seuraaviin julkaisuihin.

Yrjö Ilvessalo. 1962. IV valtakunnan metsien inventointi. 1. Maan eteläpuoliskon vesistöalueryhmät. *Summary:* Fourth national forest inventory. 1. Southern water system areas. — Metsäntutkimuslaitoksen julk. 56. 1.

—»— 1963. IV valtakunnan metsien inventointi. 2. Maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmät. *Summary:* Fourth national inventory. 2. Southern forestry board districts. — Metsäntutkimuslaitoksen julk. 57. 4.

Maan pohjoispuoliskon inventoinnin tuloksista on esitetty ennakkotietoja mm. seuraavissa julkaisuissa.

Kullervo Kuusela ja Paavo Tiihonen. 1963. Oulu-, Simo-, Ii- ja Kiiminkijoen vesistöalueryhmän metsävarat ja niissä tapahtuneet muutokset vuosina 1952—1962. — Metsälehti No 14.

—»— 1964. Tornio-, Muonio- ja Kemijoen sekä Jäämeren vesistöalueryhmän metsävarat ja niissä tapahtuneet muutokset vuosina 1952—63. — Metsälehti No 13—14.

—»— 1964. Suomen metsävarat ja niiden kehittyminen vuosina 1951—63. *Summary:* Forest Resources of Finland and their development in 1951—63. — Metsätaloud. Aikakauslehti No 8.

Paavo Tiihonen. 1965. Suomen pohjoispuoliskon metsävarat. Selvitys metsänhoitolautakuntaryhmittäin. — Metsälehti No 18—19.

Inventoinnissa kertynyt tutkimusaineisto

Maan pohjoispuoliskon inventoinnin aineisto koostuu kuten eteläpuoliskossakin toisaalta arvioimislinjojen leikkaamilta kuvioilta tehdyistä kuvionselityksistä ja toisaalta koealojen mittaustuloksista. Suoritetut vertailut osoittivat, että koealatietojen perusteella saadut tulokset metsätyyppien, eri puulajien ja ikäluokkien metsiköiden yms. esiintymisen runsaussuhteista olivat huomattavassa määrin yhdenmukaiset kuvioittain saatujen tietojen kanssa. Yhdenmukaisesti maan eteläpuoliskon inventoinnin kanssa on pohjoispuoliskon tulosten laskennassa kuitenkin koealatietojen perusteella suoritettu vain puuston määrää ja rakennetta koskevat selvittelyt. Koealoilla kertynyt aineisto sisältää paitsi puuston määrää ja rakennetta koskevat mittaustulokset myös koealoilla suoritettujen koeleimausten ja kantomittausten tulokset. Arvioimislinjojen, koealojen ja koeleimausten kokonaismääriä valaiseva yhdistelmä nähdään taulukosta 1. Siitä ilmenee myös maan pohjoispuoliskon inventoinnissa erotetut vesistöalueiden ja metsänhoitolautakuntien alueryhmät. Jälkimmäisistä käytetään lyhennystä mhl-ryhmä.

Aineiston käsittelyssä muodostettiin seuraavat metsätyyppi-, pääpuulaji- ja ikäluokkaryhmät:

T y y p p i r y h m ä t : 1. MT-ryhmä, joka käsittää lehdot ja lehtomaiset maat, (pohjoisen) mustikkatyypin maat sekä kasvulliset korvet ja ojitetut suot; 2. VMT-ryhmä, johon kuuluvat jo III inventoinnissa tosin suppeammalla alueella erotetut VMT-maat ja paksusammaltyypin (HMT) maat; 3. EVT-ryhmä, joka käsittää parhaiten männyn kasvatukseen soveltuvat kangasmaat (EVT, EMT, ErClT, ClT) ja kasvulliset rämeet; 4. II→I-ryhmä; 5. II→III-ryhmä ja 6. III→I-ryhmä. Nämä ryhmät on jaettu edelleen vallitsevan puuston p ä ä p u u l a j i n mukaan mänty-, kuusi- ja lehtipuuvaltaisiin metsikköihin sekä paljaisiin aloihin ja kukin ryhmä edelleen i k ä l u o k k a r y h m i i n alle 40 v., 41—80, 81—120 sekä 121 + v. tai 121—160 ja 161 + v. ja edelleen kehitysluokkiin. Ikäluokkarakennetta tarkastellaan myös suppeampien ikäluokkien puitteissa.

Taulukko 1. Arvioimislinjojen pituus ja koealojen lukumäärä.
Table 1. Length of survey lines and number of sample plots.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaalla *On forest land*	Siirtoryhmissä [1] *In transferred groups* II→I	II→III	III→I	Joutomaalla *On waste land*	Viljelysyms. maalla *On cultivated etc. land*	Yhteensä maa-alueella *Total on land area*	Vedet mukaan luettuna *Incl. waters*
	Arvioimislinjaa km — *Survey line km.*							
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1 088	163	134	5	439	75	1 602	1 784
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1 533	281	371	4	1 179	47	2 759	2 969
1—2. Kaikki — *All*	2 621	444	505	9	1 618	122	4 361	4 753
	Koealojen lukumäärä — *Number of sample plots*							
1.	4 255	640	467	19	—	—	6 349	7 136
2.	6 015	1 107	1 380	16	—	—	11 111	11 981
1—2.	10 270	1 747	1 847	35	—	—	17 460	19 117
	Leimauskoealojen lukumäärä — *Number of trial marking plots*							
1.	3 087	428	—	—	—	—	—	—
2.	4 451	708	—	—	—	—	—	—
1—2.	7 538	1 136	—	—	—	—	—	—
Mhl-ryhmä *District-group* [2]	Arvioimislinjaa km — *Survey line km*							
1. Kainuu — Pohjois-Pohjanmaa	966	149	141	9	403	101	1 470	1 599
2. Koillis-Suomi—Lappi	1 806	332	404	5	1 306	61	3 173	3 443
1—2. Kaikki — *All*	2 772	481	545	14	1 709	162	4 643	5 042
	Koealojen lukumäärä — *Number of sample plots*							
1.	3 768	561	498	33	—	—	5 821	—
2.	7 082	1 303	1 498	21	—	—	12 520	—
1—2.	10 850	1 864	1 996	54	—	—	18 341	—
	Leimauskoealojen lukumäärä — *Number of trial marking plots*							
1.	2 621	364	—	—	—	—	—	—
2.	5 364	868	—	—	—	—	—	—
1—2.	7 985	1 232	—	—	—	—	—	—

[1] I = nykyinen käsite metsämaa — *Present concept: forest land*
II = entinen » huonokasvuinen metsämaa — *former concept :forest land of poor growth*
III = nykyinen » joutomaa — *Present concept: waste land*

[2] Metsänhoitolautakuntien alueryhmän lyhennys. — *Abbreviation of: Group of Forestry Board Districts.*

Maa-alan ja metsämaan jakaantuminen pääryhmiin

Tässä julkaisussa tarkasteltavista maan pohjoisimmista vesistöalueista koostuvan maan pohjoispuoliskon maapinta-ala on 13 486 000 ha. Metsänhoitolautakunnittain vastaava maa-ala on 14 450 000 ha eli vajaat 1 milj. ha suurempi. Kuvassa 1 esitetyn kartan mukaisesti ero aiheutuu pääosiltaan Pohjois-Pohjanmaan metsänhoitolautakunnan kohdalta, jossa mhl-ryhmityksen mukainen raja ulottuu vesistöalueittaista rajaa etelämmäksi. Pinta-alat jakaantuvat erotettujen alueryhmien ja niissä edelleen inventoinnissa sovellettujen pääryhmien kesken taulukon 2 osoittamalla tavalla. Metsäalaa koskevat tulokset tarkoittavat uuden käsitteen mukaista metsämaata.

Taulukko 2. Maa-alan jakaantuminen pääryhmiin.
Table 2. Distribution of land area on main groups.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaata *Forest land*	Joutomaata *Waste land*	Viljelys-yms. maata *Cultivated etc. land*	Yhteensä maata *Total land area*	Kasvullinen metsämaa, ent. käsite *Productive forest land, former concept* 1962—63	1952—53
	1000 ha ja % — *1000 hectares and per cent*					
1. Oulu-, Simo-, Ii- Kiiminkijoki	3 255 67.9	1 296 27.0	243 5.1	4 794 100.0	2 752 57.4	2 805 58.5
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	4 832 55.6	3 712 42.7	148 1.7	8 692 100.0	3 938 45.3	4 166 47.9
1—2. Kaikki — *All*	8 087 60.0	5 008 37.1	391 2.9	13 486 100.0	6 690 49.6	6 971 51.7
Mhl-ryhmä *District-group*	1000 ha ja % — *1000 hectares and per cent*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	3 009 65.7	1 255 27.4	316 6.9	4 580 100.0	2 519 55.0	2 593 56.6
2. Koillis-Suomi—Lappi	5 621 56.9	4 062 41.2	187 1.9	9 870 100.0	4 569 46.3	4 801 48.6
1—2. Kaikki — *All*	8 630 59.7	5 317 36.8	503 3.5	14 450 100.0	7 088 49.0	7 394 51.2

Huonokasvuisesta metsämaasta erotettujen alaryhmien (II→I ja II→III) ja III→I-ryhmän pinta-alat nähdään seuraavasta asetelmasta. Toistettakoon, että II→I- ja III→I-ryhmän alat sisältyvät metsämaahan, II→III-ryhmän alan liittyessä joutomaahan.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	II→I-	II→III-ryhmä — *group*	III→I-
	1000 ha — *1000 hectares*		
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	489	398	14
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	886	1 165	8
1—2. Kaikki — *All*	1 375	1 563	22

Mhl-ryhmä *District group*		1000 ha — *1000 hectares*		
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa		463	440	27
2. Koillis-Suomi—Lappi		1 042	1 264	10
1—2.	Kaikki — *All*	1 505	1 704	37

Taulukossa 3 esitetään III ja IV inventoinnin tulokset metsämaan ja sen eri pääryhmien alasta. Kuten edellä on todettu, vertailtaessa III ja IV inventoinnin tuloksia on laskentaperusteena aina vanhan käsitteen mukainen metsämaa, lähinnä kasvullinen tai koko metsämaa. Koska v. 1960—61 inventoinnin piiriin tullut Pohjois-Pohjanmaan metsänhoitolautakunnan eteläosa käsittää vain vähäisen osan maan pohjoispuoliskon maapinta-alasta ja tällöinkin vain mhl-ryhmittäisestä alueesta, ilmaistaan IV inventointi jäljempänä vuosijaksona 1962—63. Vastaavasta syystä ilmaistaan III inventointi vuosijaksona 1952—53.

Tulokset osoittavat kasvullisten metsämaiden alan pienentyneen vähäisessä määrin inventointien välisenä aikana. Vastaavansuuruinen lisäys ilmenee kuitenkin huonokasvuisten metsämaiden alassa. Muutos johtuneekin

Taulukko 3. Metsämaa v. 1962—63 ja 1952—53.
Table 3. Forest land area in 1962—63 and 1952—53.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	Kasvullista *Productive*	Huonokasvuista *Poorly productive*	Yhteensä *Total*
		metsämaata — *forest land* 1000 ha — *1000 hectares*		
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63	2 752	887	3 639
	1952—53	2 805	903	3 708
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1962—63	3 938	2 051	5 989
	1952—53	4 166	1 688	5 854
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	6 690	2 938	9 628
	1952—53	6 971	2 591	9 562
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	1000 ha — *1000 hectares*		
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	2 519	903	3 422
	1952—53	2 593	918	3 511
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	4 569	2 306	6 875
	1952—53	4 801	1 882	6 683
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	7 088	3 209	10 297
	1952—53	7 394	2 800	10 194

Suotyyppiryhmittäin muodostuu vertailu seuraavaksi:

Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	Korvet *Spruce swamps*	Rämeet *Pine swamps*	Nevat ja letot *Open swamps*	Ojitetut suot *Drained swamps*	Yhteensä *Total*
		Soiden pinta-alasta % — *Per cent of swamp area*				
1.	1962—63	13.7	51.5	18.3	16.5	100.0
	1952—53	16.1	50.2	26.3	7.4	100.0
2.	1962—63	13.2	36.6	46.8	3.4	100.0
	1952—53	18.3	36.1	43.7	1.9	100.0

ainakin osittain luokitusperusteiden eroista eri inventoinneissa. IV inventoinnin harvahko linjaverkosto on samoin voinut aiheuttaa epätarkkuutta tuloksiin. Metsäala on kuitenkin pienentynyt uusien teiden, peltojen, tonttialueiden yms. vuoksi. Toisaalta soiden ojitus on lisännyt metsämaan alaa. Soiden kokonaisalaa ja ojitettujen soiden alaa eri inventoinneissa valaisevat seuraavat tulokset.

Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	Soita kaikkiaan *Total area of swamps*	Ojitettuja soita *Area of drained swamps*
		1000 ha — *1000 hectares*	
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	2 061	340
	1952—53	2 270	167
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	3 879	132
	1952—53	3 626	69

Taulukko 4 valaisee kasvullisten metsämaiden jakaantumista edellä selostettujen metsätyyppiryhmien kesken. Huomattava osa eri inventoinneissa saatujen tulosten eroista aiheutuu luokitusperusteiden tarkistamisesta inventointien välisenä aikana. Näin on lähinnä VMT-maiden laita, joiden erottamista ainakin Lapin läänin etelä- ja länsiosissa on pidetty aiheellisena. Todettakoon, että III inventoinnissa VMT-maita erotettiin pääasiassa Kainuun metsänhoitolautakunnan alueella. MT-ryhmän alan supistuminen johtuu edelleen siitä, että IV inventoinnissa pyrittiin entistä tarkemmin ja ehkä ankaramminkin arvioimaan tuoreiden ja kuivien kankaiden rajamailla olevia maita.

Taulukko 4. Kasvullisen metsämaan jakaantuminen tyyppiryhmiin v. 1962—63 ja 1952—53.

Table 4. Distribution of the productive forest land on different forest site type groups in 1962—63 and 1952—53.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	MT-ryhmä *MT-group*	VMT-ryhmä *VMT-group*	EVT-ryhmä *EVT-group*	Kaikkiaan *Total*
		1000 ha — *1000 hectares*			
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63	503	940	1 309	2 752
	1952—53	720	649	1 436	2 805
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1962—63	443	809	2 686	3 938
	1952—53	600	283	3 283	4 166
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	946	1 749	3 995	6 690
	1952—53	1 320	932	4 719	6 971
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	1000 ha — *1000 hectares*			
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa ..	1962—63	562	715	1 242	2 519
	1952—53	734	625	1 234	2 593
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	513	1 095	2 961	4 569
	1952—53	720	341	3 740	4 801
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	1 075	1 810	4 203	7 088
	1952—53	1 454	966	4 974	7 394

Metsien puulajivaltaisuus

Taulukossa 5 esitetyt tulokset kuvaavat metsien puulajivaltaisuutta koko uuden käsitteen mukaisella metsämaalla. Taulukon mukaan on mäntyvaltaisia metsiä kaikkialla maan pohjoispuoliskossa ylivoimaisesti eniten, mikä seikka on todettu jo varhemmissakin inventoinneissa. Uudistushakkuiden ansiosta lisääntyy mäntyvaltaisten metsien ala vastaisuudessa.

Taulukko 5. Puulajivaltaisuus.
Table 5. Dominance of tree species.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Mänty- *Pine*	Kuusi- *Spruce*	Lehtipuu- *Hardwoods*	Paljaana *Openings*	Yhteensä *Total*
	valtaisia metsiä *as dominant tree species*				
	1000 ha ja % alasta *1000 hectares and per cent of the area*				
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1 982 60.9	974 29.9	117 3.6	182 5.6	3 255 100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	3 073 63.6	1 039 21.5	551 11.4	169 3.5	4 832 100.0
1—2. Kaikki — *All*	5 055 62.5	2 013 24.9	668 8.3	351 4.3	8 087 100.0
Mhl-ryhmä *District group*	1000 ha ja % alasta *1000 hectares and per cent of the area*				
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1 874 62.3	798 26.5	156 5.2	181 6.0	3 009 100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	3 553 63.2	1 303 23.2	568 10.1	197 3.5	5 621 100.0
1—2. Kaikki — *All*	5 427 62.9	2 101 24.3	724 8.4	378 4.4	8 630 100.0

Lehtipuuvaltaisten metsien osuuden tarkastelussa on otettava huomioon, että IV inventoinnissa kiinnitettiin aikaisempaa suurempaa huomiota mm. mänty- ja kuusitaimistoihin lehtipuuylispuuston alla, ja metsikön puulaji määritettiin usein taimiston mukaisesti. Paljaita alueita esiintyy huomattava määrä kaikissa alueryhmissä. Osa niistä on avohakkuualoja, joilla metsänviljely on joko viivästynyt tai epäonnistunut. Edelleen on korostettava, että jätepuustoa samoin kuin yksittäisiä siemen- ja suojuspuita kasvavia alueita on yleisemmin kuin III inventoinnissa luettu paljaisiin alueisiin. Paljaiden alojen huomattavaan määrään kaikkialla on syytä kiinnittää vakavaa huomiota vastaisia metsänviljelysuunnitelmia laadittaessa.

Taulukko 6 valaisee metsien puulajivaltaisuutta keskeisimmissä metsämaan tyyppiryhmissä. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty II→I-ryhmän maat, jonka alasta yleisesti n. 90 % on mäntyvaltaisia metsiä sekä edelleen pinta-alaltaan aivan vähäinen III→I-ryhmä. Tuloksista korostettakoon paljaiden alojen keskimääräistä suurempaa osuutta parhailla, MT- ja VMT-ryhmän mailla.

Taulukko 6. Metsien puulajivaltaisuus metsämaan ryhmissä.
Table 6. Dominance of tree species in different groups of forest land.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Mänty- *Pine*	Kuusi- *Spruce*	Lehtipuu- *Hardwoods*	Paljaana *Openings*	Yhteensä *Total*
	valtaisia metsiä *as dominant tree species*				
	% alasta — *Per cent of the area*				
MT-ryhmä — *MT-Group*					
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	25.2	55.1	13.3	6.4	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	15.9	54.7	23.6	5.8	100.0
1—2. Kaikki — *All*	21.0	54.9	18.0	6.1	100.0
VMT-ryhmä — *VMT-Group*					
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	29.9	59.8	2.5	7.8	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	19.4	58.7	13.1	8.8	100.0
1—2. Kaikki — *All*	25.2	59.3	7.3	8.2	100.0
EVT-ryhmä — *EVT-Group*					
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	88.0	7.1	0.8	4.1	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	83.0	8.3	6.5	2.2	100.0
1—2. Kaikki — *All*	84.7	7.9	4.5	2.9	100.0
Mhl-ryhmä *District-group*	% alasta — *Per cent of the area*				
MT-ryhmä — *MT-Group*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa ..	29.2	46.5	18.4	5.9	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	16.6	56.8	21.1	5.5	100.0
1—2. Kaikki — *All*	23.2	51.4	19.7	5.7	100.0
VMT-ryhmä — *VMT-Group*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa ..	34.5	53.6	2.7	9.2	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	20.1	62.2	10.3	7.4	100.0
1—2. Kaikki — *All*	25.8	58.8	7.3	8.1	100.0
EVT-ryhmä — *EVT-Group*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa ..	88.6	6.6	0.9	3.9	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	83.2	8.5	5.9	2.4	100.0
1—2. Kaikki — *All*	84.8	8.0	4.4	2.8	100.0

Puulajivaltaisuutta koskeva vertailu III inventoinnin tulosten kanssa on esitetty taulukossa 7. Tulosten tarkastelussa on otettava huomioon kasvullisten metsämaiden alan pienentyminen (vrt. taulukko 3) sekä edellä todettu paljaiden alojen lisääntyminen. Voimakkaan uudistustoiminnan ansiosta on mäntyvaltaisten metsien suhteellinen osuus säilynyt silti käytännöllisesti katsoen samana ja kuten edellä on todettu, ilmeisesti lisääntyy voimakkaasti vastaisuudessa. Taulukon 5 lukuihin verrattuna on männyn valta-asema hieman pienempi, mikä johtuu siitä, että taulukko 7 ei sisällä pääasiassa mäntyvaltaisia II→I-ryhmän maita.

Taulukko 7. Puulajivaltaisuus vanhan käsitteen mukaisilla kasvullisilla metsämailla v. 1962—63 ja 1952—53.

Table 7. Dominance of tree species on productive forest land of the former concept in 1962—63 and 1952—53.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	Mänty- *Pine*	Kuusi- *Spruce*	Lehtipuu- *Hardwoods*	Paljaana *Openings*	Yhteensä *Total*
		valtaisia metsiä *as dominant tree species*				
		1000 ha ja % — *1000 hectares and per cent of the area*				
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63	1 560	933	99	160	2 752
		56.7	33.9	3.6	5.8	100.0
	1952—53	1 509	1 070	209	17	2 805
		53.8	38.1	7.5	0.6	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1962—63	2 453	941	386	158	3 938
		62.3	23.9	9.8	4.0	100.0
	1952—53	2 616	1 062	463	25	4 166
		62.8	25.5	11.1	0.6	100.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	4 013	1 874	485	318	6 690
		60.0	28.0	7.2	4.8	100.0
	1952—53	4 125	2 132	672	42	6 971
		59.2	30.6	9.6	0.6	100.0
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	1000 ha ja % — *1000 hectares and per cent of the area*				
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	1 446	771	156	146	2 519
		57.4	30.6	6.2	5.8	100.0
	1952—53	1 434	866	272	21	2 593
		55.3	33.4	10.5	0.8	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	2 745	1 271	369	184	4 569
		60.1	27.8	8.1	4.0	100.0
	1952—53	2 932	1 363	474	32	4 801
		61.0	28.4	9.9	0.7	100.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	4 191	2 042	525	330	7 088
		59.1	28.9	7.4	4.6	100.0
	1952—53	4 366	2 229	746	53	7 394
		59.1	30.1	10.1	0.7	100.0

Metsien ikäluokkasuhteet

Metsien ikäluokkasuhteita valaisee taulukkoryhmä 8. Osat 1. ja 2. kohdistuvat maan pohjoispuoliskoon kokonaisuutena, edellinen vesistöalueryhmien ja jälkimmäinen mhl-alueryhmien yhdistelmänä. Taulukkoryhmän 3. osassa esitetään tulokset kustakin alueryhmästä. Kaikissa taulukko-osissa on luokitusperusteena edelleen vallitseva puulaji. Tavanomaisesti sovellettujen 20 v. ikäluokkien asemesta on kaksi nuorinta ikäluokkaa jaettu myös maan pohjoispuoliskon inventoinnissa kahteen 10 vuoden luokkaan.

Taulukko 8. Ikäluokkasuhteet vallitsevan puulajin mukaan ryhmittäen.
Table 8. Proportion of age classes by groups of dominant tree species.

1. Pohjoispuoliskon vesistöalueryhmät. — *Water system groups of the northern half of Finland.*

Ryhmä *Group*	Vallitseva puulaji *Dominant species*	Ikäluokka, v. — *Age class, years*									
		≤10	11—20	21—30	31—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121—160	161+
		%									
MT	Mänty ...	11.5	16.2	9.2	8.8	14.0	9.7	10.0	6.2	10.8	3.6
	Kuusi ...	0.3	0.8	0.7	0.7	6.8	11.1	15.8	13.3	25.1	25.4
	Koivu ...	1.4	2.0	1.3	10.4	22.1	20.2	17.7	13.4	9.5	2.0
	Kaikki [1]) .	2.8	4.3	2.8	4.2	10.6	11.6	13.9	10.9	17.7	15.1
VMT	Mänty ...	12.2	4.1	1.8	3.0	4.5	8.6	13.9	14.4	20.4	17.1
	Kuusi ...	0.1	.	.	0.2	1.8	4.4	8.8	12.1	24.9	47.7
	Koivu ...	0.6	.	0.3	2.2	6.7	15.4	23.5	25.6	24.1	1.6
	Kaikki ...	3.2	1.0	0.5	1.0	2.7	5.9	10.4	12.7	21.7	32.7
EVT	Mänty ...	6.2	7.2	6.0	7.1	8.1	6.6	7.6	8.8	18.1	24.3
	Kuusi ...	.	.	.	0.3	0.8	3.4	7.3	13.6	24.3	50.3
	Koivu ...	0.1	0.1	0.7	3.9	6.7	16.9	19.6	21.0	21.4	9.6
	Kaikki ..	5.2	6.1	5.1	6.2	7.3	6.6	7.9	9.5	18.3	24.9
Koko metsämaa — *Total forest land area*	Mänty — *Pine* ...	7.2	8.7	6.8	7.1	8.0	6.8	8.3	8.5	16.7	21.9
	Kuusi — *Spruce* .	0.1	0.2	0.2	0.4	3.1	6.2	10.8	12.4	24.5	42.1
	Koivu — *Birch* ..	0.6	0.6	0.7	4.4	10.4	23.5	21.1	19.2	15.1	4.4
	Kaikki [1]) *All*	4.6	5.6	4.4	4.9	6.6	7.7	9.5	10.0	17.8	24.5

[1]) Paljaiden alojen luvut nähdään taulukoista 5 ja 6. — *The figures for the openings are presented in Tables 5 and 6.*

Taulukko 8. Ikäluokkasuhteet vallitsevan puulajin mukaan ryhmittäen.
Table 8. Proportion of age classes by groups of dominant tree species.

2. Pohjoispuoliskon mhl-ryhmät. — *District groups of the northern half of Finland.*

Ryhmä *Group*	Vallitseva puulaji *Dominant species*	Ikäluokka, v. — *Age class, years*									
		≤10	11—20	21—30	31—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121—160	161+
		%									
MT	Mänty ...	11.0	15.1	9.6	11.1	17.7	9.2	9.4	5.0	9.0	2.9
	Kuusi ...	.	0.9	0.8	0.8	8.4	11.9	15.9	12.8	24.2	24.3
	Koivu ...	2.0	3.4	2.9	13.3	25.5	17.9	14.8	11.0	7.6	1.6
	Kaikki [1]	3.1	4.7	3.4	5.7	13.3	11.7	13.2	9.8	15.9	13.5
VMT	Mänty ...	12.0	4.3	1.9	3.2	5.0	9.1	14.3	14.1	19.7	16.4
	Kuusi ...	0.1	.	0.1	0.2	1.9	4.7	9.0	12.0	24.9	47.1
	Koivu ...	0.6	.	0.3	2.4	7.0	15.7	23.3	25.4	23.7	1.6
	Kaikki	3.2	1.1	0.5	1.2	3.0	6.3	10.7	12.5	21.4	32.0
EVT	Mänty ...	6.3	7.1	6.0	7.3	9.3	7.1	7.8	8.6	17.4	23.1
	Kuusi ...	.	.	0.1	0.3	2.3	6.2	7.1	13.1	23.2	47.7
	Koivu ...	0.1	0.3	0.8	4.0	7.7	16.9	19.2	20.6	21.0	9.4
	Kaikki	5.3	6.1	5.2	6.4	8.4	7.3	8.0	9.2	17.5	23.8
Koko metsämaa *Total forest land area*	Mänty — *Pine* ...	7.2	8.7	6.9	7.5	9.5	7.4	8.3	8.2	15.8	20.5
	Kuusi — *Spruce* .	0.1	0.3	0.3	0.4	4.0	7.2	10.8	12.1	23.9	40.9
	Koivu — *Birch* ..	0.8	1.2	1.3	6.0	12.9	22.4	19.6	17.7	14.0	4.1
	Kaikki [1] *All*	4.6	5.7	4.5	5.3	8.0	8.2	9.5	9.6	17.0	23.2

[1] Paljaiden alojen luvut nähdään taulukoista 5 ja 6. — *The figures for the openings are presented in Tables 5 and 6.*

Kuten III inventoinnissakin, voidaan nytkin tuloksista korostaa vanhojen ikäluokkien metsiköiden runsasta esiintymistä. Toisaalta maan pohjoispuoliskossa parhaiten kasvatettavaksi soveltuvan puulajin, männyn ikäluokkasarjoissa ovat nuorimpien ikäluokkien, alle 10 v. ja 11—20 v., eli ns. taimistoikäluokkien osuudet ilahduttavan suuria. Sekä taimistoissa että niitä hieman varttuneemmissa nuoreikkometsissä esiintyy kuitenkin huomattavassa määrin metsiköiden kehitystä hidastavia ylispuita. Kysymystä tarkastellaan vielä metsänhoidollisen kuvauksen yhteydessä.

Vertailu III inventoinnin tuloksiin nähdään taulukosta 9. Tarkastelu on jälleen rajoitettu kasvullisiin metsämaihin. Tulosten vertailu osoittaa, että nuorien männiköiden ala, tosin edellä todetun mukaisesti runsaasti ylispuita sisältävänä, on huomattavassa määrin lisääntynyt inventointien välisenä aikana. Inventoinnin tulosten mukaan onkin noin puolet alle 20 v. männiköiden alasta luettu ikäluokkaan 1—10 v. Metsänviljelyn ansiosta on nuorien männiköiden alaan odotettavissa edelleenkin lisäystä. Toisaalta vanhimpien, yli 120 v. metsiköiden alassa ei havaita mitään huomattavaa supistumista.

Taulukko 8. Ikäluokkasuhteet vallitsevan puulajin mukaan ryhmittäen.

3. Vesistö- ja mhl-ryhmät erikseen. —

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Ikäluokka, v. — —10	11—20
			% alasta —
			MT-ryhmä —
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty — *Pine*	11.1	16.2
	Kuusi — *Spruce*	0.6	1.3
	Koivu — *Birch*	2.2	5.1
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	Mänty	12.3	16.4
	Kuusi	.	0.2
	Koivu	0.8	.
			VMT-ryhmä —
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	12.9	3.3
	Kuusi	0.1	.
	Koivu	2.9	.
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	Mänty	10.9	5.5
	Kuusi	.	0.1
	Koivu	0.1	.
			EVT-ryhmä —
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	8.9	7.1
	Kuusi	.	.
	Koivu	1.4	.
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	Mänty	4.7	7.2
	Kuusi	.	.
	Koivu	.	0.1
Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji		% alasta —
			MT-ryhmä —
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	11.4	14.3
	Kuusi	0.8	1.6
	Koivu	3.3	7.1
2. Koillis-Suomi—Lappi	Mänty	10.4	16.8
	Kuusi	.	0.2
	Koivu	0.8	.
			VMT-ryhmä —
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	12.9	2.9
	Kuusi	0.2	.
	Koivu	3.7	.
2. Koillis-Suomi—Lappi	Mänty	10.9	5.9
	Kuusi	.	.
	Koivu	0.1	.
			EVT-ryhmä —
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	9.8	7.0
	Kuusi	.	.
	Koivu	1.4	4.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	Mänty	4.7	7.2
	Kuusi	.	.
	Koivu	.	0.1

Table 8. Proportion of age classes by the groups of dominant tree species. Groups of water system areas and district groups separately.

Age class, years							
21—30	31—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121—160	161+
Per cent of the area							
MT-Group							
7.8	10.3	19.1	11.8	11.2	4.8	5.7	2.0
0.7	1.0	8.2	13.2	18.5	12.7	23.1	20.7
1.4	21.5	31.5	21.4	11.6	3.5	1.4	0.4
11.8	5.9	4.3	5.8	7.6	8.8	20.4	6.7
0.6	0.3	5.1	8.4	12.5	14.1	27.5	31.3
1.2	3.3	16.1	19.4	21.6	19.9	14.7	3.0
VMT-Group							
0.8	3.0	3.7	11.0	18.1	16.8	18.8	11.6
0.1	0.3	2.8	7.1	13.5	16.5	29.5	30.1
0.3	11.2	14.8	32.3	19.7	6.8	10.8	1.2
3.7	2.9	6.1	4.0	6.0	9.8	23.7	27.4
.	0.1	0.5	1.0	2.9	6.7	19.1	69.6
0.3	0.1	4.9	11.5	24.4	29.9	27.1	1.7
EVT-Group							
4.7	5.6	11.0	12.5	14.4	13.8	14.0	8.0
.	0.2	2.0	9.1	12.5	24.6	29.0	22.6
.	14.1	23.0	5.3	43.9	5.7	6.6	.
6.6	7.9	6.6	3.3	3.9	6.0	20.5	33.3
.	0.3	0.3	0.9	5.0	8.9	22.2	62.4
0.7	3.3	5.7	17.6	18.1	21.9	22.4	10.2
Per cent of the area							
MT-Group							
8.6	13.0	23.6	10.0	9.3	3.8	4.4	1.6
1.0	1.2	13.0	15.2	20.9	11.8	21.4	13.1
4.9	24.2	34.9	16.5	7.3	1.0	0.5	0.3
11.4	7.3	6.4	7.5	9.7	7.4	17.6	5.5
0.6	0.5	4.2	8.9	11.3	13.5	26.6	34.2
1.1	3.5	17.1	19.1	21.5	20.1	14.1	2.7
VMT-Group							
1.0	2.5	5.3	13.0	20.6	17.7	17.7	6.4
0.1	0.4	4.7	11.2	19.2	20.1	28.0	16.1
0.4	14.7	17.7	34.8	16.7	3.9	6.6	1.5
2.9	4.0	4.7	4.8	7.4	10.0	21.9	27.5
.	0.1	0.4	1.1	3.2	7.5	23.1	64.6
0.3	0.3	5.2	12.4	24.5	29.0	26.6	1.6
EVT-Group							
4.7	6.4	14.5	14.0	15.7	13.5	11.1	3.3
0.4	0.4	8.4	22.2	13.4	24.8	26.6	3.8
2.3	16.7	42.0	7.2	22.6	2.5	1.3	.
6.7	7.7	6.9	4.0	4.2	6.4	20.2	32.0
.	0.3	0.3	1.0	5.0	9.3	22.1	62.0
0.7	3.2	5.7	17.5	19.0	21.6	22.2	10.0

Taulukko 9. Ikäluokkasuhteet vallitsevan puulajin mukaan ryhmittäen v. 1962—63 ja 1952—53.

Table 9. Proportion of age classes by the groups of dominant tree species in 1962—63 and 1952—53.

Kasvullinen metsämaa — *Productive forest land*

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Inventointi *Inventory*	Ikäluokka, v. — *Age class, years*							
			—20	21—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121—160	161 +
			% alasta — *Per cent of the area*							
1. Kainuu — Pohjois-Pohjanmaa	Mänty — *Pine* ...	1962—63	18	11	14	13	16	13	11	4
		1952—53	4	10	15	17	23	16	12	3
	Kuusi — *Spruce* .	1962—63	1	1	8	14	19	18	25	14
		1952—53	.	1	7	14	20	25	24	9
	Koivu — *Birch*	1962—63	9	26	33	18	10	[2] 4		
		1952—53	5	23	23	14	18	[2] 17		
	Kaikki [1] *All* [1]	1962—63	11.2	8.5	12.4	13.1	15.5	13.1	14.3	6.1
		1952—53	3.0	8.6	12.7	15.7	21.3	18.0	14.9	5.0
2. Koillis-Suomi —Lappi	Mänty ...	1962—63	13	14	7	4	4	7	20	31
		1952—53	4	10	5	5	9	11	21	35
	Kuusi ...	1962—63	.	1	1	3	5	9	24	57
		1952—53	.	.	2	4	9	12	36	37
	Koivu ...	1962—63	.	3	9	17	21	50		
		1952—53	2	6	12	15	22	43		
	Kaikki	1962—63	7.8	8.7	5.2	4.8	6.1	8.6	20.5	34.3
		1952—53	2.7	7.2	4.6	5.7	10.0	11.6	25.1	32.4
1—2. Kaikki — *All*	Mänty ...	1962—63	15	13	9	7	9	9	17	21
		1952—53	4	10	8	9	14	12	18	25
	Kuusi ...	1962—63	.	1	4	7	11	12	24	41
		1952—53	.	1	4	8	13	17	31	26
	Koivu ...	1962—63	2	9	14	17	19	39		
		1952—53	3	12	16	15	20	34		
	Kaikki [1]	1962—63	9.0	8.6	7.8	7.7	9.5	10.2	18.2	24.4
		1952—53	2.9	7.7	7.5	9.2	13.9	13.9	21.5	22.7

[1]) Paljaiden alojen luvut nähdään taulukosta 7 — *The figures for the openings are presented in Table 7.*

[2]) Ikäluokka 101 + — *Age class 101 + years.*

Sen sijaan maan pohjoispuoliskon nykymetsissä yleisesti vielä kasvatettaviksi kelvollisten 81—120 v. vanhojen metsiköiden alassa on ilmeisesti tapahtunut vähenemistä. Muutkin inventoinnin tulokset antavat aiheen todeta, että uudistushakkuissa ei ole läheskään aina keskitytty vanhimpiin tai muutoin ensi sijassa uudistettaviin metsikköihin. Ikäluokkarakenteeseen epäedullisesti vaikuttaneiden hakkuiden suorittaminen on kyllä saattanut olla monessa suhteessa, kuten hankintateknillisesti, runsaiden hakkuutulojen yms. syiden vuoksi perusteltavissa. Metsävarojen ja hakkuumahdollisuuksien kestävyyden kannalta mainitunlaista hakkuutoimintaa ei kuitenkaan voida suositella.

Puuston kuutiomäärä

1. Keskikuutiomäärä

Puuston keskikuutiomäärä samoin kuin jäljempänä tarkasteltava kokonaiskuutiomäärä ilmaistaan kuorellisina kiintokuutiometreinä. Alueryhmittäin sekä edelleen tyyppiryhmittäin ja puulajivaltaisuuden mukaisissa luokissa saadut keskikuutiomäärät nähdään taulukosta 10. Ryhmittely eroaa

Taulukko 10. Keskikuutiomäärä.
Table 10. Mean volume.

Kiintokuutiometriä kuorineen. — *Solid cubic metres including bark.*

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaan ryhmä *Group of forest land*	Mänty- valtaiset metsät *Pine*	Kuusi- valtaiset metsät *Spruce*	Lehtipuu- valtaiset metsät *Hardwoods*	Paljaat alat *Openings*	Keskimäärin *Average*
		m³/ha kuorineen *cu.m. per ha., incl. bark*				
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	MT-r.	34	96	59	3	68
	VMT-r.	90	91	59	5	83
	EVT-r.	60	54	38	6	57
	II→I	20	38	16	9	21
	Kaikki — *All*	54	87	52	5	61
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	MT-r.	30	73	64	9	61
	VMT-r.	49	63	46	11	53
	EVT-r.	48	53	32	9	47
	II→I	22	30	20	10	22
	Kaikki — *All*	43	60	37	9	44
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	34	85	53	5	62
	VMT-r.	75	78	48	8	69
	EVT-r.	52	50	33	8	49
	II→I	21	33	20	9	22
	Kaikki — *All*	46	72	38	7	50
Mhl-ryhmä *District group*	Metsämaan ryhmä	m³/ha kuorineen *cu.m. per ha., incl. bark*				
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	MT-r.	34	96	56	2	64
	VMT-r.	92	95	63	4	85
	EVT-r.	58	50	36	6	55
	II→I	20	48	19	5	21
	Kaikki — *All*	52	89	51	4	58
2. Koillis-Suomi—Lappi	MT-r.	34	76	50	9	61
	VMT-r.	56	68	45	10	59
	EVT-r.	49	50	32	9	47
	II→I	21	30	20	12	22
	Kaikki — *All*	43	63	34	9	46
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	32	85	62	5	65
	VMT-r.	76	79	48	8	70
	EVT-r.	52	53	32	8	50
	II→I	21	32	20	10	22
	Kaikki — *All*	47	73	39	7	51

hieman maan eteläpuoliskon vastaavien tulosten esittelyssä käytetystä tavasta. Maan pohjoispuoliskossa alaltaan laajahkon II→I-ryhmän tulokset on esitetty erikseen eikä yhdistetty, kuten maan eteläpuoliskon tulosten esittelyssä, lähinnä kysymykseen tulevaan EVT-ryhmään. Pienialaisen III→I-ryhmän tuloksia ei ole esitetty erikseen eikä myöskään yhdistetty eteläpuoliskon tulosten mukaisesti MT-ryhmään.

Vesistöalueryhmistä muodostetussa koko pohjoispuoliskossa on keskikuutiomäärä tarkasteltavalla uuden käsitteen mukaisella metsämaalla 50 m³/ha. Vastaava mhl-ryhmittäisen aluejaoituksen mukainen tulos on 51 m³/ha. Tulokset ovat n. 58 % vastaavista maan eteläpuoliskon luvuista.

Keskikuutiomäärä on yleisesti suurin kuusivaltaisissa metsissä, kuten on maan eteläpuoliskossakin laita. Omana ryhmänään erotettujen paljaiden alojen keskikuutiomäärä koostuu yleensä pienikokoisesta jätepuustosta tai yksittäisistä siemen- tai suojuspuista.

Taulukko 11. Keskikuutiomäärä ikäryhmittäin eri puulajien metsissä.
Table 11. Mean volume by age groups in forests of different dominant tree species.

Kiintokuutiometriä kuorineen. — *Solid cubic metres including bark.*

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Ikäryhmä, v. — *Age group, years*				
		≤40	41—80	81—120	121—160	161+
		m³/ha — *cu.m./ha.*				
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	17	55	82	73	
	Kuusi	26	64	89	93	
	Lehtipuut ...	33	54	67	76	
	Kaikki	18	57	84	84	
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	Mänty	21	38	55	50	56
	Kuusi	17	46	57	64	61
	Lehtipuut ...	21	35	36	43	40
	Kaikki	21	38	49	53	58
1—2. Kaikki — *All*	Mänty	19	49	72	58	
	Kuusi	24	60	78	75	
	Lehtipuut ...	29	40	39	44	
	Kaikki	20	49	68	64	
Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji	m³/ha — *cu.m./ha.*				
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	16	54	82	78	
	Kuusi	22	65	90	106	
	Lehtipuut ...	31	58	79	126	
	Kaikki	17	57	85	93	
2. Koillis-Suomi—Lappi	Mänty	21	41	55	50	58
	Kuusi	32	48	60	68	64
	Lehtipuut ...	22	28	31	42	40
	Kaikki	21	38	51	54	60
1—2. Kaikki — *All*	Mänty—*Pine*	19	48	71	58	
	Kuusi — *Spruce*	26	61	77	74	
	Lehtipuut — *Hardwoods*	29	37	34	43	
	Kaikki — *All*	20	48	67	64	

Taulukossa 11 esitetään keskikuutiomäärät ikäluokkaryhmittäin. Kaikkien puulajien keskimääräislukujen laskennassa ei ole otettu huomioon paljaita aloja. IV inventoinnissa oli maan pohjoispuoliskon eteläosissa vanhin erotettu ikäluokka 121 + v., mistä johtuen myös maan pohjoispuoliskon keskimääräistuloksissa on ikäluokat 121—160 ja 161 + v. yhdistetty. Tuloksista todettakoon, että nuorinta ikäluokkaryhmää lukuun ottamatta on keskikuutiomäärä myös ikäluokkaryhmittäin miltei poikkeuksetta suurin kuusivaltaisissa metsiköissä.

III ja IV inventoinnin keskikuutiomäärien vertailu on suoritettu taulukossa 12. Keskimääräislukujen lisäksi esitetään ikäluokkaryhmittäinen vertailu. Tulokset osoittavat keskikuutiomäärän suurentuneen maan pohjoispuoliskon eteläosissa nuorinta ikäluokkaryhmää lukuun ottamatta, joka sisältää runsaasti aivan nuoria taimistoja (vrt. taulukko 8). Paljaiden alojen huomattava lisääntyminen ja edellä todetut ikäluokkarakenteen epäedulliset muutokset aiheuttavat sen, että ikäluokat yhdistäen on keskikuutiomäärä pohjoispuoliskon eteläosissa 5 m³ pienempi kuin vastaava III inventoinnin tulos. Maan pohjoispuoliskon pohjoisosissa pienentyminen on 7 m³ ja keskikuutiomäärä näyttää vähentyneen miltei kaikissa ikäluokissa. Korostettakoon, että tarkastelussa on otettava huomioon edellä todetut eri inventointien tulosten vertailuun liittyvät epävarmuutta aiheuttavat seikat.

Taulukko 12. Vuosien 1962—63 ja 1952—53 inventointien keskikuutiomäärien vertailu.
Table 12. Comparison of the mean volumes of the inventories in 1962—63 and 1952—53.

Kasvullinen metsämaa, kiintokuutiometriä kuorineen.
Productive forest land, solid cubic metres including bark.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	Ikäryhmä, v. — *Age group, years* ≤40	41—80	81—120	121—160	161+	Yht. *Total*
		m³/ha, kuorineen — *cu.m. per ha, incl.bark*					
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63	20	65	91	89		69
	1952—53	28	63	84	82		74
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1962—63	23	45	56	57	63	50
	1952—53	32	50	61	58	63	57
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	22	57	77	69		57
	1952—53	30	59	74	67		64
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	m³/ha, kuorineen *cu.m. per ha, incl. bark*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	19	65	91	98		66
	1952—53	27	64	85	87		72
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	24	44	59	59	65	51
	1952—53	32	53	63	61	64	58
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	22	56	75	69		56
	1952—53	30	59	74	67		63

2. Kokonaiskuutiomäärä

a. Kokonaisuutena ja puulajeittain

Puuston kokonaiskuutiomäärää valaisevassa taulukossa 13 on alueryhmittäisen tarkastelun ulkopuolelle jätetty muihin tyyppiryhmiin verrattuna vähäpuustoiset II→I- ja III→I-ryhmät. Viimeksi mainittujen osuus kokonaismäärästä ja puulajeittain ilmenee kuitenkin koko pohjoispuoliskon tuloksista.

Männyn osuus puuston kokonaiskuutiomäärästä on huomattavasti pienempi kuin pinta-alan mukainen mäntyvaltaisten metsien osuus metsäalasta. Puhtaita männiköitä esiintyy kyllä yleisesti maan pohjoispuoliskossa, mutta vain Taka-Lapissa jää kuusen, usein koivunkin osuus aivan vähäiseksi.

Taulukko 13. Puuston kokonaiskuutiomäärä.
Table 13. Total volume of growing stock.

Kiintokuutiometriä kuorineen. — *Solid cubic metres including bark.*

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaan ryhmä *Group of forest land*	Mänty *Pine* milj.m³	%	Kuusi *Spruce* milj.m³	%	Lehtipuut *Hardwoods* milj.m³	%	Yhteensä *Total* milj.m³ *Mill. cu.m.*	%
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	MT-r.	6.2	17.9	19.6	56.7	8.8	25.4	34.6	100.0
	VMT-r.	26.2	33.4	40.0	51.0	12.2	15.6	78.4	100.0
	EVT-r.	58.3	76.7	11.2	14.8	6.5	8.5	76.0	100.0
	Kaikki [1]	98.4	49.2	72.6	36.3	29.0	14.5	200.0	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	MT-r.	2.5	9.0	13.3	48.5	11.7	42.5	27.5	100.0
	VMT-r.	9.0	20.6	22.3	51.4	12.2	28.0	43.5	100.0
	EVT-r.	94.6	74.5	14.1	11.1	18.3	14.4	127.0	100.0
	Kaikki [1]	117.4	54.1	53.3	24.6	46.3	21.3	217.0	100.0
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	8.7	14.0	32.9	53.0	20.5	33.0	62.1	100.0
	VMT-r.	35.2	28.9	62.3	51.1	24.4	20.0	121.9	100.0
	EVT-r.	152.9	75.3	25.3	12.5	24.8	12.2	203.0	100.0
	II→I [2]	19.0	63.3	5.4	18.0	5.6	18.7	30.0	100.0
	Kaikki [1] - *All*	215.8	51.7	125.9	30.2	75.3	18.1	417.0	100.0
Mhl-ryhmä *District group*	Metsämaan ryhmä	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	MT-r.	7.3	20.0	19.3	53.1	9.7	26.9	36.3	100.0
	VMT-r.	22.8	36.7	29.8	48.1	9.4	15.2	62.0	100.0
	EVT-r.	54.8	78.8	8.5	12.3	6.2	8.9	69.5	100.0
	Kaikki [1]	92.2	51.8	58.9	33.1	26.9	15.1	178.0	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	MT-r.	3.3	10.6	16.0	50.8	12.1	38.6	31.4	100.0
	VMT-r.	14.0	21.6	35.0	54.0	15.8	24.4	64.8	100.0
	EVT-r.	104.8	74.5	16.2	11.5	19.7	14.0	140.7	100.0
	Kaikki [1]	136.0	52.3	71.2	27.4	52.8	20.3	260.0	100.0
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	10.6	15.7	35.3	52.1	21.8	32.2	67.7	100.0
	VMT-r.	36.8	29.0	64.8	51.1	25.2	19.9	126.8	100.0
	EVT-r.	159.6	75.9	24.7	11.8	25.9	12.3	210.2	100.0
	II→I [2]	21.2	63.7	5.3	15.9	6.8	20.4	33.3	100.0
	Kaikki [1] - *All*	228.2	52.1	130.1	29.7	79.7	18.2	438.0	100.0

[1] II→I ja III→I -ryhmät mukaan luettuina. — *Including the groups II→I and III→I.*

[2] III→I -ryhmä mukaan luettuna. — *Including the group III→I.*

Taulukko 14. Vuosien 1962—63 ja 1952—53 inventointien kokonaiskuutiomäärien vertailu.

Table 14. Comparison of the total volumes of the inventories in 1962—63 and 1952—53.

Vanhan käsitteen mukainen koko metsämaa.
Total forest land area according to the former concept.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	Mänty *Pine*		Kuusi *Spruce*		Lehtipuut *Hardwoods*		Yhteensä *Total*	
		milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³ *Mill. cu.m.*	%
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63	100.9	49.7	72.9	35.9	29.2	14.4	203	100.0
	1952—53	102.7	46.3	83.7	37.7	35.6	16.0	222	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1962—63	123.0	54.2	53.8	23.7	50.2	22.1	227	100.0
	1952—53	150.6	56.6	64.2	24.1	51.2	19.3	266	100.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	223.9	52.1	126.7	29.5	79.4	18.4	430	100.0
	1952—53	253.3	51.9	147.9	30.3	86.8	17.8	488	100.0
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	95.2	52.3	59.3	32.6	27.5	15.1	182	100.0
	1952—53	94.5	46.5	72.2	35.6	36.3	17.9	203	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	140.8	52.0	72.7	26.8	57.5	21.2	271	100.0
	1952—53	166.5	53.7	82.8	26.7	60.7	19.6	310	100.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	236.0	52.1	132.0	29.1	85.0	18.8	453	100.0
	1952—53	261.0	50.9	155.0	30.2	97.0	18.9	513	100.0

Tyyppiryhmittäin tarkasteltuna kiinnittää huomiota VMT-ryhmän suurehko osuus pohjoispuoliskon eteläosissa, kun taas karumpia maita runsaammin käsittävässä pohjoisosassa on EVT-ryhmän maiden puuston osuus noin puolet kokonaiskuutiomäärästä.

Taulukko 14 osoittaa puuston kokonaiskuutiomäärän pienentyneen inventointien välisenä aikana kaikissa alueryhmissä. Väheneminen on ollut pohjoispuoliskon pohjoisosissa voimakkaampaa kuin eteläosissa. Edellä esitettyjen tulosten valossa tarkastellen puuston määrän vähentyminen aiheutuu kasvullisten metsämaiden alan ja keskikuutiomäärän pienentymisestä. Todettakoon edelleen, että laajamittaisten avohakkuiden seurauksena syntyneet taimistot eivät vielä ilmene IV inventoinnin puuston määrää osoittavissa tuloksissa. Toistettakoon myös IV inventoinnin harvahkosta linjaverkostosta mahdollisesti aiheutuva epätarkkuus tuloksiin sekä edelleen eräät muut erot eri inventointien menetelmissä. Eri näkökohtien yhdistelmänä näyttää kuitenkin ilmeiseltä, että inventointien välisenä aikana on maan pohjoispuoliskossa todella tapahtunut tulosten osoittamaa puuston kokonaismäärän vähenemistä. Seuraavalla sivulla olevassa asetelmassa esitetty ikäluokkaryhmittäinen vertailu kasvullisilta metsämailta osoittaa, että väheneminen näyttäisi keskittyvän lähinnä ikäluokkiin 81—100 ja 101—120 v. Asetelmassa on paljaiden alojen puuston kuutiomäärä yhdistetty nuorimpaan, $\leq$ 40 v. ikäluokkaan.

Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	Ikäluokkaryhmä, v. — *Age group, years* ≤40	41—80	81—120	121—160	161+	Yhteensä *Total*
		Puuston koko kuutiomäärästä, % *Per cent of the total growing stock*					
1. Kainuu — Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	6.1	24.8	39.1	30.0		100.0
	1952—53	4.3	25.0	46.7	24.0		100.0
2. Koillis-Suomi —Lappi	1962—63	8.3	8.6	16.6	23.3	43.2	100.0
	1952—53	5.5	9.4	23.1	26.0	36.0	100.0

Ikäluokkasuhteiden tarkasteluun viitaten toistettakoon, että ikäluokkien 81—100 ja 101—120 v. ala on ilmeisesti pienentynyt inventointien välisenä aikana.

b. Järeyssuhteet

Järeyssuhteiden tarkastelua varten on puuston kokonaismäärä ryhmitetty tavanomaiseen tapaan rinnankorkeusläpimitan (kuoren päältä) mukaisiin luokkiin. Tyyppiryhmittäin ja edelleen niiden yhdistelmänä saadut järeyssuhteet nähdään taulukosta 15. Vähäpuustoiset II→I- ja III→I-ryh-

Taulukko 15. Puuston järeysrakenne (läpimittaryhmät rinnankork.).
Table 15. Distribution of the growing stock on Dbh-groups.
Kiintokuutiometriä kuorineen. — *Solid cubic metres including bark.*

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaan ryhmä *Group of forest land*	—10 cm milj.m³	%	10.1—20 milj.m³	%	20.1—30 milj.m³	%	30.1 + cm milj.m³ *Mill. cu.m.*	%
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	MT-r.	4.6	13.2	15.1	43.7	10.9	31.5	4.0	11.6
	VMT-r.	6.9	8.8	30.7	39.2	27.6	35.2	13.2	16.8
	EVT-r.	8.1	10.7	26.1	34.3	30.3	39.9	11.5	15.1
	Kaikki	22.5	11.2	76.8	38.4	71.4	35.7	29.3	14.7
2. Tornio-, Muonio-, joki—Jääme ri	MT-r.	4.1	15.0	12.6	45.9	7.6	27.4	3.2	11.7
	VMT-r.	4.6	10.5	16.5	37.9	14.3	33.0	8.1	18.6
	EVT-r.	13.2	10.4	36.8	29.0	46.5	36.6	30.5	24.0
	Kaikki	26.7	12.3	72.9	33.6	73.1	33.7	44.3	20.4
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	8.7	14.0	27.7	44.6	18.5	29.8	7.2	11.6
	VMT-r.	11.5	9.4	47.2	38.7	41.9	34.4	21.3	17.5
	EVT-r.	21.3	10.5	62.9	31.0	76.8	37.8	42.0	20.7
	Kaikki	49.2	11.8	149.7	35.9	144.5	34.7	73.6	17.6
Mhl-ryhmä *District group*	Metsämaan ryhmä	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³ *Mill. cu.m.*	%
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	MT-r.	5.9	16.3	16.1	44.4	10.7	29.5	3.6	9.8
	VMT-r.	6.2	9.9	25.1	40.5	22.0	35.5	8.7	14.1
	EVT-r.	9.9	14.2	25.6	36.8	25.7	37.1	8.3	11.9
	Kaikki	25.3	14.2	71.6	40.2	60.2	33.8	20.9	11.8
2. Koillis-Suomi—Lappi	MT-r.	4.6	14.7	13.5	43.1	9.3	29.5	4.0	12.7
	VMT-r.	6.0	9.3	24.1	37.1	21.6	33.4	13.1	20.2
	EVT-r.	14.6	10.4	41.4	29.4	51.9	36.9	32.8	23.3
	Kaikki	31.0	11.9	87.6	33.7	88.7	34.1	52.7	20.3
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	10.5	15.5	29.6	43.7	20.0	29.6	7.6	11.2
	VMT-r.	12.2	9.6	49.2	38.8	43.6	34.4	21.8	17.2
	EVT-r.	24.5	11.6	67.0	31.9	77.6	36.9	41.1	19.6
	Kaikki	56.3	12.9	159.2	36.3	148.9	34.0	73.6	16.8

mät on yhdistetty kaikkien puulajien tuloksiin, mistä johtuen taulukossa esitetystä kolmesta tyyppiryhmästä muodostuvat summaluvut jäävät kaikkien ryhmien tuloksia hieman pienemmiksi.

Järeimmän (30.1 + cm) järeysluokan suhteellisesti suurehko osuus puuston kokonaismäärästä ilmeni jo III inventoinnissa. Osuus on edelleenkin suurempi kuin maan eteläpuoliskossa, vaikka IV inventoinnin tulokset osoittavat merkittävää puuston järeytymistä maan eteläpuoliskossa. Järeän puuston (dl.3 20.1 + cm) pienimmän luokan (20.1—30.0) osuus on maan pohjoispuoliskossa sen sijaan pienempi kuin eteläpuoliskossa. Järeän puuston kokonaismäärä on myös alaltaan suuremmassa maan eteläpuoliskossa noin kaksinkertainen pohjoispuoliskoon verrattuna. Tyyppiryhmittäin tarkastellen havaitaan, että puuston kokonaismäärästä suurimman osuuden käsittävässä EVT-ryhmässä on järeän puuston osuus hieman keskimääräistulosta suurempi.

III ja IV inventoinnin tulosten vertailu (taulukko 16) osoittaa, että eri järeysluokkien suhteellisissa osuuksissa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia inventointien välisenä aikana. Tulosten mukaan vain pohjoispuoliskon eteläosissa on tapahtunut lievää puuston järeytymistä.

Puuston järeyssuhteet puulajeittain (taulukko 17) vaihtelevat huomattavassa määrin sekä keskenään että tyyppiryhmittäin. III ja IV inventoinnin tulosten (taulukko 18) vertailu osoittaa, ettei järeyssuhteissa ole tapahtunut myöskään puulajeittain mitään huomattavia muutoksia. Edellä kaikkien puulajien osalta todettu lievä puuston järeytyminen pohjoispuoliskon eteläosissa johtunee lähinnä mäntypuustosta.

Taulukko 16. Järeysrakenne (läpimittaryhmät rinnankork.) v. 1962—63 ja 1952—53.
Table 16. Distribution of the growing stock on Dbh-groups in 1962—63 and 1952—53.

Vanhan käsitteen mukainen koko metsämaa, kiintokuutiometriä kuorineen.
Total forest land area according to the former concept, solid cubic metres including bark.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	—10 cm		10.1—20		20.1—30		30.1 + cm	
		milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³ *Mill. cu.m.*	%
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63	23.8	11.7	78.2	38.5	71.6	35.3	29.4	14.5
	1952—53	27.3	12.3	89.4	40.3	78.1	35.2	27.2	12.2
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1962—63	30.9	13.6	76.7	33.8	74.5	32.8	44.9	19.8
	1952—53	29.6	11.1	91.9	34.6	89.1	33.5	55.4	20.8
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	54.7	12.7	154.9	36.0	146.1	34.0	74.3	17.3
	1952—53	56.9	11.6	181.3	37.2	167.2	34.3	82.6	16.9
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	26.7	14.7	73.6	40.4	60.4	33.2	21.3	11.7
	1952—53	32.6	16.1	85.6	42.2	64.8	31.9	20.0	9.8
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	35.3	13.0	92.4	34.1	89.6	33.1	53.7	19.8
	1952—53	34.4	11.1	108.4	35.0	103.2	33.3	64.0	20.6
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	62.0	13.7	166.0	36.6	150.0	33.1	75.0	16.6
	1952—53	67.0	13.0	194.0	37.8	168.0	32.8	84.0	16.4

Taulukko 17. Puuston järeysrakenne puulajeittain.
Table 17. Distribution of the growing stock on Dbh-groups by tree species.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaan ryhmä *Group of forest land*	Mänty *Pine*				Kuusi *Spruce*				Lehtipuut *Hardwoods*			
		≤10 cm	10.1—20	20.1—30	30.1+ cm	≤10 cm	10.1—20	20.1—30	30.1+ cm	≤10 cm	10.1—20	20.1—30	30.1+ cm
		Kuorellisesta kokonaiskuutiomäärästä, % *Per cent of the growing stock, incl. bark*											
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	MT-r.	10	29	39	22	10	45	34	11	24	50	21	5
	VMT-r.	3	20	45	32	10	47	32	11	17	54	25	4
	EVT-r.	7	30	45	18	20	49	25	6	29	51	17	3
	Kaikki	7	28	44	21	12	47	31	10	23	52	21	4
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	MT-r.	9	26	37	28	13	42	33	12	18	54	19	9
	VMT-r.	4	16	42	38	7	36	38	19	22	58	17	3
	EVT-r.	6	23	42	29	12	38	30	20	31	50	16	3
	Kaikki	7	24	41	28	11	39	33	17	28	52	16	4
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	10	29	38	23	11	44	34	11	21	52	20	7
	VMT-r.	3	19	44	34	9	44	34	13	19	56	21	4
	EVT-r.	7	26	43	24	15	43	28	14	31	50	16	3
	Kaikki — *All*	8	26	41	25	12	44	32	12	28	51	17	4
Mhl-ryhmä *District group*	Metsämaan ryhmä	Kuorellisesta kokonaiskuutiomäärästä, % *Per cent of the growing stock incl. bark.*											
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	MT-r.	13	34	35	18	11	46	34	9	29	48	18	5
	VMT-r.	3	21	47	29	12	52	30	6	21	52	24	3
	EVT-r.	8	33	44	15	24	54	20	2	36	47	14	3
	Kaikki	9	31	42	18	14	50	30	6	29	49	18	4
2. Koillis-Suomi—Lappi	MT-r.	8	28	40	24	12	42	33	13	20	49	21	10
	VMT-r.	4	15	41	40	7	36	37	20	20	58	19	3
	EVT-r.	6	24	42	28	12	41	33	14	30	51	16	3
	Kaikki	7	24	40	29	10	39	35	16	28	51	17	4
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	12	32	36	20	12	44	33	11	24	49	20	7
	VMT-r.	3	19	45	33	9	44	34	13	20	56	21	3
	EVT-r.	7	27	42	24	17	45	28	10	32	49	16	3
	Kaikki — *All*	8	28	40	24	12	44	32	12	29	50	17	4

Taulukko 18. Järeysrakenne puulajeittain v. 1962—63 ja 1952—53.
Table 18. Distribution of the growing stock on Dbh-groups by tree species in 1962—63 and 1952—53.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	Mänty *Pine*				Kuusi *Spruce*				Lehtipuut *Hardwoods*			
		≤10 cm	10.1—20	20.1—30	30.1+ cm	≤10 cm	10.1—20	20.1—30	30.1+ cm	≤10 cm	10.1—20	20.1—30	30.1+ cm
		Kuutiomäärästä, % — *Per cent of the growing stock*											
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63	8	28	43	21	12	47	31	10	24	51	21	4
	1952—53	8	31	43	18	14	46	31	9	22	53	21	4
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	1962—63	7	25	40	28	12	39	33	16	31	50	15	4
	1952—53	5	25	40	30	11	41	35	13	29	55	14	2
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	8	26	41	25	12	43	32	13	28	51	17	4
	1952—53	6	28	41	25	12	44	33	11	26	54	17	3
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	Kuutiomäärästä, % — *Per cent of the growing stock*											
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	10	32	41	17	14	50	30	6	30	48	18	4
	1952—53	11	33	41	15	16	50	28	6	29	51	16	4
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	7	25	40	28	11	39	34	16	30	50	16	4
	1952—53	6	26	38	30	10	40	35	15	26	53	18	3
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	8	28	40	24	12	44	32	12	30	49	17	4
	1952—53	8	28	39	25	13	45	32	10	29	53	16	2

Tukkipuusto

Inventoinnissa luettiin rinnankorkeudelta vähintään 18 cm:ä täyttävistä rungoista tukkipuiksi sellaiset havupuurungot, joista olisi voitu tehdä vähintään yksi 18′ × 6″:n (läpimitta latvasta kuoren päältä) kokoinen III-laatuluokan tukki. Lehtipuilla, lähinnä koivulla, vastaavat mitat olivat 18′ × 7″ (keskeltä kuoren päältä) tai 12′ × 8″. Koivutukkipuiden arvosteluun kiinnitettiin erityistä huomiota maastoretkeilyjen yhteydessä. Tulosten esittelyssä rajoitutaan alueryhmittäisiin keskimääräislukuihin ja kokonaislukumääriin.

Taulukko 19. Tukkipuurunkojen lukumäärä keskimäärin hehtaaria kohden.
Table 19. Number of saw and veneer timber trees per hectare.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Puulaji *Tree species*	Rinnankork. läpimittaluokka, cm — *Dbh-class, cm*							Yht. *Total*
		19	21	23	25	27	29	31+	
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	6.2	8.4	8.3	7.3	5.1	3.8	7.3	46.4
	Kuusi	3.5	5.3	4.5	3.1	2.0	1.4	2.6	22.4
	Lehtipuut ...	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	.	.	0.6
	Yhteensä	9.8	13.9	12.9	10.5	7.2	5.2	9.9	69.4
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jääneri	Mänty	4.1	5.9	6.0	5.2	3.8	2.9	7.6	35.5
	Kuusi	1.4	2.2	2.6	1.7	1.3	0.8	1.8	11.8
	Lehtipuut ...	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1	.	0.1	1.0
	Yhteensä	5.7	8.4	8.8	7.0	5.2	3.7	9.5	48.3
1—2. Kaikki — *All*	Mänty — *Pine*	5.0	6.9	7.0	5.9	4.3	3.2	7.5	39.8
	Kuusi — *Spruce*	2.2	3.4	3.3	2.4	1.6	1.1	2.1	16.1
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	.	0.1	0.8
	Yhteensä — *Total*	7.4	10.5	10.4	8.4	6.0	4.3	9.7	56.7
Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	19	21	23	25	27	29	31+	Yht. *Total*
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	6.8	8.9	8.2	7.3	5.2	3.5	6.2	46.1
	Kuusi	3.6	5.0	3.9	2.7	1.5	1.1	1.5	19.3
	Lehtipuut ...	0.1	0.2	0.2	0.1	.	.	.	0.6
	Yhteensä	10.5	14.1	12.3	10.1	6.7	4.6	7.7	66.0
2. Koillis-Suomi— Lappi	Mänty	4.0	6.0	6.0	4.9	3.8	2.9	7.3	34.9
	Kuusi	1.5	2.7	2.9	2.0	1.5	1.0	2.0	13.6
	Lehtipuut ...	0.2	0.3	0.1	0.1	.	.	0.1	0.8
	Yhteensä	5.7	9.0	9.0	7.0	5.3	3.9	9.4	49.3
1—2. Kaikki — *All*	Mänty —*Pine*	5.0	7.1	6.8	5.7	4.2	3.1	7.0	38.9
	Kuusi — *Spruce*	2.2	3.3	3.2	2.3	1.4	1.0	2.0	15.4
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.1	0.2	0.2	0.1	.	.	0.1	0.7
	Yhteensä — *Total*	7.3	10.6	10.2	8.1	5.6	4.1	9.1	55.0

1. Tukkipuiden lukumäärä keskimäärin hehtaaria kohden

Tukkipuiden lukumäärä keskimäärin hehtaaria kohden pienenee asteittain maan eteläpuoliskosta pohjoista kohti siirryttäessä. Kaikki puulajit yhdistäen saadut keskimääräisluvut (taulukko 19), 55—57 runkoa/ha, ovat vajaat puolet maan eteläpuoliskon vastaavista luvuista (vesistöalueryhmittäinen aluejako 112.2 ja mhl-ryhmittäin 115.5 runkoa/ha). Ero on kuusella ja koivulla huomattavasti suurempi kuin männyllä. Vertailu osoittaa edelleen, että vain suurimman läpimittaluokan (31 + cm) mäntytukkipuita on maan pohjoispuoliskossa keskimäärin hehtaaria kohden hieman enemmän kuin maan eteläpuoliskossa.

Eri inventointien keskimääräislukujen vertailussa on laskentaperusteena ollut vanhan käsitteen mukainen kasvullinen metsämaa. Tulokset nähdään taulukosta 20. Vertailu osoittaa, että tukkipuiden lukumäärä keskimäärin

Taulukko 20. Tukkipuiden lukumäärä keskimäärin hehtaaria kohden v. 1962—63 ja 1952—53.

Table 20. Number of saw and veneer timber trees per hectare in 1962—63 and 1952—53.

Kasvullinen metsämaa. — *Productive forest land.*

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Puulaji *Tree species*	Rinnankork. läpimittaryhmä, cm — *Dbh-group, cm* Runkoja/ha — *Stems per hectare* ≤25	25.1—30	30.1+	Yht. *Total*	≤25	25.1—30	30.1+	Yht. *Total*
		1962—63				1952—53			
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	30	13	9	52	26	13	7	46
	Kuusi	18	5	3	26	15	7	2	24
	Lehtipuut ...	0.6	0.2		1	0.9	0.5		1
	Yhteensä	49	18	12	79	42	20	9	71
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jääme ri	Mänty	21	10	10	41	17	12	9	38
	Kuusi	8	4	2	14	5	3	2	10
	Lehtipuut ...	0.9	0.3		1	0.3	0.4		1
	Yhteensä	31	14	11	56	22	15	12	49
1—2. Kaikki — *All*	Mänty	25	12	9	46	21	12	8	41
	Kuusi	12	4	3	19	10	4	3	17
	Lehtipuut ...	0.7	0.3		1	0.5	0.5		1
	Yhteensä	38	16	12	66	32	16	11	59
Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	Runkoja/ha — *Stems per hectare*							
		1962—63				1952—53			
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	32	13	8	53	25	11	6	42
	Kuusi	17	4	2	23	14	5	2	21
	Lehtipuut ...	0.7	0.3		1	0.9	0.5		1
	Yhteensä	50	17	10	77	40	16	8	64
2. Koillis-Suomi— Lappi	Mänty	21	10	9	40	17	12	9	38
	Kuusi	10	4	3	17	6	4	3	13
	Lehtipuut ...	0.8	0.2		1	0.3	0.5		1
	Yhteensä	32	14	12	58	24	16	12	52
1—2. Kaikki — *All*	Mänty - *Pine*	25	11	9	45	21	11	8	40
	Kuusi — *Spruce*	12	4	3	19	9	5	2	16
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.8	0.2		1	0.5	0.5		1
	Yhteensä — *Total*	38	15	12	65	30	17	10	57

hehtaaria kohden on lisääntynyt inventointien välisenä aikana kasvullisilla metsämailla n. 10 %. Huomattava osa lisäyksestä näyttää koostuvan maan pohjoispuoliskon eteläosien pienikokoisista mäntytukkipuista.

2. Tukkipuiden kokonaislukumäärä

Vesistöalueryhmittäin tarkasteltuna jakaantuu tukkipuiden kokonaislukumäärä (taulukko 21) lähes tasan erotettujen alueryhmien kesken. Mhl-alueryhmien välinen ero aiheutuu huomattavassa määrin Kainuun—Pohjois-Pohjanmaan mhl-ryhmään kuuluvasta heikkopuustoisesta Pohjanmaan alueen eteläosasta. Eroja ilmenee etenkin järeimmissä läpimittaluokissa.

Inventoinnin yhteydessä ei suoritettu tukkipuiden keskikuutiota koskevia mittauksia. Tältä osin viitataan III inventoinnin tuloksiin. Korostettakoon kuitenkin, että maan pohjoispuoliskossa esiintyy tukkipuun mitat täyttävissä rungoissa yleisesti vikaisuutta, kuten palokoroja, tyvilahoa, runsasta oksaisuutta jne. Lähinnä nuorissa ja keski-ikäisissä tukkipuu-

Taulukko 21. Tukkipuurunkojen kokonaislukumäärä.
Table 21. Total number of saw and veneer timber trees.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Puulaji *Tree species*	Rinnankork. läpimittaluokka, cm — *Dbh-class, cm*							Yht. *Total*
		19	21	23	25	27	29	31+	
		Milj. runkoa — *Mill. of stems*							
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	20.2	27.3	26.9	23.8	16.6	12.4	23.8	151.0
	Kuusi	11.4	17.2	14.8	10.1	6.5	4.6	8.5	73.1
	Lehtipuut ...	.	1.0	0.7	0.2	0.3	.	.	2.2
	Yhteensä	31.6	45.5	42.4	34.1	23.4	17.0	32.3	226.3
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jäämeri	Mänty	19.8	29.3	28.7	24.3	19.2	13.5	37.2	172.0
	Kuusi	6.8	11.3	11.6	8.5	6.3	4.2	9.0	57.7
	Lehtipuut ...	0.9	1.4	0.9	0.5	0.5	.	0.5	4.7
	Yhteensä	27.5	42.0	41.2	33.3	26.0	17.7	46.7	234.4
1—2. Kaikki — *All*	Mänty - *Pine*	40.0	56.6	55.6	48.1	35.8	25.9	61.0	323.0
	Kuusi — *Spruce*	18.2	28.5	26.4	18.6	12.8	8.8	17.5	130.8
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.9	2.4	1.6	0.7	0.8	.	0.5	6.9
	Yhteensä — *Total*	59.1	87.5	83.6	67.4	49.4	34.7	79.0	460.7
Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	19	21	23	25	27	29	31+	Yht. *Total*
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	20.6	26.9	24.8	21.9	15.5	10.6	18.8	139.1
	Kuusi	10.9	15.0	11.6	8.2	4.7	3.4	4.5	58.3
	Lehtipuut ...	0.3	0.4	0.3	0.2	0.2	.	.	1.4
	Yhteensä	31.8	42.3	36.7	30.3	20.4	14.0	23.3	198.8
2. Koillis-Suomi— Lappi	Mänty	22.5	32.9	33.2	27.4	21.3	15.7	42.7	195.7
	Kuusi	8.2	14.1	15.9	11.3	8.2	5.3	12.8	75.8
	Lehtipuut ...	1.0	1.8	1.0	0.8	0.4	.	0.6	5.6
	Yhteensä	31.7	48.8	50.1	39.5	29.9	21.0	56.1	277.1
1—2. Kaikki — *All*	Mänty	43.1	59.8	58.0	49.3	36.8	26.3	61.5	334.8
	Kuusi	19.1	29.1	27.5	19.5	12.9	8.7	17.3	134.1
	Lehtipuut ...	1.3	2.2	1.3	1.0	0.6	.	0.6	7.0
	Yhteensä	63.5	91.1	86.8	69.8	50.3	35.0	79.4	475.9

männiköissä vikaisuutta havaitaan keskimääräistä vähäisemmässä määrin. Kun vikaiset rungot ovat kuitenkin usein suurikokoisia, on tällaisillakin rungoilla nykyisin huomattava taloudellinen merkitys.

Eri inventointien tulosten vertailu (taulukko 22) osoittaa tukkipuiden kokonaislukumäärän lisääntyneen lähes 10 %. Lisäys jakaantuu likimain tasan pienikokoisten mänty- ja kuusitukkipuiden kesken. Lehtitukkipuiden lukumäärissä havaitaan vähennystä 25.1—30 ja 30.1 + cm:n läpimittaluokkaryhmässä, mikä ainakin osittain johtunee siitä, että koivutukkipuiden arvostelu on ollut hieman ankarampaa kuin III inventoinnissa. Pienikokoisten tukkipuiden lisäys johtunee kuten havupuillakin osittain runkojen siirtymisestä tukkipuun mitat täyttäviksi, osittain myös siitä syystä, että koivun heikosta menekistä johtuen on pyritty säästämään ensi sijassa parhaita runkoja.

Taulukko 22. Tukkipuurunkojen kokonaislukumäärä v. 1962—63 ja 1952—53.
Table 22. Total number of saw and veneer timber trees in 1962—63 and 1952—53.

Vanhan käsitteen mukainen koko metsämaa.
Total forest land area according to the former concept.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Puulaji *Tree species*	Rinnankork. läpimittaryhmä, cm — *Dbh-group, cm* Milj. runkoa — *Mill. of stems*							
		≤25	25.1—30	30.1+	Yht. *Total*	≤25	25.1—30	30.1+	Yht. *Total*
		1962—63				1952—53			
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	88.8	38.5	24.0	151.3	75.0	37.8	19.5	132.3
	Kuusi	50.3	14.5	8.3	73.1	40.8	18.3	8.1	67.2
	Lehtipuut ...	1.7	0.5	.	2.2	2.2	1.3	0.3	3.8
	Yhteensä	140.8	53.5	32.3	226.6	118.0	57.4	27.9	203.3
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jäämeri	Mänty	93.0	42.0	37.3	172.3	75.8	51.0	43.5	170.3
	Kuusi	35.5	13.2	9.0	57.7	21.0	14.2	8.7	43.9
	Lehtipuut ...	3.5	0.6	0.6	4.7	1.4	1.1	0.5	3.0
	Yhteensä	132.0	55.8	46.9	234.7	98.2	66.3	52.7	217.2
1—2. Kaikki — *All*	Mänty	181.8	80.5	61.3	323.6	150.8	88.8	63.0	302.6
	Kuusi	85.8	27.7	17.3	130.8	61.8	32.5	16.8	111.1
	Lehtipuut ...	5.2	1.1	0.6	6.9	3.6	2.4	0.8	6.8
	Yhteensä	272.8	109.3	79.2	461.3	216.2	123.7	80.6	420.5
Mhl-ryhmä *District group*	Puulaji *Tree species*	Milj. runkoa — *Mill. of stems*							
		1962—63				1952—53			
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	85.6	34.8	19.1	139.5	67.2	30.8	15.2	113.2
	Kuusi	43.7	10.4	4.2	58.3	36.9	13.1	5.2	55.2
	Lehtipuut ...	1.0	0.4	.	1.4	2.1	1.2	0.3	3.6
	Yhteensä	130.3	45.6	23.3	199.2	106.2	45.1	20.7	172.0
2. Koillis-Suomi— Lappi	Mänty	105.7	47.5	42.7	195.9	88.6	59.6	47.8	196.0
	Kuusi	45.5	17.4	12.9	75.8	30.0	20.9	12.0	62.9
	Lehtipuut ...	4.2	0.7	0.7	5.6	1.8	1.5	0.5	3.8
	Yhteensä	155.4	65.6	56.3	277.3	120.4	82.0	60.3	262.7
1—2. Kaikki — *All*	Mänty - *Pine*	191.3	82.3	61.8	335.4	155.8	90.4	63.0	309.2
	Kuusi — *Spruce*	89.2	27.8	17.1	134.1	66.9	34.0	17.2	118.1
	Lehtipuut — *Hardwoods*	5.2	1.1	0.7	7.0	3.9	2.7	0.8	7.4
	Yhteensä — *Total*	285.7	111.2	79.6	476.5	226.6	127.1	81.0	434.7

Puuston kasvu

Puuston kasvu ilmaistaan kuorettomina kiintokuutiometreinä keskimäärin vuotta kohden. Kasvun laskennassa oli laskentajakson pituus 5 v. eli sama kuin maan eteläpuoliskossakin. Inventoinnin kenttätöiden päätyttyä v. 1963 suoritettiin lisäksi kasvun vaihtelua koskeva erillisselvitys.

1. Keskikasvu

Keskimäärin metsämaan hehtaaria kohden saadut kasvutulokset, keskikasvuluvut, nähdään taulukosta 23. Koko pohjoispuoliskon keskikasvuksi

Taulukko 23. Keskikasvu.
Table 23. Mean annual growth.
Kiintokuutiometriä kuoretta keskimäärin vuotta kohden.
Solid cubic metres excluding bark on an average per year.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaan ryhmä *Group of forest land*	Mänty- valtaiset metsät — *Dominant species* *Pine*	Kuusi- metsät — *Dominant species* *Spruce*	Lehtipuu- *Hardwoods*	Paljaat alat *Openings*	Keskimäärin *Average*
		m³/ha, kuoretta — *Cu.m. per ha., excl. bark.*				
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	MT-r.	1.0	1.8	2.2	0.1	1.5
	VMT-r.	1.7	1.5	2.1	0.1	1.5
	EVT-r.	1.3	1.0	1.1	0.2	1.3
	II→I	0.4	0.8	0.8	0.3	0.4
	Kaikki	1.2	1.5	2.0	0.1	1.2
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jäämeri	MT-r.	0.7	1.3	1.6	0.3	1.2
	VMT-r.	0.9	0.9	0.9	0.2	0.8
	EVT-r.	0.9	0.8	0.8	0.2	0.9
	II→I	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4
	Kaikki	0.8	0.9	0.8	0.2	0.8
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	0.9	1.5	1.8	0.2	1.4
	VMT-r.	1.4	1.2	1.1	0.2	1.2
	EVT-r.	1.1	0.8	0.8	0.2	1.0
	II→I	0.4	0.5	0.5	0.2	0.4
	Kaikki — *All*	1.0	1.2	1.0	0.2	1.0
Mhl-ryhmä *District group*	Metsämaan ryhmä	m³/ha, kuoretta — *Cu.m. per ha., excl. bark*				
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	MT-r.	1.2	2.1	2.4	0.1	1.7
	VMT-r.	1.9	1.7	2.1	0.1	1.7
	EVT-r.	1.4	1.7	1.2	0.2	1.4
	II→I	0.4	1.0	0.7	0.3	0.5
	Kaikki	1.4	1.8	2.1	0.1	1.5
2. Koillis-Suomi— Lappi	MT-r.	0.8	1.3	1.3	0.3	1.2
	VMT-r.	1.0	0.9	1.1	0.2	0.9
	EVT-r.	0.9	0.8	0.8	0.2	0.9
	II→I	0.4	0.4	0.4	0.2	0.4
	Kaikki	0.8	0.9	0.8	0.2	0.8
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	1.1	1.6	1.8	0.2	1.5
	VMT-r.	1.5	1.2	1.2	0.2	1.2
	EVT-r.	1.1	1.0	0.8	0.2	1.0
	II→I	0.4	0.5	0.4	0.2	0.4
	Kaikki — *All*	1.0	1.2	1.1	0.2	1.0

on saatu 1 m³/ha/v. Tulos on vain kolmannes maan eteläpuoliskon vastaavasta tuloksesta. Ero aiheutuu sekä kasvuolosuhteissa että puuston rakenteessa vallitsevista eroista. Lähinnä on syytä korostaa maan pohjoispuoliskon metsien pienehköä keskikuutiomäärää, vanhojen metsiköiden ja paljaiden alojen suurehkoa alaa sekä sitä seikkaa, että huomattava osa taimistoista on niin nuoria, etteivät ne vielä ilmene puuston kuutiomäärää ja kasvua koskevissa tuloksissa. Keskikasvun pienuus toisaalta osaltaan korostaa voimaperäisen metsien uudistamisen merkitystä maan pohjoispuoliskossa.

Edellä todetunlaisista eroista johtuen on keskikasvu huomattavassa määrin erilainen myös metsämaan eri ryhmissä ja eri puulajien metsiköissä. Vanhojen, heikkokasvuisten kuusikoiden vaikutus ilmenee etenkin kuusivaltaisten metsiköiden keskikasvuluvuissa. Keskikasvu on miltei poikkeuksetta suurin MT-ryhmän lehtipuuvaltaisissa metsiköissä, joiden ala muiden puulajien metsikköihin verrattuna on kuitenkin verraten pieni.

Eri inventointien keskikasvutulosten eroja valaistaan ensin taulukossa 24. Tulosten mukaan keskikasvu on pienentynyt vanhan käsitteen mukaisilla kasvullisilla metsämailla inventointien välisenä aikana n. 10 %. Määrällisesti ero on sekä keskimäärin että useissa ikäluokkaryhmissä verraten pieni, 0.1—0.2 m³, mutta toisaalta pienentymistä havaitaan kaikissa ikäluokkaryhmissä. Todettakoon, että edellä (s. 22) todetut ikäluokkaryhmittäin tapahtuneet kasvullisen metsäalan muutokset osaltaan vaikuttavat alueryhmittäisten ja koko pohjoispuoliskon keskimääräiskasvujen eroihin.

Taulukko 24. Vuosien 1962—63 ja 1952—53 inventointien keskikasvujen vertailu.
Table 24. Comparison of the mean annual growths of the inventories in 1962—63 and 1952—53.

Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	Ikäryhmä, v. — *Age group, years*					Keskimäärin *Average*
		≤40	41—80	81—120	121—160	161+	
		m³/ha, kuoretta — *cu.m. per ha., excl. bark*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	0.8	2.2	2.0	1.5		1.7
	1952—53	1.7	2.4	2.1	1.6		1.9
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	0.6	1.4	1.2	1.0	0.8	0.9
	1952—53	1.0	1.7	1.5	1.1	0.9	1.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	0.7	1.9	1.6	1.0		1.2
	1952—53	1.3	2.1	1.8	1.1		1.3

Tyyppiryhmittäisten pinta-alojen tarkastelun (s. 14) yhteydessä on todettu, että III inventoinnissa lähinnä Kainuun alueella erotetun puolukkamustikkatyypin (VMT) käyttö ulotettiin IV inventoinnissa myös Lapin alueelle. Luokitusperusteiden eroista johtuen seuraavassa asetelmassa esitetyt tyyppiryhmittäiset keskikasvut eivät ole täysin vertailukelpoisia. Voidaan kuitenkin päätellä, että edellä todettu keskikasvun pienentyminen ilmenee myös erilaisilla metsämailla.

Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	MT-ryhmä *MT-group*	VMT-ryhmä *VMT-group*	EVT-ryhmä *EVT-group*	Kaikkiaan *Total*
		m³/ha, kuoretta — *cu.m. per ha., excl. bark*			
1. Kainuu—Pohjois-	1962—63	1.7	1.9	1.5	1.7
Pohjanmaa	1952—53	1.9	2.2	1.7	1.9
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	1.2	0.9	0.9	0.9
	1952—53	1.3	0.9	1.0	1.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63	1.5	1.3	1.0	1.2
	1952—53	1.6	1.8	1.1	1.3

2. Puuston vuotuinen kokonaiskasvu

Puuston vuotuinen kokonaiskasvu (taulukko 25) jakaantuu vesistöalueryhmittäin tarkasteltuna miltei tasan ja mhl-ryhmittäin aivan tasan erotettujen alueryhmien kesken. Myös puulajeittain havaitaan huomattavaa yhdenmukaisuutta. Tulokset osoittavat, että maan pohjoispuoliskon puuston vuotuisesta kokonaiskasvusta on runsaat puolet mäntyä. Vertauksen vuoksi

Taulukko 25. Puuston vuotuinen kokonaiskasvu.
Table 25. Total annual growth of the forests.
Kiintokuutiometriä kuoretta. — *Solid cubic metres exluding bark.*

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Metsämaan ryhmä *Group of forest land*	Mänty *Pine*		Kuusi *Spruce*		Lehtipuut *Hardwoods*		Yhteensä *Total*	
		milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³ *Mill. cu.m.*	%
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	MT-r.	0.14	18.3	0.35	45.4	0.28	36.3	0.77	100.0
	VMT-r.	0.47	32.9	0.67	46.8	0.29	20.3	1.43	100.0
	EVT-r.	1.37	79.0	0.21	11.9	0.16	9.1	1.74	100.0
	Kaikki [1]	2.11	50.8	1.26	30.4	0.78	18.8	4.15	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jäämeri	MT-r.	0.06	11.5	0.18	34.6	0.28	53.9	0.52	100.0
	VMT-r.	0.18	25.7	0.25	35.7	0.27	38.6	0.70	100.0
	EVT-r.	1.76	74.3	0.18	7.6	0.43	18.1	2.37	100.0
	Kaikki	2.25	55.8	0.65	16.1	1.13	28.1	4.03	100.0
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	0.20	15.5	0.53	41.1	0.56	43.4	1.29	100.0
	VMT-r.	0.65	30.5	0.92	43.2	0.56	26.3	2.13	100.0
	EVT-r.	3.13	76.2	0.39	9.5	0.59	14.3	4.11	100.0
	Kaikki	4.36	53.3	1.91	23.4	1.91	23.3	8.18	100.0
Mhl-ryhmä *District group*	Metsämaan ryhmä	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa ..	MT-r.	0.20	20.0	0.39	39.0	0.41	41.0	1.00	100.0
	VMT-r.	0.43	32.6	0.58	43.9	0.31	23.5	1.32	100.0
	EVT-r.	1.51	78.2	0.23	12.1	0.19	9.7	1.93	100.0
	Kaikki	2.33	51.8	1.23	27.3	0.94	20.9	4.50	100.0
2. Koillis-Suomi— Lappi	MT-r.	0.06	11.5	0.20	37.2	0.28	51.3	0.54	100.0
	VMT-r.	0.24	26.6	0.36	40.1	0.30	33.3	0.90	100.0
	EVT-r.	1.87	71.9	0.22	8.5	0.51	19.6	2.60	100.0
	Kaikki	2.43	54.0	0.84	18.7	1.23	27.3	4.50	100.0
1—2. Kaikki — *All*	MT-r.	0.26	16.9	0.59	38.3	0.69	44.8	1.54	100.0
	VMT-r.	0.67	30.2	0.94	42.3	0.61	27.5	2.22	100.0
	EVT-r.	3.38	74.6	0.45	9.9	0.70	15.5	4.53	100.0
	Kaikki - *All* [1]	4.76	52.9	2.07	23.0	2.17	24.1	9.00	100.0

[1]) Ryhmät II→I ja III→I mukaan luettuina. — *Including groups II→I and III→I.*

mainittakoon, että maan eteläpuoliskossa vastaava männyn osuus on noin kolmannes. Taulukosta ilmenee edelleen, että kuusen ja lehtipuiden osuudet eroavat alueryhmittäin huomattavasti, mutta ovat koko pohjoispuoliskossa likimain yhtä suuret.

Taulukko 26 valaisee puuston kokonaiskasvun jakaantumista eri puulajien ja eri ikäluokkaryhmien metsiköiden kesken. Mäntyvaltaisten metsien osuus on ylivoimaisesti suurin. Uudistuskypsyyttä lähenevän ja sen jo saavuttaneen puuston (ikäluokat 121—160 ja 161 + v.) osuus on huomattavan suuri varsinkin maan pohjoispuoliskon pohjoisosissa. Eteläosissa on syytä korostaa ikäluokkaryhmää 81—120 v., jonka osuus kokonaiskasvusta on noin kolmannes. Kasvutulokset antavat aiheen todeta, että maan pohjoispuoliskossa on vanhojenkin metsien uudistamisessa syytä kiinnittää erityistä huomiota uudistuskohteiden valintaan.

Taulukko 26. Puuston vuotuinen kokonaiskasvu ikäryhmittäin eri puulajien metsiköissä.
Table 26. Total annual growth by age groups in forests of different dominant tree species.
Kiintokuutiometriä kuoretta. — *Solid cu.m. excl. bark.*

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Ikäryhmä, v. — *Age group, years* ≤40	41—80	81—120	121—160	161+	Yhteensä *Total*
		milj. m³ — *Mill. cu. m.*					
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty	0.35	0.74	0.90	0.41		2.40
	Kuusi	0.01	0.31	0.55	0.63		1.50
	Lehtipuut ...	0.06	0.13	0.03	0.01		0.23
	Kaikki [1]	0.44	1.18	1.48	1.05		4.15
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jäämeri	Mänty	0.56	0.38	0.35	0.55	0.69	2.53
	Kuusi	0.01	0.06	0.17	0.24	0.49	0.97
	Lehtipuut ...	0.01	0.16	0.20	0.10	0.03	0.50
	Kaikki	0.61	0.60	0.72	0.89	1.21	4.03
1—2. Kaikki — *All*	Mänty	0.91	1.12	1.25	1.65		4.93
	Kuusi	0.02	0.37	0.72	1.36		2.47
	Lehtipuut ...	0.07	0.29	0.23	0.14		0.73
	Kaikki	1.05	1.78	2.20	3.15		8.18
Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji	≤40	41—80	81—120	121—160	161+	Yhteensä
		milj. m³ — *Mill. cu.m.*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	0.40	1.03	0.93	0.34		2.70
	Kuusi	0.02	0.41	0.58	0.44		1.45
	Lehtipuut ...	0.09	0.20	0.03	0.01		0.33
	Kaikki	0.53	1.64	1.54	0.79		4.50
2. Koillis-Suomi— Lappi	Mänty	0.52	0.46	0.42	0.58	0.72	2.70
	Kuusi	0.01	0.07	0.22	0.32	0.67	1.29
	Lehtipuut ...	0.01	0.14	0.22	0.09	0.02	0.48
	Kaikki	0.57	0.67	0.86	0.99	1.41	4.50
1—2. Kaikki — *All*	Mänty - *Pine*	0.92	1.49	1.35	1.64		5.40
	Kuusi — *Spruce*	0.03	0.48	0.80	1.43		2.74
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.10	0.34	0.25	0.12		0.81
	Kaikki - *All* [1]	1.10	2.31	2.40	3.19		9.00

[1]) Paljaiden alojen kasvu yhdistetty kaikkien puulajien ≤ 40 v. ikäluokkaan. — *The growth of open areas is added, by all tree species, to the age group ≤ 40 years.*

Eri inventointien kokonaiskasvujen vertailu on suoritettu taulukossa 27. Tulosten mukaan on puuston vuotuinen kokonaiskasvu pienentynyt maan pohjoispuoliskossa inventointien välisenä aikana n. 15—16 %. Puulajeittain tarkastellen on pienentyminen ollut voimakkainta kuusella. Puuston kuutiomäärän vähenemisen ohella on kasvun pienentymiseen syynä myös metsien vanheneminen. Metsien ikärakenne, voimakkaat hakkuut ja edellä todettu seikka, että uudistushakkuiden seurauksena syntyneet taimistot eivät vielä ilmene kasvutuloksissa, ovat myös osaltaan vaikuttaneet puuston kokonaiskasvun pienentymiseen. Kasvun väheneminen johtunee osittain myös ns. sääsuhteiden vaihtelusta, jota tarkastellaan lähemmin jäljempänä.

Taulukko 27. Vuosien 1962—63 ja 1952—53 inventointien kokonaiskasvujen vertailu.
Table 27. Comparison of the total annual growths of the inventories in 1962—63 and 1952—53.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Inventointi *Inventory*	Mänty *Pine*		Kuusi *Spruce*		Lehtipuut *Hardwoods*		Yhteensä *Total*	
		milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	1962—63 ...	2.13	50.7	1.28	30.4	0.80	18.9	4.21	100.0
	1952—53 ...	2.49	47.4	1.78	33.9	0.98	18.7	5.25	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki— Jäämeri	1962—63 ...	2.28	54.2	0.68	16.3	1.24	29.5	4.20	100.0
	1952—53 ...	2.49	52.0	1.07	22.3	1.23	25.7	4.79	100.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63 ...	4.41	52.4	1.96	23.3	2.04	24.3	8.41	100.0
	1952—53 ...	4.98	49.6	2.85	28.4	2.21	22.0	10.04	100.0
Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63 ...	2.38	52.0	1.24	27.1	0.96	20.9	4.58	100.0
	1952—53 ...	2.47	46.8	1.71	32.4	1.10	20.8	5.28	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63 ...	2.46	52.4	0.88	18.7	1.35	28.9	4.69	100.0
	1952—53 ...	2.83	50.4	1.39	24.7	1.40	24.9	5.62	100.0
1—2. Kaikki — *All*	1962—63 ...	4.84	52.2	2.12	22.9	2.31	24.9	9.27	100.0
	1952—53 ...	5.30	48.6	3.10	28.5	2.50	22.9	10.90	100.0

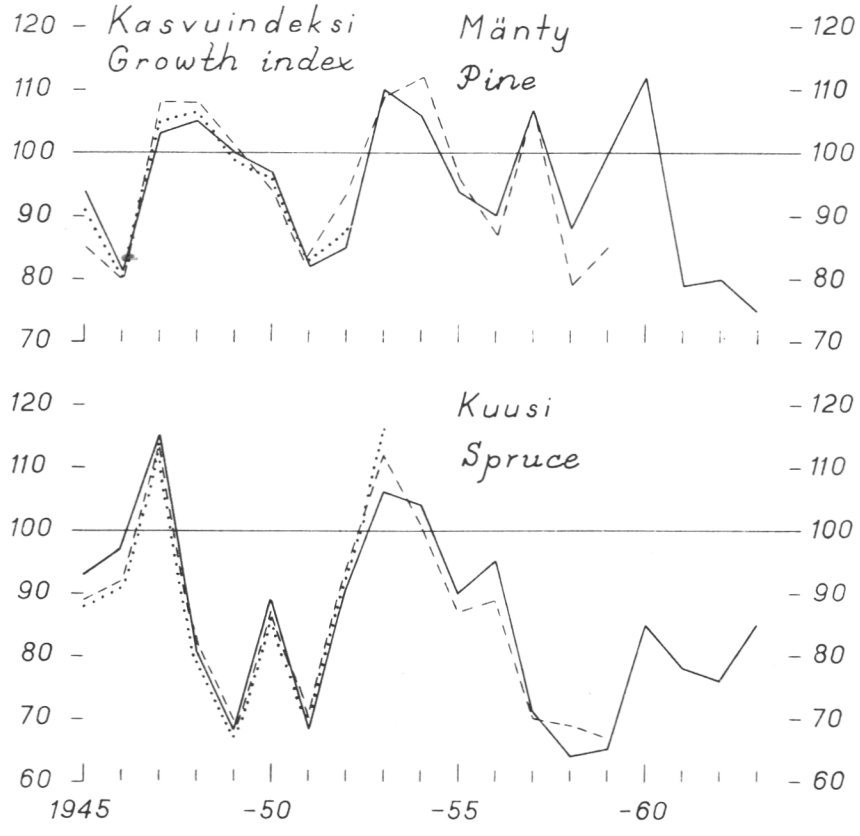
Eri inventointien kasvutuloksia on verrattu vielä ikäluokkaryhmittäin kasvullisilta metsämailta. Tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta.

Mhl-ryhmä *District group*	Inventointi *Inventory*	Ikäryhmä, v. — *Age group, years* —40	41—80	81—120	121—160	161+	Yhteensä *Total*
		% kokonaiskasvusta *per cent of the total annual growth*					
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	1962—63	11.1	34.9	34.7	19.3		100.0
	1952—53	9.9	33.5	41.4	15.2		100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	1962—63	11.8	15.0	19.1	23.2	30.9	100.0
	1952—53	8.4	15.2	27.0	24.0	25.4	100.0

Tuloksista on lähinnä syytä todeta ikäluokkaryhmän 81—120 v. osuuden pienentyminen inventointien välisenä aikana. Kuten edellä on esitetty, mainitun ikäluokan metsien osuus metsäpinta-alasta ja puuston kokonaiskuutiomäärästä on samoin pienentynyt. Iän lisääntymisestä aiheutuneen siirty-

misen ohella on edellä korostettu tarkasteltavan ikäluokan metsissä suoritettuja uudistushakkuita, joiden vaikutus asetelman tulosten valossa näyttää ilmenevän myös puuston kasvussa.

Kasvutuloksia on lopuksi tarkasteltu kasvun vaihtelua kuvaavien tulosten valossa. Ns. kasvuindeksisarjojen laskentamenetelmä oli sama kuin III inventoinnissa. Yli 120 v. metsiköistä koottujen, alueittaisissa laskelmissa huomattavassa määrin yhdenmukaisiin tuloksiin johtaneiden osa-aineistojen yhdistelyn tuloksena päädyttiin kuvasta 2 nähtäviin männyn ja kuusen keskimääräisiin kasvuindeksisarjoihin. Sarjojen esittelyssä on rajoituttu vuosiin 1945—63. Kuvassa on esitetty myös III inventoinnissa ja v. 1959 suoritetussa erillisselvittelyssä [1]) saadut tulokset.



Kuva 2. Kasvuindeksin vaihtelu Pohjois-Suomen männiköissä ja kuusikoissa eri aineistojen mukaan: IV inventointi (täysi viiva), v. 1959 erillisselvitys (katkoviiva) ja III inventointi (pisteviiva).

Fig. 2. Variation of the growth index in pine and spruce stands in northern Finland, according to different investigations: the 1962—63 inventory (unbroken line), a separate investigation in 1959 (broken line), and the 1952—53 inventory (dotted line).

Kuvasta 2 ilmenee, että IV inventoinnin kasvuindeksisarja on vertailuun soveltuvalta osin hyvin yhdenmukainen varhemmin saatujen tulosten kanssa.

[1]) Yrjö Ilvessalo. 1959, s. 59 mainittu julkaisu.

V. 1959 sarjan viimeisen vuoden osalta ilmenevä suurehko ero IV inventoinnin tulokseen verrattuna aiheutuu ensinmainitun sarjan laskentaan sisältyneistä alle 120 v. metsiköistä. III inventoinnin kasvun laskentajakson indeksejä, männyllä 96 ja kuusella 83, vastaavat IV inventoinnin luvut ovat seuraavat: mänty 89 ja kuusi 76. IV inventoinnin laskentajakson kasvuolosuhteita luonnehtivat keskimääräisindeksit ovat siis n. 7—8 % vastaavia III inventoinnin tuloksia pienemmät. Muunnettaessa molempien inventointien kasvutulokset ns. normaalitasoon pienenisi edellä todettu 15—16 %:n ero puuston vuotuisessa kokonaiskasvussa huomattavassa määrin. Todettakoon vielä, että tulosten mukaan näyttäisi keskimääräisindeksien ero jäävän Kainuun alueella hieman pienemmäksi kuin muualla pohjoispuoliskossa.

Vikaisuuksien, etenkin sydänlahon yleinen esiintyminen pohjoispuoliskon koivussa on aiheuttanut sen, että kasvun vaihtelun tutkimiseen soveltuva koivuaineisto on jäänyt havupuiden määrään verrattuna aivan vähäiseksi. Tulosten perusteella on rajoituttava vain toteamaan, että koivun keskimääräinen kasvuindeksi on todennäköisesti ollut IV inventoinnin kasvun laskentajakson aikana likimäärin normaalitasolla tai sitä hieman suurempi.

Metsien kehitysluokittainen rakenne

1. Luokitus

Metsien kehitysluokittaisen rakenteen arvioinnissa samoin kuin jäljempänä esitettävissä muissa metsien metsänhoidollista kuvausta koskevissa selvityksissä sovellettiin maan eteläpuoliskon inventoinnin luokitusta, joten luokitusperusteiden yksityiskohtaisen tarkastelun suhteen viitataan johdantoluvussa mainittuun eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmien tuloksia kuvaavaan julkaisuun (Ilvessalo 1963, s. 37—39, 43—45 ja 53—54). Tässä rajoitutaan toistamaan lähinnä seuraavassa esitetyt kehitysluokittaisen rakenteen arvioinnissa käytetyt luokat.

1. Paljaat alat — *Openings.*
2. Taimisto — *Seedling stands.*
3. Taimisto ynnä ylispuut — *Seedling stands with shelter trees or standards.*
4. Nuoreikko eli nuori harvennusmetsikkö — *Young thinning stands.*
5. Varsinainen harvennusmetsikkö — *Ordinary thinning stands.*
6. Väljennysmetsikkö — *Accretion stands.*
7. Uudistusmetsikkö — *Regeneration stands.*
8. Vajaatuottoisina uudistettavat metsiköt — *Stands to be renewed as underproductive.*

Metsänhoidollista tilaa koskevien tulosten perusteella on hoitoa vaille jääneet paljaat alat, kaikkiaan 90 % ryhmän alasta, yhdistetty vajaatuottoisten metsiköiden luokkaan. Muu osa on liitetty varsinaisten uudistus-

metsiköiden alaan. Kehitysluokittaiset tulokset on laskettu sekä vesistöalue- että mhl-ryhmittäin. Koska III inventoinnin yhteydessä ei suoritettu vastaavanlaista kehitysluokittaista tarkastelua kuin IV inventoinnissa, rajoitutaan seuraavassa vain IV inventoinnin tulosten esittelyyn.

2. Kehitysluokkien esiintyminen

Metsien kehitysluokittaista rakennetta valaisevat tulokset esitetään taulukossa 28. Sen johdosta, että eri kehitysluokkien suhteelliset osuudet metsäalasta ovat sekä vesistöalue- että mhl-ryhmittäin hyvin huomattavassa määrin yhdenmukaiset, rajoitutaan seuraavassa esitetyssä suppeassa tarkastelussa vain metsänhoitolautakuntien alueryhmiä ja niistä koostuvan maan pohjoispuoliskon keskimääräislukujen tarkasteluun.

Taulukko 28. Kehitysluokat.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Kehittämiskelpoisia metsiköitä — Taimisto [2] a *Seedling stand* [2] *a*	Taimisto [2] b *Seedling stand* [2] *b*	Nuori harvennusmetsikkö *Young thinning stand*	Varsinainen harvennusmetsikkö *Ordinary thinning stand*
		Metsäalasta, % —			
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	Mänty - *Pine*	9.1	14.7	7.4	23.0
	Kuusi — *Spruce*	0.6	0.3	0.6	14.6
	Koivu — *Birch*	4.3	.	8.5	28.6
	Kaikki - *All* [1]	5.9	9.0	5.0	19.4
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki — Jäämeri	Mänty	6.5	19.1	7.2	10.6
	Kuusi	0.1	0.3	0.8	5.8
	Koivu	0.4	0.6	1.5	16.0
	Kaikki	4.2	12.3	4.9	9.8
1—2. Kaikki — *All*	Mänty	7.6	17.3	7.3	15.6
	Kuusi	0.3	0.3	0.7	10.2
	Koivu	1.1	0.5	2.8	18.0
	Kaikki [1]	4.9	10.9	4.9	13.8
Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Metsäalasta, % —			
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	10.5	12.4	10.0	27.2
	Kuusi	0.9	0.3	0.9	20.4
	Koivu	4.7	.	11.7	32.1
	Kaikki	7.1	8.0	7.2	24.0
2. Koillis-Suomi — Lappi	Mänty	6.2	19.4	7.0	11.0
	Kuusi	.	0.3	0.7	5.4
	Koivu	0.4	0.5	1.7	15.8
	Kaikki	3.9	12.2	4.7	9.8
1—2. Kaikki — *All*	Mänty	7.7	16.9	8.1	16.7
	Kuusi	0.3	0.3	0.8	10.8
	Koivu	1.3	0.4	3.8	18.8
	Kaikki [1]	5.0	10.8	5.6	14.7

[1]) »Kaikki» käsittää myös paljaat alat. — *»All» includes the openings.*

[2]) a = ei merkittävässä määrin ylispuita, b = taimisto ynnä ylispuut. — *a = standards only in insignificant numbers, b = seedling stand with standards.*

T a i m i s t o t käsittävät maan pohjoispuoliskossa uuden käsitteen mukaisesta metsämaasta 15.8 % eli 1 364 000 ha. Pääosa on mäntyvaltaisia taimistoja. Runsaalla kahdellakolmasosalla kokonaisalasta esiintyy kuitenkin taimiston kehitystä haittaavia ylispuita (taimisto b). Etenkin pohjoispuoliskon keski- ja eteläosissa on mäntytaimistoissa runsaasti pääpuulajin kehitystä haittaavaa koivua. Edelleen n. 20 % taimistojen ja n. 30 % taimistoylispuut luokan metsiköistä on II→I-ryhmän mailla, lähinnä rämeillä. Tulosten osoittama taimistojen kokonaispinta-ala sellaisenaan antaa siis liian edullisen kuvan. Tarvitaan voimaperäistä metsänhoito- ja metsänparannustoimintaa, ennen kuin kaikki tai pääosa mainittuun kokonaisalaan

Table 28. Development classes.

Stands capable for development			Vajaatuottoisina uusittavia aloja *Areas to be regenerated as underproductive*	Yhteensä — *Total*	
Väljennysmetsikkö *Accretion stand*	Uudistusmetsikkö *Regeneration stand*	Yhteensä *Total*		%	Metsäpinta-ala *Area of forest land*
Per cent of the forest land area					
17.0	25.5	96.7	3.3	100.0	1 982
14.8	9.9	40.8	59.2	100.0	974
4.7	8.1	54.2	45.8	100.0	117
14.9	19.4	73.6	26.4	100.0	3 255
10.7	44.1	98.2	1.8	100.0	3 073
7.6	13.8	28.4	71.6	100.0	1 039
2.9	12.6	34.0	66.0	100.0	551
8.8	32.9	72.9	27.1	100.0	4 832
13.3	36.6	97.7	2.3	100.0	5 055
11.2	11.8	34.5	65.5	100.0	2 013
3.2	11.7	37.3	62.7	100.0	668
11.3	27.3	73.1	26.9	100.0	8 087
Per cent of the forest land area					
16.7	20.8	97.6	2.4	100.0	1 874
15.7	11.1	49.3	50.7	100.0	798
4.2	5.6	58.3	41.7	100.0	156
14.8	16.9	78.0	22.0	100.0	3 009
10.9	43.2	97.7	2.3	100.0	3 553
8.9	12.2	27.5	72.5	100.0	1 303
2.9	12.7	34.0	66.0	100.0	568
9.3	31.6	71.5	28.5	100.0	5 621
12.9	35.3	97.6	2.4	100.0	5 427
11.4	11.8	35.4	64.6	100.0	2 101
3.2	11.2	38.7	61.3	100.0	724
11.2	26.4	73.7	26.3	100.0	8 630

sisältyvistä taimistoista voidaan ottaa huomioon realistisissa metsien vastaista kehitystä koskevissa laskelmissa.

Kasvatushakkuilla käsiteltävien metsiköiden kokonaisala on suurin, 31.5 % eli 2 718 000 ha. Nuoria ja varsinaisia harvennusmetsiköitä sekä väljennysmetsiköitä on ylivoimaisesti eniten EVT-ryhmän mailla. Väljennysmetsiköistä on osa suhteellisen vanhoja ja iän puolesta niitä voitaisiin käsitellä uudistushakkuilla. Uudistusmetsiköiden luokkaan luettuja uudistusiän jo saavuttaneita metsiköitä tai sellaisia siemen- ja suojuspuumetsiköitä, joissa uudistaminen on jo käynnissä, on kuitenkin hyvin huomattava määrä, kaikkiaan 2 281 000 ha. Miltei sama kokonaisala, 26.3 % eli 2 267 000 ha, on vajaatuottoisina uudistettavien luokkaan luettujen metsiköiden hallussa. Kokonaisalasta on hoitamattomia paljaita aloja 340 000 ha ja varsinaisia kehittämiskelvottomien ryhmään luettuja metsiköitä 1 927 000 ha.

Mhl-ryhmittäin tarkastellen ilmenee, että pohjoispuoliskon eri osa-alueilla on taimistojen ja kasvatushakkuilla käsiteltävien metsiköiden pinta-ala likimäärin yhtä suuri. Taimisto- ynnä ylispuut-luokan ala on Koillis-Suomen ja Lapin alueella yli kaksinkertainen Kainuun ja Pohjanmaan alueeseen verrattuna. Uudistusmetsiköitä ja vajaatuottoisina uudistettavien luokkaan luettuja metsiköitä on Koillis-Suomen—Lapin alueella hieman yli kolminkertainen määrä Kainuun ja Pohjanmaan alueen tulokseen, lähes 1 milj. ha:iin verrattuna.

Metsien käsittely 10-vuotiskautena ennen inventointia

1. Käsittelyryhmät

Inventointia edeltäneen 10-vuotiskauden aikana tapahtuneen metsien käsittelyn arvioinnissa sovellettiin miltei vastaavanlaista luokitusta kuin jäljempänä esitettävässä inventoinnin jälkeisellä 10-vuotiskaudella tarpeellisten hoitotoimenpiteiden tarkastelussa. Metsikön kehitystä vaarantaneet poiminta- ja harsintahakkuut sekä metsikön hävittämiseksi katsotut edellisiä voimakkaammat harsintahakkuut pyrittiin kuitenkin erottamaan tavanomaisista metsänhoidollisista toimenpiteistä. Sovellettu luokitus nähdään taulukosta 29.

Taulukko 29. Metsien käsittely likimäärin inventoinnin edellisenä 10-vuotiskautena 1952—61.

Table 29. Treatment of the forests approximately during the decade preceding the inventory 1952—61.

Ryhmä ja alaryhmä *Group and sub-group*	Mhl-ryhmä — *District group*		Kaikki *All*
	Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Koillis-Suomi—Lappi	
	Pinta-ala likimäärin 10-vuotiskautena, 1000 ha *Area approximately during the decade, 1000 ha*		
Metsänviljely — *Forest cultivation*	75	57	132
1. Kylvö — *Seeding*	38	37	75
2. Istutus — *Planting*	37	20	57
Taimiston hoito — *Tending of seedling stands*	123	194	317
1. Perkaus — *Cleaning*	19	24	43
2. Vapautus — *Liberation*	104	170	274
Ylispuiden poisto — *Removal of standards*	41	76	117
Kasvatushakkuu — *Intermediate cutting*	381	249	630
1. Harvennus — *Thinning*	254	155	409
2. Väljennys — *Accretion*	127	94	221
Poimintaharvennus — *Selection thinning*	106	147	253
Uudistushakkuu — *Regeneration cutting*	447	624	1 071
1. Avohakkuu — *Clear cutting*	215	222	437
2. Siemenpuuhakkuu — *Seed-tree cutting*	187	322	509
3. Suojuspuuhakkuu — *Shelterwood cutting*	45	80	125
Harsintahakkuu — *Selection cutting*	153	170	323
1. Ei hävittävä — *Not destroying*	103	100	203
2. Hävittävä — *Destroying*	50	70	120
Ei mitään tehty — *Nothing done*	1 756	4 178	5 934
Koko metsäala — *Total area of forest land*	3 009	5 621	8 630

Suoritetut tutkimukset osoittavat, että hakkuun ajankohdan arviointi on varsinkin yli 5 v. vanhoilla hakkuualoilla epävarmaa. Taulukon 29 tulokset luonnehtivat siten lähinnä suuruusluokkaa ja eri toimenpiteiden keskinäisiä suhteita. Tämä seikka on osaltaan vaikuttanut siihen, ettei metsien aikaisemman käsittelyn osalta suoriteta tässä yhteydessä kehityksen tarkastelua.

2. Käsittelyryhmien esiintyminen

Tulosten tarkastelu rajoitetaan metsänhoitolautakuntien alueryhmiin ja niistä koostuvaan maan pohjoispuoliskoon. Taulukon 29 tulosten perusteella voidaan todeta, että likimäärin inventoinnin edellisenä 10-vuotiskautena on n. 31 %:lla koko pohjoispuoliskon metsäalasta suoritettu erilaisia toimenpiteitä. Noin puolella käsitellystä kokonaisalasta on toimenpide ollut verraten voimakas hakkuu, väljennys- tai uudistushakkuu, lisäksi n. 120 000 ha:lla hävittävä harsintahakkuu. Viimeksi mainittuun alaryhmään on todennäköisesti luettu jossain määrin keskeneräisiä uudistushakkuita.

Uudistushakkuiden runsaus osoittaa ilahduttavaa kehitystä pohjoispuoliskon metsien käsittelyssä. Kuten edellä on todettu, ratkaisevinta ei kuitenkaan ole yksinomaan riittävän laajamittainen uudistustoiminta, vaan uudistuskohteiden valinta ja lisäksi vielä aikaisempaa tehostetumpi jälkitoimenpiteiden suorittaminen ja varmistuminen toimenpiteen onnistumisesta, so. uuden metsän aikaansaamisesta. Tulokset osoittavat, että pohjoispuoliskon olosuhteissa yleisesti avohakkuuseen liittyvän metsänviljelyalan arvioksi on saatu 132 000 ha, mikä ala on vajaat kolmannes avohakkuualasta ja noin neljännes, jos avohakkuisiin yhdistetään hävittävillä harsintahakkuilla käsitellyt alat. Metsänviljelytoiminta on kuitenkin viime vuosina voimakkaasti tehostunut, joten mainittu epäkohta lienee nyt huomattavasti lievempi. Tulokset viittaavat silti osaltaan niihin »rästeihin», joita niin maan pohjois- kuin eteläpuoliskossa esiintyy laajamittaisesti. Uudistushakkuiden ryhmään kuuluvista siemen- ja suojuspuuhakkuista toistettakoon edelleen, että mainitunlaisia hakkuita on suoritettu runsaasti metsiköissä, jcissa puuvarojen ja hakkuumahdollisuuksien kestävyyden kannalta huomattavasti lievempi käsittely olisi ollut perusteltua.

Taimiston hoitoa, ylispuiden poistoa ja harvennushakkuita koskevat tulokset osoittavat, että hakkuutoiminnassa ei silti ole yksipuolisesti keskitytty uudistukseen. Osittain 1950-luvulla vallinneen pinotavaran heikon menekin vuoksi, osittain muista syistä on n. 450 000 ha:lla suoritettu poiminnanluonteista tai muutoin lievää harsintaa, edellistä, yksittäisten runkojen poimintaa n. 250 000 ha:lla ja jälkimmäistä n. 200 000 ha:lla. Varhempaa edullisemmista menekkisuhteista johtuen lienevät mainitunlaiset hakkuut vähentyneet viime vuosien aikana.

Lähes 70 %:lla eli 5 934 000 ha:lla ei tulosten mukaan ole suoritettu merkittävää metsien käsittelyä. Alan suuruutta arvosteltaessa on otettava huomioon mm., että hakkuukierto on tunnetusti pohjoispuoliskossa keskimäärin huomattavasti pitempi kuin eteläpuoliskossa. Edelleen on todettava, että tarkasteltava metsäpinta-ala sisältää II→I- ja III→I-ryhmän maita kaikkiaan 1 542 000 ha. On kuitenkin korostettava, että käsittelemättömään alaan sisältyy huomattava määrä metsiköitä ja paljaita aloja, joiden käsittelyyn olisi ryhdyttävä hyvin kiireellisesti. Viime vuosina tapahtuneesta ilahduttavasta kehityksestä voidaan mainita eräiden uusien teiden rakentaminen ja ns. Pomokairan suunnitelma.

Metsien metsänhoidollinen tila

1. Metsänhoidollisen tilan ryhmitys

Metsänhoidollisen tilan selvittämiseksi käytettiin maan pohjoispuoliskon inventoinnissa yhdenmukaisesti eteläpuoliskon inventoinnin kanssa kahta erilaista ryhmitystä. Tässä todettakoon, että I ryhmitys perustuu edesmenneen prof. Erkki K. Kalelan ehdotukseen. Tätä ryhmitystä käyttäen saadut tulokset ovat huomattavalta osalta vertauskelpoisia III inventoinnin vastaaviin tuloksiin. II ryhmitys perustuu prof. Risto Sarvaksen ehdotukseen. Ryhmitysten yksityiskohtia toistamatta viitataan, kuten metsänhoidollisen kuvauksen muidenkin luokitusten osalta, prof. Yrjö Ilvessalon aikaisemmin esittämiin yksityiskohtaisiin kuvauksiin. I ryhmityksen mukaiset luokat nähdään taulukosta 30, II ryhmitys taulukon täydennyksenä esitetyssä asetelmassa (s. 49).

Tulokset esitetään kuten edelläkin mhl-ryhmittäisen aluejaon mukaisesti uuden käsitteen mukaiselta metsämaalta. Eri inventointien tulosten vertailussa on laskentaperusteena ollut vanhan käsitteen mukainen kasvullinen metsämaa.

2. Metsänhoidollinen tila kaikkien kehitysluokkien metsiköissä keskimäärin

Taulukon 30a tuloksilla on haluttu valaista lähinnä kehittämiskelpoisten ja kehittämiskelvottomien (kehitettäväksi kelpaamattomien, vajaatuottoisten) metsikköryhmien, mutta samalla myös yksityisten tilaluokkien keskinäisiä suhteita alueryhmittäin ja keskimäärin koko pohjoispuoliskossa. Havaitaan, että sovelletun luokituksen mukaisesti arvostellen metsien tila on pohjoispuoliskon eteläosissa keskimäärin hieman parempi kuin pohjoisimpien metsänhoitolautakuntien alueella. Kehittämiskelpoisten metsiköiden osuus on maan eteläpuoliskossa vuorostaan suurempi kuin Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueella. Luonnonsuhteiden ja puuston rakenteellisten erojen ohella voidaan eroihin vaikuttavina syinä mainita erilaiset puutavaran menekkisuhteet ja se seikka, että maan eteläpuoliskossa hakkuun jäljet yleensä »korjaantuvat» nopeammin kuin pohjoispuoliskossa, joskin eteläpuoliskon lehtipuuvaltaisten metsien runsaus, ruohottuminen yms. seikat ovat osaltaan hidastaneet metsien tilan parantumista. Lähinnä taloudellisessa mielessä puulajiltaan muutettavien metsiköiden huomattavat osuudet

molempien mhl-ryhmien ja etenkin Koillis-Suomen—Lapin alueella merkitsevät huomattavia hakkuumahdollisuuksia. Toisaalta koivun heikko menekki, vikaisuudet, metsänviljelyn tarve yms. seikat pienentävät pohjoispuoliskon puulajiltaan muutettavien metsiköiden merkitystä.

II ryhmityksen mukaiset tulokset muodostuivat seuraaviksi.

Metsänhoidollinen tila *Silvicultural condition*	Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Koillis-Suomi — Lappi	Kaikki *Total*
	%		
Hyvä — *Good*	12.1	4.4	7.1
Tyydyttävä — *Satisfactory*	47.1	47.4	47.3
Välttävä — *Passable*	18.4	19.5	19.1
Huono — *Poor*	13.6	16.9	15.7
Hyvin huono — *Very poor*	8.8	11.8	10.8
Yhteensä — *Total*	100.0	100.0	100.0

Luokitusperusteiden eroista johtuen vain luokkaan »hyvä» luettujen metsiköiden osuus on sama kuin taulukossa 30. Erot aiheutuvat pääasiassa I ryhmityksessä »hoitotehtävä viivästynyt»-luokkaan luetuista metsiköistä tai paljaista aloista, jotka II ryhmityksessä on yleisesti luettu tyydyttäviksi tai paljaiden alojen osalta luokkaan »hyvin huono».

Taulukko 30. Metsien metsänhoidollinen tila.
Table 30. Silvicultural condition of the forests.

a. Kaikki kehitysluokat yhteisesti. — *Total of all development classes.*

Metsänhoidollinen tila *Silvicultural condition*	Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Koillis-Suomi —Lappi	Kaikki *All*
	% metsämaan alasta — *Per cent of the forest area*		
Hyvä — *Good*	12.1	4.4	7.1
Tyydyttävä — *Satisfactory*	38.4	37.1	37.6
Hoitotehtävä viivästynyt — *Silvicultural measure delayed*	27.8	30.3	29.4
Levolla parannettava — *Improvement with rest*	1.6	1.1	1.3
Harsinnan heikontama — *Impaired by selection cutting*	3.3	1.7	2.2
Kehittämiskelpoisia yhteensä — *Capable of development, total*	83.2	74.6	77.6
Puulaji muutettava — *Change of tree species*	11.0	19.8	16.7
Harsinnalla pilattu — *Spoiled by heavy selection cutting*	1.5	1.3	1.4
Jätemetsikkö — *Poor residual stand*	0.8	0.5	0.6
Yli-ikäinen — *Overmature*	2.3	2.8	2.6
Muu uusittava metsikkö — *Other poor stands waiting for regeneration*	1.2	1.0	1.1
Kehittämiskelvottomia yhteensä — *Incapable of development, total*	16.8	25.4	22.4

II-ryhmityksen luokituksesta toistettakoon tässä, että kehittämiskelvottomat metsiköt ja hoitamattomat paljaat alat (vajaatuottoiset metsiköt ja alat) on luettu luokkiin »huono» ja »hyvin huono». Luokkaan »huono» on viety sellaiset metsiköt, joissa puuston taloudellinen arvo on arvioitu niin suureksi, että hakkuutulo kustannuksilla vähennettynä todennäköisesti peittää keinollisen uudistamisen kustannukset, luokkaan »hyvin huono» taas sellaiset vajaatuottoisten ryhmään kuuluvat alat, joissa hakkuutulo ei riitä peittämään mainittuja kustannuksia. Kantohinnan vaihtelusta ym. käytännön hakkuutoimintaan liittyvistä seikoista johtuen arviointiin liittyy tiettyä epävarmuutta. Lähinnä suuruusluokkaa osoittavana tuloksena voidaan todeta, että likimäärin 40 % vajaatuottoisten ryhmän alasta on niin heikkopuustoista, ettei hakkuutulo riitä peittämään edes uudistuskustannuksia.

Tulosten perusteella on syytä korostaa, että myös maan pohjoispuoliskossa olisi pidettävä perusohjeena, että vuotuiseen metsänviljelyalaan sisällytetään tietty määrä metsien tuoton kohottamisen kannalta ensisijaisesti uudistettavia »hyvin huonoja» aloja.

3. Kehittämiskelpoisten metsiköiden metsänhoidollinen tila

Taulukkoryhmän 30 b-osa täydentää metsänhoidollisesta tilasta saatuja tuloksia kehittämiskelpoisten metsien osalta. Havaitaan, että tyydyttävien metsiköiden osuus on suurin. Luokka sisältää rakenteeltaan vaihtelevia metsiköitä. Osa tyydyttävistä kasvatusvaiheen metsiköistä on siinä määrin harvoja, että niissä voitaisiin hyvällä syyllä siirtyä uudistukseen. »Hoitotehtävä viivästynyt» luokan huomattava osuus kaikissa kehitysluokkaryhmissä korostaa kuitenkin hakkuukohteiden valinnan merkitystä myös kehittämiskelpoisten metsiköiden ryhmässä.

Taimistoryhmän osalta on edellä jo viitattu kehitystä haittaaviin ylispuihin. Perkauksen viivästyminen on samoin ollut usein syynä siihen, että taimisto on luettu »hoitotehtävä viivästynyt» luokkaan.

Seuraavan asetelman tulokset valaisevat vielä kehittämiskelpoisten metsiköiden metsänhoidollista tilaa eri puulajien metsiköissä. Esityksen supistamista silmällä pitäen on rajoituttu kaikkien tarkasteltavien kehitysluokkien keskimääräislukuihin. Tilaluokat on ilmaistu taulukossa 30 b esitetyillä järjestysluvuilla.

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Metsänhoidollinen tila *Silvicultural condition* 1	2	3 %	4	5	Yhteensä *Total* %	1000 ha
1.	Mänty	18.0	50.8	25.4	2.1	3.7	100.0	1 832
	Kuusi	6.2	43.7	41.8	2.1	6.2	100.0	403
	Lehtipuut	4.8	35.3	48.5	2.5	8.9	100.0	94
2.	Mänty — *Pine*	7.1	53.0	36.5	1.6	1.8	100.0	3 466
	Kuusi — *Spruce*	1.2	45.1	48.3	1.2	4.2	100.0	346
	Lehtipuut—*Hardwoods*	0.6	43.3	49.1	0.4	6.6	100.0	184

Taulukko 30. Metsien metsänhoidollinen tila.
Table 30. Silvicultural condition of the forests.
b. Kehittämiskelpoiset metsiköt. — *Forests capable for development.*

Mhl-ryhmä *Distribution group*	Kehitysluokkaryhmä *Development class group*	Hyvä — *Good* 1.	Tyydyttävä *Satisfactory* 2.	Hoitotehtävä viivästynyt *Silvicultural measure delayed* 3.	Levolla parannettava *Improvement with rest* 4.	Harsinnan heikontama *Impaired by selection cutting* 5.	Yhteensä — *Total* 6.	
		%					%	1000 ha
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Taimistot	23.5	51.4	21.9	2.8	0.4	100.0	455
	Kasvatusvaiheen metsiköt	13.9	51.6	27.4	2.5	4.6	100.0	1 384
	Uudistusvaiheen » [1]	13.2	40.0	39.6	0.2	7.0	100.0	508
	Yhteensä	15.6	49.1	28.9	2.1	4.3	100.0	2 347
2. Koillis-Suomi—Lappi	Taimistot	9.1	53.9	35.0	1.9	0.1	100.0	905
	Kasvatusvaiheen metsiköt	8.5	58.1	28.8	2.1	2.5	100.0	1 337
	Uudistusvaiheen »	3.0	45.9	47.0	0.9	3.2	100.0	1 774
	Yhteensä	6.2	51.8	38.2	1.5	2.3	100.0	4 016
1—2. Kaikki —*All*	Taimistot — *Seedling stands*	13.9	53.1	30.6	2.2	0.2	100.0	1 360
	Kasvatusvaiheen metsiköt — *Stands in the stage of raising*	11.2	54.7	28.2	2.3	3.6	100.0	2 721
	Uudistusvaiheen metsiköt — *Stands in the stage of regeneration* [1]	5.2	44.7	45.3	0.8	4.0	100.0	2 282
	Yhteensä — *Total*	9.7	50.8	34.8	1.7	3.0	100.0	6 363

[1]) Käsittää myös 10 % paljaista aloista. — *This group includes 10 % of the open areas.*

»Hyvien» metsiköiden osuus on mäntyvaltaisissakin metsiköissä pienempi kuin vastaava osuus maan eteläpuoliskossa. »Hyvät ja tyydyttävät» yhdistäen lähenee tulos Kainuun—Pohjois-Pohjanmaan alueella eteläpuoliskon tulosta. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueen kuusivaltaisissa metsiköissä on hoitotehtävä viivästynyt etenkin harvennusmetsiköissä, mutta silti huomattavassa määrin myös muissa kehitysluokissa, Koillis-Suomen ja Lapin alueella taas viivästymistä on tapahtunut eniten väljennys- ja uudistusmetsiköissä. Lehtipuuvaltaisten metsiköiden tulosten tarkastelussa on otettava huomioon ryhmän pieni osuus kaikistä kehittämiskelpoisista metsiköistä.

II-ryhmitystä soveltaen on saatu seuraavassa asetelmassa esitetyt tulokset. Kuten edellä on esitetty, vain »hyvien» luokan osuudet ovat samat kuin I ryhmityksen mukaisia tuloksia valaisevassa edellisessä asetelmassa.

Mhl-ryhmä *District group*	Vallitseva puulaji *Dominant tree species*	Hyvä *Good*	Tyydyttävä *Satisfactory*	Välttävä *Passable*	Yhteensä *Total*
		%			
1.	Mänty	18.0	64.7	17.3	100.0
	Kuusi	6.2	45.5	48.3	100.0
	Lehtipuut	4.8	31.1	64.1	100.0
2.	Mänty — *Pine*	7.1	71.8	21.1	100.0
	Kuusi — *Spruce*	1.2	32.3	66.5	100.0
	Lehtipuut — *Hardwoods*	0.6	32.7	66.7	100.0

4. Kehitettäväksi kelpaamattomat (vajaatuottoiset) metsiköt

Taulukon 31 mukaan on kehittämiskelvottomien metsiköiden kokonaisalan arvioksi saatu 1 927 000 ha. Kun tulokseen lisätään hoitoa vailla olevat, keinollisesti uudistettavat paljaat alat, kaikkiaan 340 000 ha, saadaan vajaatuottoisten kokonaisalaksi 2 267 000 ha. Kokonaisalasta on hieman vajaat 30 % Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan ja n. 70 % Koillis-Suomen—Lapin alueella.

Taulukko 31. Vajaatuottoisten alojen ryhmät.
Table 31. Groups of underproductive areas.

Ryhmä — *Group*	Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Koillis-Suomi—Lappi	Kaikki *All*
	%		
Puulaji muutettava — *Change of tree species*	65.2	77.9	74.6
Harsimalla pilattu — *Spoiled by heavy selection cutting*	9.1	5.3	6.3
Jätemetsikkö — *Poor residual stand*	4.8	2.0	2.7
Yli-ikäinen — *Overmature*	13.7	10.9	11.6
Muu uusittava metsikkö — *Other poor stands waiting for regeneration*	7.2	3.9	4.8
Yhteensä — *Total* %	100.0	100.0	100.0
1 000 ha	499	1 428	1 927
Hoitamattomat paljaat alat — *Unmanaged openings* 1 000 ha	163	177	340
Kaikkiaan vajaatuottoista alaa — *Total of underproductive areas* 1 000 ha	662	1 605	2 267

Tilaryhmittäin tarkastellen ilmenee, että »puulajiltaan muutettavien» osuus on yleisesti suurin. Ryhmään kuuluu kuutiomäärältään ja rakenteeltaan hyvin vaihtelevia metsiköitä; osa on hyvin runsaspuustoisia, osa lähinnä pienikokoisia runkoja sisältäviä. Vaikka pääosa on kuusikoita, on puulajiltaan muutettaviin koivikkoihin syytä kiinnittää erityistä huomiota, sillä niitä esiintyy myös pohjoispuoliskossa yleisesti parhailla metsämailla. »Harsinnalla pilatut» ja »jätemetsiköt» ovat puuston määrän ja rakenteen puolesta miltei samanlaisia metsikköryhmiä, mutta maan eteläpuoliskon ja III inventoinnin luokitusta seuraten on ryhmät käsitelty erikseen. Yli-ikäiset metsiköt ovat Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueella miltei kaikki kuusikoita, Koillis-Suomen ja Lapin alueella noin neljännes niistä on männiköitä, n. 10 % koivikoita ja loput, n. 65 %, kuusikoita. »Muu uusittava metsikkö» -ryhmään kuuluu etenkin heikkolaatuisia, vikaisia, runsaasti lumenmurtoja sisältäviä yms. männiköitä ja kuusikoita.

5. III ja IV inventoinnin tulosten vertailu

Eri inventointien tulosten vertailussa on laskentaperusteena ollut kasvullinen metsämaa. Tulokset nähdään taulukosta 32.

Luokitusperusteiden eroista mainittakoon, että III inventoinnissa luettiin kehittämiskelpoisten metsiköiden luokkaan »harsinnan heikentämä» joukko

Taulukko 32. Metsien metsänhoidollinen tila v. 1962—63 ja 1952—53.
Table 32. Silvicultural condition of the forests in 1962—63 and 1952—53.
Kasvullinen metsämaa. — *Productive forest land.*

Metsänhoidollinen tila *Silvicultural condition*	Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa		Koillis-Suomi —Lappi		Kaikki *All*	
	1962—63	1952—53	1962—63	1952—53	1962—63	1952—53
	% kasvullisen metsämaan alasta *Per cent of the productive forest land area*					
Hyvä — *Good*	13.8	13.3	5.3	8.8	8.4	10.3
Tyydyttävä — *Satisfactory*	34.8	25.4	35.0	26.3	34.9	26.0
Hoitotehtävä viivästynyt — *Silvicultural measure delayed*	27.5	22.1	29.3	29.1	28.7	26.7
Levolla parannettava — *Improvement with rest*	1.4	4.4	0.8	2.9	1.0	3.4
Harsinnan heikontama — *Impaired by selection cutting*	3.5	19.1	1.9	14.0	2.4	15.8
Kehittämiskelpoisia yht. — *Capable of development, total*	81.0	84.3	72.3	81.1	75.4	82.2
Puulaji muutettava — *Change of tree species*	12.6	6.0	21.2	10.5	18.1	9.0
Harsinnalla pilattu — *Spoiled by heavy selection cutting*	1.7	—	1.6	—	1.6	—
Jätemetsikkö — *Poor residual stand*	0.9	6.8	0.6	3.0	0.7	4.3
Yli-ikäinen — *Overmature*	2.6	1.8	3.2	5.0	3.0	3.8
Muu uusittava metsikkö — *Other poor stands waiting for regeneration*	1.2	1.1	1.1	0.4	1.2	0.7
Kehittämiskelvottomia, yhteensä — *Incapable of development, total*	19.0	15.7	27.7	18.9	24.6	17.8

sellaisia metsiköitä, joiden kunnostaminen edellytti kyllä yleensä kasvatuksen luonteista käsittelyä, mutta samalla pienialaisten aukkojen metsittämistä tai muunlaista uudistuksenluonteista toimintaa. Tällaista tilaluokkaa ei käytetty IV inventoinnissa. Osa mainitunlaisista metsiköistä on luettu kehittämiskelpoisiin, heikoimmat kohdat harsinnalla hävitettyjen luokkaan. Vähäinen määrä paljaista aloista lienee luettu III inventoinnissa jätemetsikköihin.

Ottamalla huomioon luokitusperusteiden erot, voidaan tulosten perusteella hahmotella metsänhoidollisessa tilassa tapahtuneet keskeisimmät muutokset. Havaitaan, että harsintahakkuut ovat selvästi vähentyneet III inventoinnin vuosista. Osa niistä on lisäksi ollut verraten lievää. »Rästiin» jääneet jälkitoimenpiteet suorittamalla saadaan edelleen lisäystä hyvien tai ainakin tyydyttävien luokkaan. Edellä on toisaalta viitattu »tyydyttävien» luokkaan luettuihin harvahkoihin metsikköihin. Heikkolaatuisen puuston runsaasta osuudesta tai muusta syystä johtuen verraten voimakkaasti suoritettujen

hakkuiden seurauksena on aiheutunut siirtoja lähinnä »hyvien» ja »hoitotehtävä viivästynyt» luokan metsiköistä »tyydyttävien» luokkaan. Eräitä ääritapauksina pidettäviä liian harvoja siemenpuualoja on luettu IV inventoinnissa peräti paljaisiin aloihin.

Keinollisen uudistamisen asettaminen entistä enemmän siemenpuuhakkuun edelle etenkin VMT-mailla on aiheuttanut merkittävää lisäystä »puulajiltaan muutettavien» alaan. Osa metsiköistä on luettu III inventoinnissa »tyydyttävien», osa »hoitotehtävä viivästynyt» luokkaan. Muutosta on tapahtunut lähinnä pohjoispuoliskon keskiosissa ja varsinkin Kainuun—Kuusamon alueella.

Kehittämiskelpoisten ja kehittämiskelvottomien metsiköiden kokonaisalojen välisessä suhteessa on taulukon 32 tulosten mukaan tapahtunut epäedullista kehitystä. Tehostunut metsien uudistamis- ja metsänviljelytoiminta, edellä viitatut luokitusperusteiden erot, joiden merkitys on hyvin huomattava, sekä myös runsaspuustoisia aloja sisältävät »puulajiltaan muutettavat» ja »yli-ikäiset» metsiköt lieventävät tulosten osoittamaa eroa. Maan pohjoispuoliskon metsien tilaa osoittavat tulokset korostavat kuitenkin selvästi voimaperäisen metsänhoito- ja metsänparannustyön tarvetta. Tehtävän monipuolisuus ja laajuus ilmenee lähemmin seuraavassa esitettävistä erilaisten toimenpiteiden tarvetta valaisevista tuloksista.

Metsänhoito-ohjelma

Arvioimislinjan leikkaamilla metsikkökuvioilla suoritettiin viimeisenä tehtävänä noin lähi 10-vuotiskautena tarpeellisen metsänhoidollisen hoitotoimenpiteen selvitys. Tulokset, jotka edelleenkin tarkoittavat uuden käsitteen mukaisen metsämaan alaa, nähdään taulukosta 33. Koska metsissä on

Taulukko 33. Arvioitu metsien käsittelyn tarve n. 10-vuotiskautena 1964—73.
Table 33. Estimated need of treatment of the forests during about the 10-year period 1964—73.

Toimenpide — *Measure*	Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Koillis-Suomi—Lappi	Kaikki *All*
	Likimääräinen pinta-ala n. 10-vuotiskautena, 1000 ha *Approximate area during the 10-year period, 1000 hectares*		
Raivaus — *Clearing* [1]	183	365	548
Metsänviljely [2] — *Forest cultivation* [2]	713	1 648	2 361
Mänty — *Pine*	605	1 546	2 151
Kuusi — *Spruce*	72	40	112
Täydennys — *Supplementary cultivation*	36	62	98
Taimiston hoito — *Tending of seedling stand*	458	933	1 391
Perkaus — *Cleaning*	190	320	510
Vapautus — *Liberation*	268	613	881
Ylispuiden poisto — *Removal of standards*	57	163	220
Kasvatushakkuu (harvennus) — *Intermediate cutting (thinning)*	1 056	871	1 927
Kunnostus — *Improvement*	33	17	50
Nuoreikon harvennus — *Young stand's thinning*	156	141	297
Varsinainen harvennus — *Ordinary thinning*	542	393	935
Väljennys — *Accretion thinning*	325	320	645
Uudistushakkuu — *Regeneration cutting*	795	2 653	3 448
Siemenpuuhakkuu — *Seed-tree cutting*	172	832	1 004
Suojuspuuhakkuu — *Shelterwood cutting*	141	449	590
Avohakkuu — *Clear cutting*	482	1 372	1 854
Toimenpide ei tarpeen — *No measure needed*	460	882	1 342
Koko metsäpinta-ala [3] — *Total forest land area* [3]	3 009	5 621	8 630

[1]) Ei sisällä uudistushakkuisiin liittyvää raivausta. — *Excluding clearing in connection with cuttings for regeneration.*

[2]) Liittyy huomattavalta osalta avohakkuuseen. — *To a considerable degree in connection with clear cutting.*

[3]) Eri toimenpideryhmien pinta-alojen summa ylittää koko metsäpinta-alan, koska osalla metsikkökuvioita on ehdotettu kahta eri toimenpidettä. — *The sum of the areas of different measures exceeds the total forest area, because in some of the stand figures, two different measures have been suggested.*

suuret määrät erilaisten hoitotoimenpiteiden työrästejä, ei taulukon lukuja voida pitää lähi 10-vuotiskauden työohjelmana. Tulokset osoittavat lähinnä metsien tilaa ja tilan vaatimaa toimenpiteiden tarvetta inventoinnin ajankohtana. Tulokset tarjoavat kuitenkin perustan käytännön metsänhoitoohjelman laadinnalle.

Taulukon 33 mukainen raivauksen tarve koostuu jo hakkuilla käsitellyistä metsiköistä ja paljaista aloista. Tulos ei sisällä uudistushakkuisiin liittyvää raivausta.

Metsänviljely liittyy huomattavalta osalta avohakkuuseen. Toimenpideryhmän kokonaisalasta on pääosa männyn viljelyä. Täydennysviljely on samoin miltei yksinomaan männyn viljelyä. Kuusen viljely rajoittuu maan pohjoispuoliskossa usein pienille ja paikallisesti suppeille alueille. Runsaimmin kuusen viljelymahdollisuuksia lienee lähinnä jo ojitetuilla tai ojitettavilla soilla, edelleen pohjoispuoliskon eteläosan rehevillä vaara-alueilla ja Kemi- ja Torniojoen välisellä alueella. Kuusen viljelymahdollisuuksiin on syytä kiinnittää huomiota paikallisia metsänviljelysuunnitelmia laadittaessa. Soita koskevien erillistutkimusten valossa tarkastellen ilmenee, että tuloksiin sisältyvä metsänviljelyn tarve turvemailla on arvioitu liian varovaisesti. Myös mahdolliset epäonnistumiset aiheuttavat lisäystä taulukossa esitettyyn metsänviljelyn kokonaisalaan.

Ikä- ja kehitysluokittaisen tarkastelun yhteydessä on jo kiinnitetty huomiota siihen, että taimiston hoitoa tarvitaan maan pohjoispuoliskossa huomattavalla alalla. Ylispuiden poistamisen lisäksi olisi suoritettava perkausta ja taimiston harvennusta. Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueella suoritettu selvitys osoitti, että haitallisen koivun vuoksi olisi noin 7 % mäntytaimistojen perkauksista suoritettava hyvin kiireellisesti. Edellä on myös todettu, että merkittävä osa taimistoista on II→I-ryhmään luetuilla rämemailla. Tällaisten taimistojen kehityksen varmistaminen edellyttää ojitusta. Inventoinnin yhteydessä ei suoritettu ojituskelpoisten soiden kokonaisalan selvitystä. Tältä osin on kuitenkin tehty erillistutkimuksia lähinnä III inventoinnin tulosten perusteella [1]).

Metsikön kasvatukseen liittyvä ylispuiden poisto on esitetty omana toimenpideryhmänä. Tulos tarkoittaa alaa, jolla päämetsikköä kookkaampia ylispuita esiintyy todella merkittävässä määrässä. Varsinaisilla kasvatushakkuilla olisi käsiteltävä runsaat 22 % metsämaan alasta. Osuus on pohjoispuoliskon eteläosissa huomattavasti suurempi kuin pohjoisten metsänhoitolautakuntien alueella. Edellä on jo todettu, että osa väljennysmetsiköistä on verraten vanhoja. Osa väljennyshakkuista lähenee siten suojuspuuhakkuita.

[1]) Olavi Huikari ja Erkki Numminen. 1964. Talousalueittainen selvitys maassamme suoritetuista metsäojituksista ja jäljellä olevista metsäojitustehtävistä. Valtakunnansuunnittelutoimiston julkaisusarja B: 6.

Uudistushakkuut muodostavat suurimman toimenpideryhmän. Avohakkuun osuus on suurin, noin puolet uudistushakkuilla käsiteltävästä kokonaisalasta. Avohakkuuta ja siihen liittyvää metsänviljelyä olisi suoritettava pohjoispuoliskon kaikissa osissa, yleisesti lisäksi verraten laajoilla yhtenäisillä alueilla.

Vain n. 15.6 % pohjoispuoliskon metsäalasta on katsottu sellaiseksi, jolla ei tarvitse suorittaa mitään toimenpiteitä lähi 10-vuotiskauden aikana. Osuus on pohjoispuoliskon eteläosissa hieman pienempi kuin Koillis-Suomen ja Lapin alueella. Syynä on mm. lähinnä ojitusta kaipaavien II→I-ryhmän maiden runsas esiintyminen viimeksi mainitulla alueella.

Seuraavassa asetelmassa esitetään lopuksi eri inventointien tulosten vertailu keskeisimmistä toimenpideryhmistä. Tulosten laskentaperusteena on ollut kasvullinen metsämaa.

Toimenpide [1]) *Measure* [1])	Inventointi *Inventory*	Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Koillis-Suomi—Lappi
		1000 ha — *1000 hectares*	
Metsänviljely — *Forest cultivation*	1962—63	647	1 471
	1952—53	475	951
Taimiston hoito — *Tending of seedling*	1962—63	320	617
stands	1952—53	106	371
Kasvatushakkuu — *Intermediate cutting*	1962—63	907	768
	1952—53	844	1 049
Siemenpuuhakkuu — *Seed-tree cutting* .	1962—63	131	640
	1952—53	306	1 155
Suojuspuuhakkuu — *Shelterwood cutting*	1962—63	134	416
	1952—53	54	47
Avohakkuu — *Clear cutting*	1962—63	453	1 211
	1952—53	475	963
Toimenpide ei tarpeen — *No measure*	1962—63	355	640
needed	1952—53	656	891

[1]) Kts. taulukon 33 alahuom. — *Cf. foot note under Table 33.*

Vertailussa on otettava huomioon mm., että IV inventoinnissa on keinollinen uudistaminen asetettu entistä enemmän siemenpuuhakkuun edelle etenkin VMT-mailla. Tämän tyyppiryhmän mailla onkin suoritettu yleisesti avohakkuuta ja metsänviljelyä. IV inventoinnissa on suojuspuuhakkuuta ehdotettu myös männiköissä, III inventoinnissa vain kuusikoissa. Edellä (mm. s. 52—53) on myös korostettu muita eri inventointien luokitusperusteiden eroja, jotka samoin ovat aiheuttaneet lisäystä kehittämiskelvottomien metsiköiden ryhmään ja siten samalla suurentaneet esim. avohakkuun ja metsänviljelyn tarvetta.

Vertailu osoittaa käsittelyä kaipaavan alan lisääntyneen useissa toimenpideryhmissä, samalla kun se ala, jolla mitään toimenpidettä ei ole katsottu tarpeelliseksi, on supistunut. Inventointien välinen aika on luonnollisesti liian lyhyt, jotta sen aikana olisi ehditty suorittaa kaikki III inventoinnin

osoittamat metsänhoidolliset toimenpiteet. Näin on myös inventoinnin jälkeisenä 10-vuotiskautena taulukon 33 osoittamien kokonaisalojen laita. Vertailu antaa kuitenkin aiheen todeta, että inventointien välisenä aikana käsiteltyjen alojen (taulukko 29) ulkopuolella ja osittain käsitellyillä aloillakin on syntynyt uusia »rästejä». Vertailu antaa myös toistuvasti aiheen korostaa hakkuukohteiden valintaa ja jälkitoimenpiteiden suorittamista.

Metsien vastaisen käsittelyn tarpeen yhdistelmänä voidaan todeta, että uudistushakkuilla ja metsänviljelyllä on keskeinen merkitys maan pohjoispuoliskon metsien kunnostamisessa. Suoritetut tutkimukset ja havainnot osoittavat vakuuttavasti, että pohjoisesta sijainnista ja muista epäedullisista kasvuolosuhteista huolimatta tehokkaalla uudistustoiminnalla on mahdollista parantaa tuntuvasti metsien tilaa sekä lisätä puuston määrää, kasvua ja asteittain myös hakkuumahdollisuuksiakin.

Tasaveroisena metsien uudistamisen kanssa on metsissä toisaalta tarpeen suorittaa sellaisia toimenpiteitä, kuten taimiston hoitoa, kasvatushakkuita jne., joilla pyritään varmistamaan kehittämiskelpoisten taimistojen ja varttuneempien metsiköiden kehitys. Tätä osatehtävää on syytä korostaa etenkin siksi, että ryhmän metsiköt sijaitsevat yleensä hajallaan ja ovat usein uudistettavia metsiköitä pienialaisempia, joten ne saattavat helposti jäädä pitkäksikin aikaa käytännön hakkuutoiminnan ulkopuolelle.

Hakkuusuunnite

Lähi 10-vuotiskauden (v. 1964—73) vuotuisia hakkuumahdollisuuksia luonnehtiva hakkuusuunnite ilmaistaan kuorettomina kiintokuutiometreinä. Lisäksi esitetään arvio kokonaismäärän jakaantumisesta eri puutavaralajien kesken.

Inventoinnin tulosten osoittamat todennäköiset muutokset puuston kokonaismäärässä, kasvussa ja rakenteessa antoivat aiheen tarkistaa III inventoinnin tuloksiin perustuvat alueryhmittäiset hakkuusuunnitteet. Laskelmissa nojauduttiin IV inventoinnin tulosten lisäksi varhemmin laadittuihin suunnitteisiin [1]) sekä metsäojitustoimintaa ja eri puutavaralajien osuuksia koskeviin erillisselvityksiin. Metsäojitustoiminnan aiheuttamaksi suunnitteen lisäykseksi otettiin Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan alueella 150 000 m^3 ja Koillis-Suomen ja Lapin alueella 100 000 m^3 eli pohjoispuoliskossa yhteensä 250 000 m^3. Turvemailla samoin kuin kovilla metsämailla ei ole otettu huomioon lannoituksen vaikutusta.

Tarkistuksen perusteella katsottiin, että maan pohjoispuoliskon hakkuusuunnitteen kokonaismäärää (12.4 milj. m^3) oli syytä ainakin jossain määrin pienentää. Mhl-ryhmittäisen aluejaon mukaisesti tarkastellen päädyttiin koko pohjoispuoliskossa 1 milj. m^3:n vähennykseen. Vähennys keskittyy huomattavalta osalta Koillis-Suomen ja Lapin alueelle. Kokonaismäärän lisäksi suoritettiin eräitä puulajeittaisten ja eri puutavaralajien osuuksien tarkistuksia. Laskelmien tuloksena saadut alueryhmittäiset ja koko pohjoispuoliskon hakkuusuunnitteet nähdään taulukosta 34.

Suunnitteen kokonaismäärä ylittää puuston vuotuisen kokonaiskasvun n. 2 milj. m^3:llä. Ylitys on huomattavalta osalta kuusta, jonka kokonaiskasvu edellä esitettyjen tulosten mukaisesti on pienentynyt n. 1 milj. m^3. Edellä on toisaalta todettu, että pienentyminen johtunee ainakin osittain epäedullisista sääolosuhteista inventointien välisenä aikana. Vanhojen kuusikoiden huomattava osuus kuusipuuston kokonaismäärästä ja metsänviljelyn keskittyminen männyn kylvöön ja istutukseen aiheuttavat sen, että kuusipuusto ilmeisesti vähenee vastaisuudessakin maan pohjoispuoliskossa. Tulosten mukainen puuston kuutiomäärän pieneneminen jatkunee myös männyllä,

[1]) Yrjö Ilvessalo. 1959. Suomen metsien hakkuumahdollisuudet metsävarojen kehittämiseen tähtäävän hakkuusuunnitteen valossa. Metsäntutkimuslait. julk. 51. 9.

Heikurainen Leo, Kuusela Kullervo, Linnamies Olavi, Nyyssönen Aarne. 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. Metsätalouden suunnittelukomitean mietintö No 1—1961.

Taulukko 34. Hakkuusuunnitteen puulajisuhde.
Table 34. Distribution of the allowable cut on different tree species.

Kaikkiaan keskimäärin vuotta kohden vuosina 1964—73.
Total on an average per year in 1964—73.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Mänty — *Pine*		Kuusi — *Spruce*		Lehtipuut *Hardwoods*		Yhteensä *Total*	
	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³ *Mill. cu.m.*	%
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	2.45	43.0	2.10	36.8	1.15	20.2	5.70	100.0
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	2.05	41.0	1.54	30.8	1.41	28.2	5.00	100.0
1—2. Kaikki—*All*	4.50	42.1	3.64	34.0	2.56	23.9	10.70	100.0
Mhl-ryhmä *District group*	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%	milj.m³	%
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	2.26	42.4	1.90	35.6	1.17	22.0	5.33	100.0
2. Koillis-Suomi—Lappi	2.52	42.0	1.80	30.0	1.68	28.0	6.00	100.0
1—2. Kaikki—*All*	4.78	42.2	3.70	32.6	2.85	25.2	11.33	100.0

mikäli vuotuisissa hakkuumäärissä ei tapahdu jyrkkää vähenemistä. Puun käyttöä koskevat tutkimukset osoittavat, että havupuun poistuma oli v. 1960—62 maan pohjoispuoliskon mhl-ryhmien alueella keskimäärin hieman yli 10 milj. k-m³ kuoretta. Määrä ylittää havupuiden suunnitteen lähes 1.5 milj. m³:llä ja vuotuisen kasvun n. 3 milj. m³:llä. Suunnitteen ylitys keskittyy mäntyyn. Hukkapuun osuus lienee kuitenkin viime vuosina entisestään pienentynyt, onpa aikaisemmin metsään jäänyttä puuta otettu talteen huomattavat määrät (ns. sänkisavotat).

Ottamalla huomioon pohjoispuoliskon metsien puuston rakenne, erityisesti epäedullisesta puulaji- ja ikäluokkasuhteista johtuva pienehkö vuotuinen kasvu, ei ole mielekästä pyrkiä puuvarojen ja kasvun kartuttamiseen yksinomaan hakkuita pienentämällä. Puuvarojen kasvun ja poistuman keskinäistä suhdetta on kyllä syytä nykyoloissa tarkasti seurata. Edellä todettua suuruusluokkaa oleva ja vielä sitä pienempikin suunnitteen ja kasvun ylitys antaa ensi sijassa jälleen aiheen korostaa hakkuukohteiden valinnan sekä metsänhoito- ja metsänparannustyön tehostamisen keskeistä merkitystä. Kustannusten pienentämiseen tähtäävän hankintatekniikan tehostamisen rinnalla tulisi maan pohjoispuoliskossa yhtä hyvin kuin eteläpuoliskossakin olla vähintään tasaveroisena edellisen toiminnan kanssa metsänhoito- ja metsänparannustoiminta. On ilmeistä, että mainittujen kahden toimintamuodon lähentämisellä voidaan merkittävästi tehostaa metsien kunnostamista.

Hakkuusuunnitteen puutavaralajirakenteen laskentaperusteiden yksityiskohtien suhteen viitataan s. 59 mainittuihin julkaisuihin. Laskelmissa on pyritty soveltamaan seuraavia minimimittoja: tukit 6″ kuoren päältä,

ainespinotavara 8 cm kuoren alta sekä halko- ja ohutpuu 5—6 cm kuoren päältä. Eri puutavaralajien osuudet suunnitteen eri puulajien kokonaismääristä ovat seuraavat.

Alue *District*	Puulaji *Tree species*	Tukit *Logs*	Ainespinotavara *Industrial cordwood*	Ohutpuu ja halot *Small-diameter wood and fuelwood*	Hukkapuu *Wastewood*
		%			
1. Kainuu—Pohjois-Pohjanmaa	Mänty	48	37	10	5
	Kuusi	25	52	15	8
	Lehtipuut	2	35	43	20
2. Koillis-Suomi—Lappi	Mänty — *Pine*	40	44	10	6
	Kuusi — *Spruce*	22	51	17	10
	Lehtipuut—*Hardwoods*	1	30	44	25

Hakkuusuunnitteen sisältämät eri puutavaralajien kokonaismäärät nähdään taulukosta 35. Korostettakoon, että taulukon tulokset osoittavat sovellettujen laskentaperusteiden mukaisesti saatavia eri puutavaralajien kokonaismääriä. Suoritetut selvitykset osoittavat mm., että suunnitteessa tukeiksi luetuista kuusista saatetaan käytännön hakkuutoiminnassa tehdä paperipuuta. Hukkapuun osuus saattaa olla alueittain sovellettua osuutta suurempi tai pienempi jne. Alueittaisia hakkuulaskelmia tarkasteltaessa tai laadittaessa on näin ollen syytä ottaa huomioon paikalliset, eri puutavaralajien valmistamisessa käytettävät perusteet.

Taulukko 35. Hakkuusuunnitteen kokonaismäärän jakaantuminen puutavaralajeihin.
Table 35. Distribution of the allowable cut on different timber assortments.

Kaikkiaan keskimäärin vuotta kohden vuosina 1964—73.
Total on an average per year in 1964—73.

Vesistöalueryhmä *Group of water system areas*	Mänty- *Pine*	Kuusi- *Spruce*	Lehtipuu- *Hardwood*	Mänty- *Pine*	Kuusi- *Spruce*	Lehtipuu- *Hardwood*	Havupuu- *Coniferous*	Lehtipuu- *Hardwood*
	tukit — *logs*			ainespinotavara *industrial cordwood*			ohutpuu ja halot *small-diameter wood and fuelwood*	
	milj. j³ — *Mill.cu.ft.*			milj. p-m³ — *Mill.cu.m. piled measure*			milj. p-m³ *Mill.cu.m. piled measure*	
1. Oulu-, Simo-, Ii-, Kiiminkijoki	28.2	12.6	0.9	1.27	1.53	0.72	0.98	0.92
2. Tornio-, Muonio-, Kemijoki—Jäämeri	19.7	8.1	0.5	1.26	1.10	0.76	0.82	1.15
1—2. Kaikki — *All*	47.9	20.7	1.4	2.53	2.63	1.48	1.80	2.07
Mhl-ryhmä *District group*	Mänty-	Kuusi-	Lehtipuu-	Mänty-	Kuusi-	Lehtipuu-	Havupuu	Lehtipuu
	tukit, milj. j³			ainespinotavara, milj. p-m³			milj. p-m³	
1. Kainuu — Pohjois-Pohjanmaa	26.0	11.4	0.9	1.17	1.38	0.74	0.89	0.93
2. Koillis-Suomi—Lappi	24.2	9.5	0.6	1.55	1.29	0.91	0.97	1.37
1—2. Kaikki — *All*	50.2	20.9	1.5	2.72	2.67	1.65	1.86	2.30

The Fourth National Forest Inventory in Finland

3. Northern water system areas and Forestry Board districts
Summary in English

Introduction

When the plan for the Fourth National Forest Inventory was drawn up, the task had first to be limited to the southern districts of Finland. The field work for the inventory was carried out in 1960—61, and covered the water system areas and Forestry Board districts located south of the Oulujoki water system area. In 1962, it was also possible to extend the inventory to the northern districts, where the field works were carried out in 1962—63. When Prof. Yrjö Ilvessalo was drawing up an improved plan for the inventory covering northern Finland, which was based on that effected in the southern parts of the country, he suggested that instead of being carried out at intervals, the forest inventory ought to be a recurring, annual project. Such a proposal was accepted in 1962.

In 1962, when Prof. Ilvessalo retired, the inventory of the northern parts of the country was continued under the leadership of Prof. Kullervo Kuusela and the author. With the exception of a few minor completions, the inventory was carried out according to the plan drawn up by Prof. Ilvessalo. The author's task was to supervise the field works and the calculation of the results, and to compile the present paper on the most important results of the inventory.

Carrying out of the inventory

As part of the preliminaries for the inventory to be carried out in northern Finland, primary attention was given to practical exercises and excursions. In addition, inquiries were made concerning road net, quartering, etc., for the purpose of facilitating the field work and making it faster.

Fig. 1 presents the survey lines. The distance between the survey lines was 30 kilometres, except for the southern parts of Pohjois-Pohjanmaa, where the inventory was carried out in 1960—61. Just as in southern Finland, the distance between the sample plots was 250 metres, and their size, 0.03 hectares. In estimating the actual cut (by stump measurements), which was included in the inventory, the size of the sample plots was 0.05 hectares instead of the 0.03 hectares used in the southern parts of the country.

In the calculation of the results, the utilization of data processing machines was increased. The results were calculated, following the procedure used in southern Finland, on the basis of the so-called forest land of the new concept. This includes the productive forest land and a specified part of the poorly productive forest land (II→I) of the former concept, and a small area of waste land swamps, which have been drained for forest growth (III→I). The remainder of the poorly productive forest land (II→III) was included with waste lands. The basis of calculation for comparison of the results to those of the 1951—53 inventory was the productive, the poorly productive, and the total forest land of the former concept.

The results presented here include all ownership groups. The division of the forest area according to fertility is given in three groups: the MT-, VMT-, and EVT-groups. These site groups are further divided according to dominant tree species into pine, spruce, and hardwood dominated stands and open areas. Also, the age distribution will be examined on the basis of a classification which is not very detailed.

Table 1 presents the investigational material obtained in the inventory. It shows the lengths of survey lines and the number of sample plots in the different land categories.

Distribution of the total land area and the forest land area on main groups

The total land area of the northernmost water system areas, which are dealt with here, and which form the northern part of Finland, is 13 486 hectares. The corresponding area, calculated on the basis of the northernmost Forestry Board districts, is 14 450 hectares. Table 2 (p. 12) shows the distribution of the total area on the territorial groups formed, and furthermore, on the main groups used in the inventory. The distribution of the poorly productive forest land area of the former concept on the specified subgroups is presented in the table on p. 12. Table 3 (p. 13) reveals the results concerning the forest land area and its distribution on main groups, according to the 1952—53 and 1962—63 inventories. Comparison shows that the productive forest land area has decreased during the period of time between the inventories. The changes which can be seen in the table, may be due in part to differences in the principles of classification in the different inventories; partly, they may be caused by the rather sparse net of survey lines in the 1962—63 inventory. The table on p. 14 presents the main results concerning the swamp area.

Composition and age classes of the forests

The results presented in Table 5 (p. 15) reveal the composition of the forests in the total forest land area of the new concept. We can see that pine dominated stands are prevalent in northern Finland. Because of cuttings for regeneration, the extent of pine dominated forests will increase in the future. Table 6 (p. 16) shows the forest composition in the most central forest land categories. The results of different inventories are compared in Table 7 (p. 17).

The distribution of forests on age classes is compiled in Table 8. Parts 1 and 2 of the table (p. 18) concern the total northern part of the country; part 3 (p. 20) shows the results by territorial groups. The results indicate that forests belonging to the highest age classes occur abundantly. This again conforms to the findings of the 1952—53 inventory.

Comparison with the results of the 1952—53 inventory (Table 9, p. 22) was again limited to concern only the productive forest land area. It shows that the area of young pine stands, even if they include standards abundantly, has considerably increased in the time interval between the inventories. An unfavourable finding which can also be seen in the table, is that the area of stands, 81—120 years in age, has decreased.

Growing stock

The results concerning the cubic volume of the growing stock are expressed in solid cubic metres, including bark. The m e a n v o l u m e per hectare is, according to Table 10 (p. 23), 50—51 cu.m/ha in the northern part of the country; the former, based on calculations by groups of water system areas, and the latter, by Forestry Board district groups. The result is about 58 % of the corresponding figure for southern

Finland. Table 10 further shows the mean volume in stands with different tree species dominating, and Table 11 (p. 24) presents it by age classes. Comparison of the results of the different inventories (Table 12, p. 25) indicates that the mean volume has decreased about 5 cu.m. in the southern and about 7 cu.m. in the northernmost parts of north Finland.

In Table 13 (p. 26), which presents the total growing stock, the groups II→I and III→I, which in comparison to the other site groups, bear smaller stands, have been disregarded in the territorial examination. The share of these groups of the total growing stock, and its distribution on different tree species can be seen from the results concerning the total northern part of the country.

Table 14 (p. 27) reveals that the total growing stock has decreased in the time interval between the inventories in all territorial groups. The findings show that the productive forest land area and the mean volume of the forests have decreased during the period of time between the inventories; in addition, we can see that the young stands, which have originated as a consequence of the extensive cuttings for regeneration, do not become apparent yet, in the results concerning the growing stock and its growth. On the basis of the results presented in the table on p. 28, we can see that the decrease in the growing stock has principally occurred in the age classes of 81—100 and 101—120 years.

For the examination of the proportional representation of large-sized trees in the growing stock, the total volume of the forests (including bark) was divided on categories on the basis of the diameter at breast height of the trees. Table 15 (p. 28) presents the average results for all tree species, Table 17 (p. 30), on the other hand, the findings by tree species. Comparison of the results of the different inventories (Tables 16, p. 29 and 18, p. 30) indicates that no significant changes in the proportional distribution of the growing stock on different diameter classes have taken place during the time interval between the inventories.

Saw-timber trees

In the inventory, the minimum diameter of saw-timber trees was 18 cm at breast height. Of the trees of at least this size, those were considered as saw-timber trees, which, when conifers were in question, would yield at least one minimum sawlog, 18′ × 6″ (top diameter including bark), meeting the requirement of at least log grade III. As regards hardwood timber, the corresponding size was 18′ × 7″ (diameter halfway along the log, including bark) or 12′ × 8″.

The results concerning the saw-timber trees are presented in terms of average and total numbers by the territorial groups. Table 19 (p. 31) presents the average number of saw-timber logs per hectare. The average numbers obtained for all tree species together are 55—56 stems per hectare, which is about one half of the corresponding results for southern Finland. Comparison of the results of the different inventories was based on the productive forest land of the former concept. The results obtained are presented in Table 20 (p. 32). The increase by about 10 % in the number of saw-timber trees, which can be seen in the table, is principally due to saw-timber pines of small dimensions occurring in the southern parts of north Finland.

Table 21 (p. 33) shows the total numbers of saw-timber trees. In the inventory, measurements on the average volume of saw-timber trees were not carried out. In respect to this characteristic we refer to the results of the 1952—53 inventory.

Comparison of the results of the different inventories (Table 22, p. 34) shows that the total number of saw-timber trees has increased by about 10 %. This amount is almost equally distributed on saw-timber trees in pine and spruce of small dimensions.

Annual growth

In the calculations of the growth of the forests, which is expressed in solid cubic metres, excluding bark, per year, the basic period of calculation was five years, as even in the southern parts of the country. The annual mean growth (Table 23, p. 35) is 1 cu.m. per hectare and year for the whole area of northern Finland. This is only one third of the corresponding result for southern Finland. Table 22 further shows the mean growth by different groups of forest land, and in stands of different composition. The results concerning the annual mean growth of the different inventories are presented in Table 24 (p. 36) and in the table on p. 37.

The total annual growth of the forests (Table 25, p. 37) is almost evenly distributed on the different groups of water system areas and, still more evenly, on the Forestry Board district groups. Of the total annual growth, more than one half occurs in pine. In the southern part of the country, the corresponding share is only about one third. Table 26 (p. 38) gives additional information on the results concerning the total growth. The results of the growth calculations give reason to emphasize that, in the northern parts of the country, we ought to select the objects of regeneration carefully, even in regeneration of old stands.

Comparison of the total growth of the different inventories (Table 27, p. 39) reveals that the total annual growth of the forests has decreased by about 15—16 % during the time interval between the inventories. This is partly due to the decrease in the total volume of the forests; another reason for the decrease in the increment is that the forests become older. Furthermore, the unfavourable distribution of the forests on different age classes, the cutting activity, and the fact previously mentioned, that very young seedling stands do not yet appear in the results of the growth calculations, are factors influencing the growth figures negatively. The figures presented in the table on p. 39, too, support these conclusions. Partly the decrease in increment may also be due to annual fluctuations in weather conditions (growth indices, p. 40).

Distribution of the forests on development classes

On p. 41, we can see the classification used in estimating the distribution of the forests on development classes. The open areas, which in respect to their silvicultural condition belong into the category of forests in which the silvicultural measure has been delayed, or 90 % of the total area of this group, were added to the category of underproductive forests. The rest was added to the area of stands for ordinary regeneration. The examination was limited to concern only the results of the 1962—63 inventory. The results are shown in Table 28 (p. 42).

In the northern part of the country, 1 364 000 hectares, or 15.8 % of the forest land of the new concept, is covered by seedling stands, of which the main part is pine dominated. However, standards occur abundantly in the seedling stands, and about 20 % of the area of pure seedling stands, and about 30 % of the area of seedling stands with standards, occur on forest land of the category II→I, mainly in pine swamps. The area of forests to be treated with intermediate cuttings is the largest, 2 718 000 hectares, or 31.5 % of the total area. In part of the accretion stands belonging in this category, the age would allow regeneration. Ordinary regeneration stands and stands in which regeneration has been already started, also occur to a considerable extent, in total 2 281 000 hectares. Almost the same total area, 2 267 000 hectares, or 26.3 %, is covered by underproductive stands, which are to be regenerated in the first instance.

Pre-inventory treatment of the forests

Table 29 (p. 45) presents the classification used in estimating the pre-inventory treatment of the stands during the last 10-year period, as well as the results of this estimation. As the estimation of the moment for the last cutting, particularly in cutting areas more than five years old, is uncertain, the results in Table 29 only show the different measures approximately, and their proportions.

The examination of the results was limited to concern only the Forestry Board district groups in the northern part of the country. The results presented in Table 29 show that different measures have been carried out in about 31 % of the total forest land area of northern Finland. In about one half of this area, the measure has been strong cutting, either accretion or regeneration cutting; in addition, about 120 000 hectares have been treated with destroying selection cuttings. However, the results concerning forest cultivation, tending of seedling stands, liberation of seedling stands, and thinnings show that the cutting activity has not one-sidedly been focused on regeneration cuttings.

Almost 70 % of the forest land area has not been treated at all, according to the results. However, the category of stands in which nothing has been done includes a total of 1 542 000 hectares of forest land of the groups II→I and III→I. In addition, the cutting cycle is relatively long in northern Finland. However, the area of forests in which nothing has been done includes, to a considerable extent, stands which are in urgent need of treatment.

Silvicultural condition of the forests

In the estimation of the silvicultural condition, two different classifications were used. In respect to details of the basis for classification, we refer to the information given on p. 9, concerning the papers on the results of the inventory in southern Finland.

As even before, the results are presented only by Forestry Board district groups in northern Finland. The results presented in Table 30 a (p. 49) throw light on the relationships between forests capable for development and uncapable of development (underproductive), and in addition, the proportions of the different categories of silvicultural condition. The corresponding results, according to the second classification, are shown in the table on p. 49. The examination was completed, first by stands capable for development (Table 30 b, p. 51 and the table on p. 51), and then by stands uncapable for development (Table 31, p. 52). Finally, comparison was carried out on the basis of the results of the 1952—53 and 1962—63 inventories (Table 32, p. 53). In the comparison, the productive forest land area was used as basis for the calculations.

Silvicultural program

On each stand figure touched by the survey lines, the last task of the survey team was to determine the silvicultural measure required during the next 10-year period. The results, which are presented in Table 33 (p. 55) primarily indicate the silvicultural condition and its demands for silvicultural measures at the moment for the inventory. However, the results form a base for the planning of the practical silvicultural program. In this inventory, no clarification was carried out concerning the area of swamps capable for drainage or the need for drainage.

As a summary of the future need for treatment of the forests, we can note that cuttings for regeneration followed by forest cultivation are of particular importance for the repairing of the forests in northern Finland. Even other silvicultural measures, however, are urgently needed: tending of seedling stands, liberation of seedling stands, and intermediate cuttings. There is particular reason to emphasize the importance of careful selection of stands to be cut.

Allowable cut

The allowable cut (Table 34, p. 60), which characterizes the qualifications for annual cuttings, is expressed in solid cubic metres. In addition, the distribution of the total volume on different wood assortments is presented on the basis of estimation.

The probable changes in total volume, increment, and structure of the forests indicated by the results of the inventory gave reason to check the previously calculated allowable cut, which was based on the findings of the 1952—53 inventory, and calculated by territorial districts, and for the whole northern Finland. For the total area of northern Finland, the result was a decrease by one million cubic metres. Table 34 (p. 60) shows the total amounts of the allowable cut by the differently divided territorial groups, and for the whole northern district, as well as its distribution on different tree species. Table 35 (p. 61), on the other hand, shows the distribution of the allowable cut of different wood assortments. The table on p. 61 presents the results concerning the proportions of the different wood assortments, and gives a summary of the results obtained on the basis of other bases of calculation.

LEHTIPUUVALTAISET METSÄVARAT JA NIIDEN KEHITTÄMISEN ONGELMIA PERTUNMAAN PITÄJÄN KOEINVENTOINNIN VALOSSA

MIKKO ILVESSALO

DIE HOLZVORRÄTE DER WÄLDER MIT ÜBERWIEGENDEM LAUBBAUMBESTAND SOWIE DEREN ENTWICKLUNGS-PROBLEME IM LICHTE DER PROBEINVENTUR VON PERTUNMAA-GEBIET

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1966

Helsinki 1966. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat

Pertunmaan pitäjän metsien koeinventointi on sisältynyt osana Metsäntutkimuslaitoksen metsien inventointitutkimuksiin. Inventoinnin kenttätyö uskottiin metsäteknikko Veikko Puurtisen ja allekirjoittaneen yhteisesti suoritettavaksi sekä tulosten kokoaminen ja tämän julkaisun valmistaminen allekirjoittaneelle. Inventoinnin tulosten laskentaan, joka on tapahtunut vuosina 1960—63 toimeenpannun IV:n valtakunnan metsien inventoinnin välitöinä, on osallistunut useita Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosaston henkilöitä. Kaikki he, joista suurimman työn ovat tehneet metsäteknikko Veikko Puurtinen, fil.maisteri Alli Salovaara ja tutkimusapulainen Lyyli Ilvessalo, sekä myös lähimpänä kenttätyöapulaisenani toiminut tutkimusapulainen Pekka Oksman, ansaitsevat suorituksistaan parhaat kiitokset.

Koeinventoinnin valmistelussa ja suorituksen aikana antoi monella tavalla arvokasta apua Pertunmaan kunnanjohtaja Aulis Manelius. Maastotyön suorituksessa olivat erittäin suureksi avuksi Pertunmaan metsänhoitoyhdistyksen metsäteknikot Väinö Ahonen ja Tarmo Ahola sekä myöhemmin Aatos Ahonen. Heille, samoin kuin pitäjän väestölle, joka erittäin suopeasti ja avustavasti suhtautui inventointiin sen suoritusta paljon helpottaen, esitän kenttätyöntekijäin kiitokset.

Koeinventoinnin suoritus tapahtui metsänarvioimisen tutkimusosaston silloisen esimiehen Suomen Akatemian jäsenen professori Yrjö Ilvessalon ohjaamana, ja tämän julkaisun lopullisessa valmistamisessa on osaston esimies professori Kullervo Kuusela antanut arvokkaita neuvoja. Metsäntutkimuslaitoksen ylijohtaja professori Viljo Holopainen on käsikirjoitusta tarkastaessaan suurta vaivaa nähden lyhentänyt sitä painatuskustannusten supistamiseksi kohtuullisiin rajoihin. Tunnen heitä kaikkia kohtaan suurta kiitollisuutta.

Mikko Ilvessalo

Sisällysluettelo

Sivu

Alkusanat 3

1. Koeinventoinnin tarkoitus, alue ja menetelmä 5
   11. Tarkoitus 5
   12. Koepitäjän metsätaloudellinen sijainti ja luonne 7
   13. Inventoinnin menetelmä 8

2. Pitäjän metsävarat inventointitulosten valossa 11
   21. Metsämaan ala ja laatu 11
   22. Metsien puulajivaltaisuus 12
   23. Ikäluokkarakenne 13
   24. Puuston kuutiomäärä 15
   25. Puuston kasvu 20

3. Metsien kehitysluokkarakenne, metsänhoidollinen tila ja kehittämiseen tähtäävä ohjelma 22
   31. Kehitysluokkarakenne 22
   32. Metsänhoidollinen tila 24
   33. Metsien käsittely ja kehittämiseen tähtäävä ohjelma 28
   34. Luontaisen uudistamisen mahdollisuudet ja metsänviljelyn tarve 33

4. Metsien kehittämiseen tähtäävä hakkuusuunnite ja viime vuosien hakkuumäärä, niiden rakenne ja arvo 35

5. Metsälösuuruusluokkien metsien vertailu 41
   51. Vertailun tarkoitus ja tapa 41
   52. Metsämaa 42
   53. Pinta-alallinen puulaji- ja ikärakenne 42
   54. Puuston kuutiomäärä ja kasvu 44
   55. Kehitysluokkarakenne ja metsänhoidollinen tila 47
   56. Metsien kehittämiseen tähtäävä ohjelma 49
   57. Metsälösuuruusluokkien sopeutuminen koko pitäjän metsien kehittämiseen tähtäävään ohjelmaan 52

6. Tulosten luotettavuuden arviointia 54

Referat 57

1. Koeinventoinnin tarkoitus, alue ja menetelmä

11. Tarkoitus

Valtakunnan metsien inventoinnin työohjelmaan sisällytettiin vuonna 1959 eräiden erikoiskysymysten selvittämiseksi kaksi pitäjän koeinventointia. Nämä oli suoritettava samanlaisin arvioimismenetelmin yleisenä yhtenäisenä inventointina, jota jäljempänä nimitetään lyhyesti yleisinventoinniksi ja metsälöpinta-alan mukaisiin suuruusluokkiin ryhmitettynä tiloittaisena inventointina kahdessa metsien puolesta erilaisessa, pääasiallisesti maatilametsälöitä käsittävässä pitäjässä.

Näistä koepitäjistä toinen oli hyvin vahvasti havupuuvaltainen Sahalahti, jonka yleisinventointi oli osana Sahalahden—Kuhmalahden metsien puolivuosisataista kehitystä koskevassa tutkimuksessa. Toinen oli Pertunmaa, joka kuuluu Keski- ja Itä-Suomen myöhään jatkuneen kaskiviljelyn laajaan alueeseen ja käsittää karttakuvan 1 osoittamasti suuressa määrin koivuvaltaisia metsiä. [1])

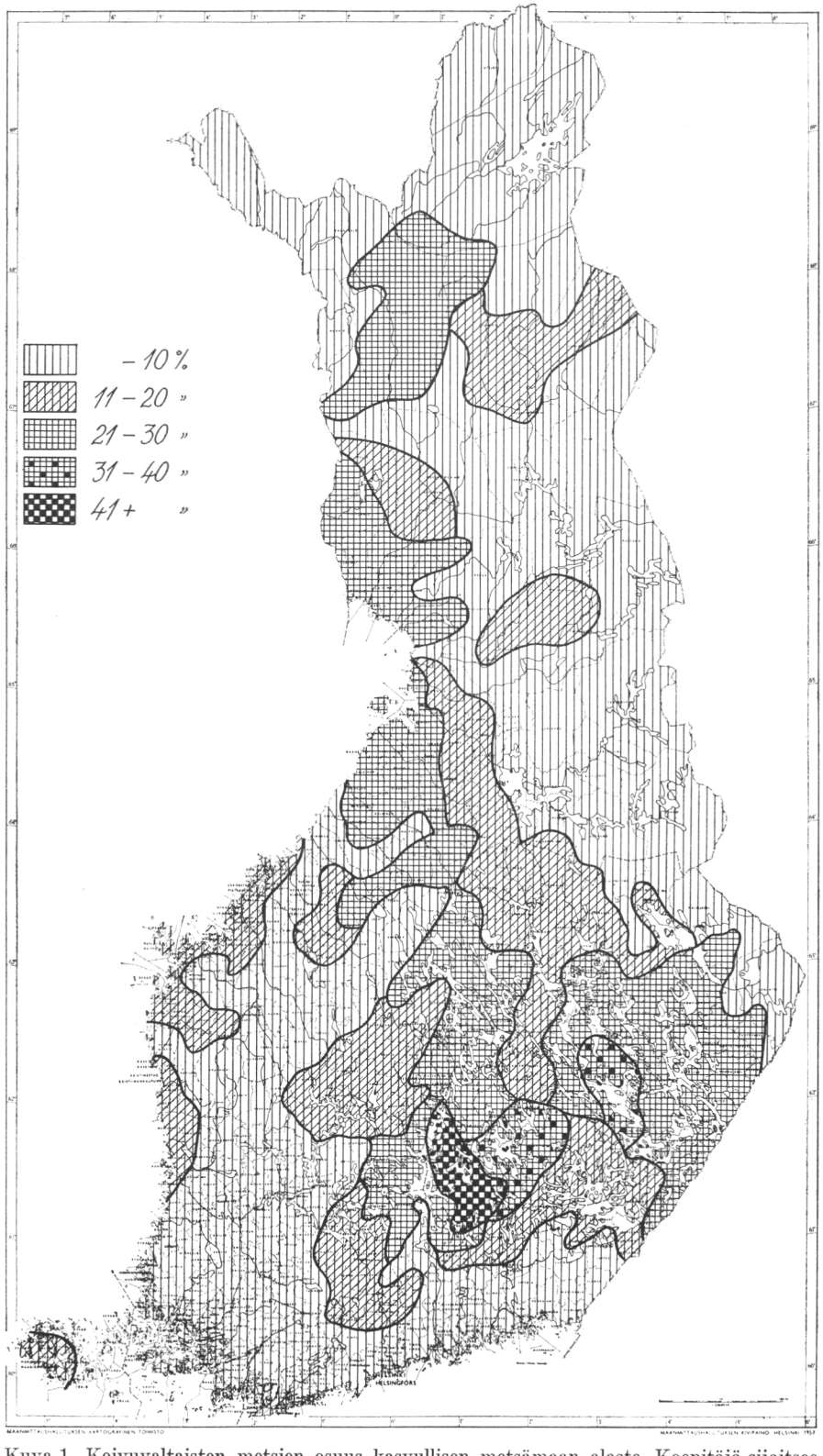
Sahalahden koeinventointi oli varsinaisesti tarkoitettu laajan alueen yleisinventoinnin ja metsälöittäisen inventoinnin tulosten sekä erityisesti tulosten luotettavuuden vertailua käsittäväksi tutkimukseksi. [2]) Pertunmaan tutkimuksella pyritään erityisesti selvittelemään koivu- ja yleensä lehtipuuvaltaiselle seudulle erikoisia metsävarojen ja metsien käsittelyn sekä näiden kehittämisen ongelmia. Tätä pidettiin tarpeellisena etenkin sen johdosta, että lehtipuiden vähentäminen tuottavampien havupuiden hyväksi alettiin 1950-luvun lopulla yleisesti käsittää hyvin huomattavaksi osaksi metsien kehittämispyrkimyksissä. [3]) Arkistoimalla koeinventoinnin työsuunnitelma, kartat ja aineisto on tarkoitettu mahdolliseksi suurta lehtipuuvaltaisuutta käsittävän koepitäjän toistuvin inventoinnein jatkuvasti tarkastella edellä mainittua metsiemme kehittämispyrkimyksissä huomattavan osan käsittävää erikoiskysymystä, sen ratkaisuyrityksiä ja saavutettavia tuloksia.

---

[1]) Olli Heikinheimo, Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Kartat 2 ja 4. AFF (Acta forestalia fennica) 4. 1915.

[2]) Veikko Mäkinen, Yhtenäinen ja metsälöittäinen arviointi metsäalueen inventointimenetelminä. MTJ (Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja) 58.2. 1964.

[3]) Yrjö Ilvessalo, Suomen metsien hakkuumahdollisuudet metsävarojen kehittämiseen tähtäävän hakkuusuunnitteen valossa. MTJ 51.9 1959 sekä Komiteanmietintö N:o 1, 1960.



Kuva 1. Koivuvaltaisten metsien osuus kasvullisen metsämaan alasta. Koepitäjä sijaitsee tummimmin varjostetussa seudussa.

Abb. 2. Anteil der Wälder mit überwiegender Birke an dem gesamten Areal des produktiven Waldbodens. Das Probegebiet liegt in der dunklest beschatteten Gegend. — Yrjö Ilvessalo MTJ 51.9.

Koepitäjän yleisinventoinnin tulokset käsitellään ensiksi kokonaisuutena ja metsälöinventoinnin tulokset sen jälkeen supistetusti omana kokonaisuutenaan. Siten viimeksi mainitut voidaan saada esille selvemmin kuin jaettuna moneen kohtaan pitäjän tulosten esitykseen. Tulosten luotettavuuden tarkastelua esitetään viimeisessä luvussa.

Avaramman käsityksen saamiseksi koeinventoinnin (1959—60) koko pitäjälle antamia tuloksia verrataan likimäärin samanaikaisesti (1960—61) suoritetun maan eteläpuoliskon IV inventoinnin tuloksiin. Kun tässä inventoinnissa ei ole käsitelty erikseen metsänhoitolautakuntien alueita, tehdään vertailu eräiltä osilta Oulun lääniä eteläisempään maan koko eteläpuoliskoon sekä yleisesti ja taulukoissa niiden supistamiseksi tavallisesti vain keskimäärin enimmin lehtipuuvaltaisuutta käsittävään itäosaan, joka koostuu Etelä-, Itä- ja Pohjois-Savon sekä Pohjois-Karjalan metsänhoitolautakunnan alueista. Tehtäviä vertailuja silmällä pitäen koeinventoinnin tulosten esityksessä pyritään käyttämään samanlaista järjestystä ja samantapaisia taulukoita kuin IV inventoinnin tuloksia koskevassa julkaisussa.[1])

12. Koepitäjän metsätaloudellinen sijainti ja luonne

Pertunmaan koepitäjä sijaitsee Mikkelin läänin ja Etelä-Savon metsänhoitolautakunnan lounaisosassa. Laajalti haaroittuvat Kymijokeen virtaavat uittokelpoiset vesistöt, keskuksina luode-kaakko suuntaiset järvet Peruvesi ja Pienvesi, sekä verraten tiheä Mikkelin—Heinolan valtatiehen yhtyvä tieverkko helpottavat puutavaran kuljetusta. Pitäjän alueella ei ole mainittavaa teollisuuslaitosta, ja tilojen peltoalat ovat yleisesti niin pieniä, että pääosalta maa- ja metsätalouden piiriin kuuluva väestö on suuressa määrin sivuansion tarpeessa ja metsätyöhön tottunutta.[2]) Metsätalouden harjoittamiseen on siis puutavaran kuljetuksen ja työvoiman kannalta yleisesti hyvät edellytykset, joten pitäjän metsätaloudellista sijaintia voidaan pitää hyvänä.

Pitäjän 37 221 ha käsittävästä maapinta-alasta on 35 028 ha eli 94.1 % varsinaisessa yksityisomistuksessa, 192 ha metsähallinnon alaista valtion maata, 41 ha yhtiöiden, 97 ha osuuskuntien, 659 ha kunnan ja 47 ha seurakunnan maata sekä 690 ha yhteismetsiä ja 467 ha asutushallituksen hallintaan kuuluvia hallintasopimussuhteessa olevia tiloja ja lisämaita.[2]) Metsämaan alasta kuului vuoden 1959 yleisen maatalouslaskennan mukaan yksityismetsälöihin 25 553 ha eli 93.1 %, ja ne jakaantuivat v. 1959 koepitäjässä

[1]) Yrjö Ilvessalo, IV valtakunnan metsien inventointi. 2. Maan eteläpuoliskon metsänhoitolautakuntien alueryhmät. MTJ 57.4 1963.

[2]) Pertunmaan kunnalliskertomus 1961.

ja vertauksen vuoksi maan koko eteläpuoliskossa sekä sen itäosassa metsäalan mukaisiin suuruusluokkiin seuraavasti:[1])

	suuruusluokka metsäalan mukaan, ha						
	0.1—4.9	5.0—9.9	10.0—19.9	20.0—49.9	50.0—99.9	100.0+	Yht. %
koepitäjässä	18.0	14.1	23.9	29.6	9.3	5.1	100.0
maan eteläpuoliskossa ..	22.1	14.9	23.2	27.6	9.2	3.0	100.0
eteläpuoliskon itäosassa	16.3	10.6	22.4	32.8	12.2	5.7	100.0

Koepitäjälle ominainen maatilametsätalous on voimakkaasti pienmetsälövaltaista niin kuin yleisesti maan eteläpuoliskossa ja myös sen itäosassa.

13. Inventoinnin menetelmä

Inventoinnin molemmat osat, pitäjän yleisinventointi ja suuruusluokittainen inventointi, suoritettiin molemmat samalla tavalla linjoittaisena maa- ja metsikkökuvioittaisena silmävaraisena arviointina ja puuston mittauksen käsittävänä ympyräkoeala-arviointina.

Inventoinnin suunnittelussa arvioimislinjat piirrettiin Pertunmaasta mittakaavassa 1 : 20 000 maatalous- ja metsäverotusta varten tehtyjen ilmakuvakarttojen pohjalla laadittuihin pitäjänkarttoihin. Metsälöinventoinnin näytemetsälöt arvottiin pitäjän tilat käsittävän veroluokituskortiston perusteella suuruusluokittain siten, että kukin luokka saisi n. 10 %:n edustuksen. Pienimpään luokkaan tuli kuitenkin näin tarpeettoman suurelta näyttävä lukumäärä ja luokkaan 100.0 + ha sen 8:sta metsälöstä vain yksi. Tästä syystä edellisen luokan näytemetsälöitä supistettiin ja jälkimmäisen lisättiin. Jokaiseen luokkaan otettiin lisäksi varametsälöitä siltä varalta, että jotakin luokan arvotuista metsälöistä jostakin syystä ei voitaisi arvioida. Kun eräissä pinta-aloissa myöhemmin ilmeni vähäisiä eroja, näytemetsälöt jakaantuivat suuruusluokkiin seuraavan asetelman mukaisesti, johon on merkitty myös luokkien osuudet yksityismetsälöiden koko alasta, oletettaessa että luokkien keskiarvot edustavat luokkia oikein:

suuruusluokka metsäalan mukaan, ha						
<5.0	5.0—9.9	10.0—19.9	20.0—49.9	50.0—99.9	100.0+	Yhteensä
näytemetsälöiden lukumäärä						
21	13	21	24	11	7	97
luokan metsäpinta-ala, ha						
240	937	3 195	8 330	6 225	8 801	27 728
0.9	3.4	11.5	30.0	22.5	31.7	100.0 %

[1]) Maatalous. Yleinen maatalouslaskenta. III nide. Metsälötilasto. Suomen virallinen tilasto III. 55. Helsinki 1962.

Tilastoon sisältyvät tämän julkaisun mukaan sellaiset »maa-alueet, joiden kokonaismaa-ala on vähintään 2.0 ha ja joista osa on metsää».

Kokonaismetsäala eroaa yleisen maatalouslaskennan osoittamasta alasta 25 553 ha:sta ilmeisesti etenkin siitä syystä, etteivät suuruusluokkien keskukset kuvaa tarkoin kunkin luokan todellista metsäalan keskiarvoa.

Ennen inventoinnin alkamista tehtiin pitäjän alueella retkeily, jonka tarkoituksena oli suunnitelman toteuttamisen kokeilu sekä inventointia suorittavien henkilöiden työn yhtenäisyyden varmistaminen.

Inventoinnissa linjaväli oli yleisarvioinnissa 1000 m. Varsinaisten koealojen väli linjoilla oli 400 m, mutta jäljempänä selitettäviä kantokoealoja mitattiin lisäksi varsinaisten koealojen etäisyyden puolivälistä. Metsälöarvioinnissa linja- ja koealaväli oli metsälön pinta-alan suuruuden mukaisesti lisääntyvä seuraavasti: $\leq$ 1 ha 40 m, 1.1—5 ha 50 m, 5.1—10 ha 60 m, sen jälkeen aina 20 metrillä 20 ha kohden 240 ha:iin saakka, 240.1—300 ha:n metsälöillä 260 m sekä 300 ha suuremmilla 300 m.

Ympyräkoealojen koko oli 3 aaria, säde 9.78 m, d 10.1 + cm puille ja samasta keskuksesta 1 aari, säde 5.64 m, 0.1—10 cm:n puille. Taimettumisen selvittämiseksi luettiin lisäksi 1.3 m lyhyemmät taimet $\leq$0.5 ja 0.5+ metrin pituusluokin 10 m^2:n alalta, 1.78 m:n säteellä koealan keskuksesta. Tämä tehtävä rajoitettiin taimikko-, uudistus- ja väljennyskoealoihin, joilla sillä lähinnä merkitystä on.

Maiden ryhmitys ja luokitus sekä puulajisuhteita, ikää ja tiheyttä koskeva arviointi oli pääpiirtein samanlainen, mutta osaksi yksityiskohtaisemmin jaoteltu kuin 1960—61 valtakunnan metsien inventoinnissa. Myös metsiköiden metsänhoidollinen kuvaus — kehitysluokat, käsittely, metsänhoidollinen tila ja inventointia seuraavana likimäärin 10-vuotiskautena tarpeelliseksi arvioitava käsittely — oli yleisesti samanlainen. Näiltä osilta viitataan tilan säästämiseksi mainitun inventoinnin julkaisuun.[1])

Koealojen mittauksessa puidenluku tapahtui pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukoiden edellyttämällä tavalla.[2]) Koepuut mitattiin kunkin d-luokan siitä puusta, joka oli ympyräkoealan keskusta lähimpänä, ja ottaen huomioon, että ajan mittaan saatiin riittävää jakaantumaa läpimittaluokkiin. Pituus ja kapeneminen mitattiin vallitsevan puuston pääpuulajista 2—4 puusta ja yli 20 % kuutiomäärästä käsittävistä sekapuulajeista niiden runsauden mukaan 1—2 puusta sekä samoin 1—2 ylis- ja alikasvospuusta, milloin näitä huomattavassa määrin oli. Kasvun tekijät, 5:n viime vuoden — mittausvuotta lukuun ottamatta — sädekasvu rinnankorkeudella ja pituuskasvu (lehtipuista latvuskerros) mitattiin edellä mainittujen alarajalukujen mukaisesti ensimmäisistä koepuista. Edelleen mitattiin kairauksin ikä rinnankorkeudelta ja lisättiin siihen ohjeiden mukaisesti

[1]) Siv. 7 alahuom. viitattu julkaisu.

[2]) Yrjö Ilvessalo, Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Tapio. Helsinki 1948.

vaihteleva vuosilukumäärä todellisen iän määrittämiseksi. Arvioimisvuoden edellisen hakkuu(hankinta-)vuoden kannot pyrittiin erottamaan muista kannoista ja mitattiin hakkuumäärän selvittämistä tarkoittaen samanlaisin perustein kuin IV:ssä valtakunnan metsien inventoinnissa.[1])

Koeleimaus tehtiin jokaisella koealalla, jolla ensi 10-vuotiskautena arvioitiin tarpeelliseksi hakkuukäsittely. Siinä otettiin huomioon poistopuiden todennäköinen kehitys ennen tulevaa hakkuuta. Poistopuustosta otettiin omat koepuunsa. Koeleimauksessa kiinnitettiin erityisesti huomiota lehtipuiden poistamisen tarpeeseen. Lehtipuuvaltaisissa metsiköissä oli harkittava, olisiko metsikkö jo ensi 10-vuotiskautena siirrettävä havupuulle ja olisiko siinä havusekapuiden avulla mahdollisuutta luontaiseen uudistamiseen, vai olisiko suoritettava metsänviljely sekä olisiko ja minkä verran jätettävä suojapuustoa. Harkittaessa edullisemmaksi kasvattaa metsikköä edelleen II:lle 10-vuotiskaudelle leimaus tapahtui voimakkaan harvennuksen tai väljennyksen mukaisesti tulevaa uudistusta silmällä pitäen. Havupuuvaltaisissa metsiköissä suosittiin kehittämiskelpoisia havupuita niiden haittana olevia tai selvästi haitaksi jo ensi 10-vuotiskautena muodostuvia lehtipuita leimaten, jolleivat nämä olleet laadultaan aivan ilmeisesti haittaamiansa havupuita parempia.

K e r t y n y t a i n e i s t o koostui menetelmän mukaisesti linja-arvioinnin ja koealamittausten tuloksista. Pitäjän yleisarvioinnissa mitattiin arvioimislinjaa 374 525 metriä, josta metsämaalla 298 855 m, joutomaalla 10 010 m sekä viljelys-, asunto-, tie- yms. alueilla 65 660 m. Arvioimislinjaa tuli keskimäärin hehtaarin alaa kohden 10.1 m. Varsinaisten täydellisesti mitattujen koealojen lukumäärä oli 731 sekä leimauskoealojen 526, joten koeleimaus suoritettiin 72 %:lla koealoista.

Metsälöarviointi käsitti 97 metsälöä ja niissä metsämaalla 283 580 m arvioimislinjaa ja 2 688 koealaa, joita oli keskimäärin tilaa kohden 27.7 ja metsähehtaaria kohden 0.8. Vastaavat luvut olivat suuruusluokittain seuraavat:

	suuruusluokka, ha						
	≤5.0	5.0—9.9	10.0—19.9	20.0—29.9	30.0—49.9	50.0—99.9	100.0+
	arvioimislinjaa, m						
kaikkiaan	5 674	13 705	40 055	27 209	50 559	63 147	83 231
tilaa kohden....	270	1 054	1 907	2 474	3 889	5 741	11 890
ha kohden	151	137	122	103	101	87	63
	koealoja, kpl						
kaikkiaan	96	192	500	305	507	558	530
tilaa kohden....	4.6	14.8	23.8	27.7	39.0	50.7	75.7
ha kohden	2.5	1.9	1.5	1.2	1.0	0.8	0.4

[1]) P a a v o T i i h o n e n, Hakkuupoistuma hankintakausina 1959—60 ja 1960—61 maan eteläpuoliskossa. MA (Metsätaloudellinen Aikakauslehti) No. 5—6, 1962.

2. Pitäjän metsävarat inventointitulosten valossa

21. Metsämaan ala ja laatu

Taulukko 1 osoittaa, että Pertunmaan 37 221 hehtaarin suuruisesta maa-alasta on 29 702 ha eli 79.8 % metsämaata. Joutomaan osuus on vain 2.7 %. Viljelys-, tontti-, tie- yms. alueiden ryhmä käsittää 6 514 ha eli 17.5 %. Siitä on pääosa viljelysmaata. Suuri metsävaltaisuus ei siis johdu, niin kuin verraten yleisesti muualla metsävaltaisissa seuduissa, ensinkään siinä määrin viljelysmaan vähyydestä kuin pienestä joutomaan osuudesta.

Taulukko 1. Maa-alan jakaantuminen pääryhmiin.
Tabelle 1. Verteilung des Bodenareals auf die Hauptgruppen.

Alue *Gebiet*	Metsämaata *Waldboden*		Joutomaata *Impediment*		Viljelys- ym. maata *Acker u. dgl. Boden*		Yhteensä *Insgesamt*	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Koepitäjä — *Probegebiet*	29 702	79.8	1 005	2.7	6 514	17.5	37 221	100.0
» länsiosa - *westl. Teil*	16 420	79.2	560	2.7	3 752	18.1	20 732	100.0
» itäosa — *östl. Teil*	13 282	80.5	445	2.7	2 762	16.8	16 489	100.0
Itä-Suomi[1]) — *Ost-Finnland*		77.2		7.6		15.2		100.0

[1]) Suomen eteläpuoliskon itäosa — *Östl. Teil der Südhälfte Finnlands.*

Maapinta-alan jakaantuminen kolmeen pääryhmään on taulukon 1 mukaan hyvin samanlainen inventoinnissa erotetuissa pitäjän länsi- ja itäosassa. Metsävaltaisuus on maan eteläpuoliskon itäosan kaltainen. Eroa on kuitenkin siinä, että pitäjässä metsävaltaisuus johtuu vähemmän joutomaan vähyydestä. Maan koko eteläpuoliskoon verrattuna pitäjä on huomattavasti metsävaltaisempi, ja tämä johtuu yhä enemmän pitäjän pienemmästä joutomaan osuudesta.

Taulukko 2. Metsämaan luokat ja ryhmät.
Tabelle 2. Klassen u. Gruppen des Waldbodens.

Alue *Gebiet*	OMT (+ lehdot)	MT	Korvet *Bruchmoore*	Ojitetut suot *Entw. Moore*	Metsitt. vilj. maat *Bewald. Äcker*	VT	CT	Rämeet *Reisermoore*	Yhteensä *Insgesamt*
	Metsämaan alasta ha ja % — *Vom Waldbodenareal ha u. %*								
Koepitäjä — *Probegebiet*	6 148	13 930	2 198	1 634	564	3 446	594	1 188	29 702
	20.7	46.9	7.4	5.5	1.9	11.6	2.0	4.0	100.0
	MT-ryhmä — *MT-Gruppe*					VT-ryhmä *VT-Gruppe*			
Koepitäjä — *Probegebiet*	82.4 (= 24 474 ha)					17.6 (= 5 228 ha)			100.0
Itä-Suomi — *Ost-Finnland*	59.7					40.3			100.0

Taulukosta 2 havaitaan, että koepitäjän metsämaasta on kaksi kolmasosaa yhteisesti mustikkatyyppiä ja lehto- ynnä lehtomaista maata, joista lehtomaan niukan osuuden takia käytetään merkkiä OMT. Kaikkiaan verraten vähäisestä suomaiden alasta on yli kolme kertaa niin suuri osa yhteisesti ojitettuja soita ja korpia kuin rämeitä, ja avosoita on vain nimeksi. Metsämaasta on 82.4 % keskinkertaista parempaa, taulukossa MT-ryhmäksi nimitettyä metsämaata, johon on luettu MT ja OMT sekä ojitetut suot, korvet ja metsittyneet viljelysmaat. VT ja CT sekä rämeet on yhdistetty VT-ryhmäksi. Pitäjä on metsämaan laadun puolesta maamme parhaita alueita. Siellä on tältä kannalta erittäin hyvät edellytykset puun ja erityisesti kuusipuun tuottamiseen sekä edellä mainitut puun hankinnan hyvät mahdollisuudet huomioon otettaessa samoin yleisesti metsätalouden harjoittamiseen.

22. Metsien puulajivaltaisuus

Pitäjän koko metsämaan alasta lehtipuuvaltaiset metsät käsittävät taulukon 3 mukaan 45.0 %. Näin suuri osa on ilmeisesti seurausta edellä mainitusta myöhään jatkuneesta kaskeamisesta. Mäntyvaltaisten metsien osalla on 35.1 % ja kaskialoilta tunnetusti syrjäytyneiden kuusivaltaisten metsien osalla vain 19.4 %. Lehtipuuvaltaisista metsistä on yli puolet yhteisesti hieskoivua, jonka puuntuotos on paljon pienempi kuin rauduskoivun[1]), ja harmaaleppää, johon tässä on yhdistetty aivan vähän esiintyvä haapa.

Taulukko 3. Metsien puulajivaltaisuus.
Tabelle 3. Vorherrschende Holzart.

Alue *Gebiet*	Metsämaa *Waldboden*	Mänty- *Kiefer*	Kuusi- *Fichte*	Koivu- *Birke*	Leppä- + (haapa-) *Erle* (+*Espe*)	Paljaat alat *Kahle Flächen*	Yhteensä *Insgesamt*
		valtaisia metsiä % alasta *als vorherrschende Holzart* %				%	%
Koepitäjä — *Probegebiet*	Koko — *Ganzer*	35.1	19.4	40.4	4.6	0.5	100.0
Itä-Suomi — *Ost. Finnland*		46.1	35.4	13.8	2.6	2.1	100.0
Koepitäjä	OMT	15.9	18.6	50.8	14.6	0.1	100.0
Probegebiet	MT	27.3	23.9	46.1	2.4	0.3	100.0
	MT-ryhmä - *Gruppe*	22.9	23.0	48.1	5.6	0.4	100.0
	VT- »	92.3	3.0	3.9	0.2	0.6	100.0
Itä-Suomi	MT- »	22.8	49.6	21.7	4.4	1.5	100.0
Ost-Finnland	VT- »	80.6	14.3	2.1	0.1	2.9	100.0

Esitetyistä luvuista ei kuitenkaan vielä täysin selviä koivun ja yleensä lehtipuiden suuri osuus. Koivua on vähintään 10 % kuutiomäärästä käsittävänä sekapuulajina MT-ryhmän mäntyvaltaisten metsien alasta 78.4 %:lla

[1]) Pentti Koivisto, Kasvu- ja tuottotaulukoita. MTJ 51.8. 1959.

ja VT-ryhmänkin 59.9 %:lla sekä kuusivaltaisten alasta vastaavasti 51.8 ja 50.2 %:lla. Edelleen koivua on, niin kuin jäljempänä selviää, kuusivaltaisilla taimikkoaloilla yleisesti päällis- tai ylispuustona. Lehtipuuvaltaisissa metsissä on vuorostaan sekapuuna havupuita, mutta yleisesti paljon vähemmässä määrin kuin lehtipuita havupuuvaltaisissa metsissä.

Metsien pinta-alallinen puulajirakenne ei siis ole ensinkään sopusoinnussa metsämaan laadun ja luontaisen puuntuottokyvyn kanssa. Niin kuin jo edellä mainittiin, kuusen osuuden tulisi olla paljon suurempi, ja koivuvaltaisten metsien alasta tulisi rauduskoivulla olla ainakin vahva valtaosa. Metsämaiden verraten pienen ns. mäntymaiden osuuden mukaisesti mäntyvaltaisten metsien osa tuskin olisi oleva nykyistä suurempi.

Otettaessa huomioon pitäjän metsämaiden keskimäärin paljon parempi laatu maan eteläpuoliskoon ja sen itäosaankin verrattuna pitäjän metsien puulajirakenteen epäedullisuus esiintyy hyvin huomattavasti suurempana. Lehtipuuvaltaisten metsien hallussa on metsämaan alasta pitäjässä nelinkertainen osa koko eteläpuoliskoon ja miltei kolminkertainen osa lehtipuuvaltaisempaan itäosaankin verrattuna. Kuusivaltaisten metsien osa sen sijaan supistuu n. puoleen siitä kuin viimeksi mainituissa.

Taulukosta 3 nähdään edelleen, että lehtipuuvaltaiset metsät ovat erittäin yleisiä paraslaatuisilla metsämailla, OMT:llä ja MT:llä, jotka yhteisesti käsittävät kaksi kolmasosaa metsäalasta, sekä edelleen korpimailla, ojitetuilla soilla ja metsittyneillä viljelysmailla. Tämä lisää lehtipuuvaltaisista metsistä aiheutuvaa puuntuotoksen heikkoutta. MT- ja VT-ryhmiksi yhdistetyt luvut osoittavat, että hyvien metsämaiden lehtipuuvaltaisuus on pitäjässä paljon suurempi kuin maan eteläpuoliskon keskimäärin verraten runsaasti lehtipuuvaltaisuutta käsittävässä itäosassa. Se on vielä suurempi koko eteläpuoliskoon verrattuna. Koepitäjän inventointi voi siis antaa selvennystä siihen, minne lehtipuuvaltaisten metsien siirtämistä metsänviljelyin kuuselle olisi erityisesti suunnattava.

23. Ikäluokkarakenne

Metsien ikäluokkarakenteen osoittaa taulukko 4 leviävän laajalle, mutta yleisimpiä ovat 50-70-vuotiaat ja niihin molemmin puolin läheisesti liittyvät metsät. Jos metsämaiden yleisesti hyvä laatu ja suuri lehtipuuvaltaisuus huomioon ottaen 80—90 vuotta pidetään sopivana kiertoaikana, mainitun ikäiset metsät ovat alaltaan normaalia paljon yleisempiä. Hyvin niukkoina esiintyvät nuorimmat luokat ≤ 20 v. sekä vähäalaisena edelleen luokka 21—30 v. Yleisyys 51—70 v. kohdalla johtuu koivuvaltaisista metsistä, joiden alasta nämä ikäluokat yhteisesti käsittävät 54.2 % ja molemmin puolin yhdellä luokalla lisättynä, siis 41—80-vuotiaat 82.1 %. Alle 20-vuotiaiden koivuvaltaisten metsien aivan pieni osa 0.9 % ja vielä 21—30-vuotiailla

Taulukko 4. Metsien ikäluokkarakenne
Tabelle 4. Altersklassenstruktur der Wälder.

Alue *Gebiet*	Vallitseva puulaji *Vorherrschende Holzart*	Ikäluokkaa % alasta — *Altersklasse % der Fläche*										
		≤ 10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91+ v. *J.*	Yht. *Insgesamt*
Koepitäjä *Probegebiet*	Mänty — *Kiefer*	4.6	2.5	5.7	9.1	13.8	16.0	15.9	11.1	8.2	13.1	100.0
	Kuusi — *Fichte*	7.5	9.0	14.3	10.0	8.3	9.4	13.4	10.6	8.7	8.8	100.0
	Koivu — *Birke*	0.4	0.5	1.4	7.3	16.5	29.3	24.9	11.4	7.0	1.3	100.0
	Leppä (+haapa) *Erle (+Espe)*	1.7	10.9	38.2	43.9	3.4	1.9					100.0
	Keskimäärin	3.3	3.3	7.1	10.1	13.3	19.4	18.2	10.5	7.4	6.9	99.5 [1]
		Likimäärin normaali suhde — *Ungef. normales Verhältnis*										
	Durchschnittl.	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	8.0		100.0
Itä-Suomi *Ost-Finnland*	Mänty	9.7	5.8	5.2	8.9	25.0		21.3		24.1		100.0
	Kuusi	2.3	3.0	3.8	9.1	33.2		25.5		23.1		100.0
	Koivu	0.7	1.0	2.9	10.9	46.9		33.5		4.1		100.0
	Keskimäärin	5.6	4.1	4.3	9.3	30.6		24.2		20.4		98.5 [1]

[1]) Ero 100:sta on paljaita aloja — *Diff. von 100 Kahlflächen.*

lisättynäkin 2.3 % viittaa siihen, ettei uusia koivuvaltaisia metsiköitä ole enää 30 vuoteen mainittavasti syntynyt. Asianlaita on näin, vaikka pitäjän alueella on huomattava määrä myös ojitettuja soita, joille usein ilmestyy ensiksi nuorta koivua.

Lehtipuuvaltaisten metsien toinen, verraten pieni ryhmä, leppä- ynnä hyvin vähäalaiset haapavaltaiset metsät, kuuluu pääosalta (82.1 %) yhteisesti ikäluokkiin 21—40 v. Myös näissä luokka ≤ 10 v. on aivan pieni, joten uusia leppävaltaisia metsiköitä on enää 1950-luvulla syntynyt vähän. Enemmän niitä havaitaan syntyneen vielä 1940-luvulla.

Lehtipuuvaltaisten metsien ongelma ei siis ole siinä, että niitä syntyisi jatkuvasti valtaamaan alaa puuntuotoksen määrän ja arvon puolesta paremmilta havupuilta. Ongelma on niiden alan suuri vähentämisen tarve havupuiden hyväksi. Esimerkiksi kuusen määrällisesti edullisempaa puuntuotosta osoittaa jo se, että rakenteeltaan säännöllisen toistuvasti harvennetun kuusi- ja koivumetsikön vuotuinen juokseva kuutiokasvu eroaa keskimäärin seuraavasti:[1])

	50	60	70	80 v. iässä
kuusi	12.0	10.4	9.7	9.1 m³/ha
rauduskoivu	6.7	5.8	5.0	4.3 »
hieskoivu	5.4	5.3		»

Leppämetsikön kasvu on tosin vielä 30—40 vuoden iässä n. 3/4—2/3 kuusimetsikön kasvusta, mutta näiden puulajien arvo on niin erilainen, ettei kasvun vertailulla ole paljoakaan merkitystä.[2])

[1]) Yrjö Vuokila, Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. MTJ 48.1. 1956 sekä Pentti Koiviston edellä mainittu julkaisu.
[2]) Leevi Miettinen, Tutkimuksia harmaalepiköiden kasvusta. MTJ 18.1. 1932.

Kuusivaltaisten metsien ikäluokkarakenteen taulukko 4 osoittaa paljon tasaisemmaksi kuin koivuvaltaisten. Vanhoja kuusivaltaisia metsiköitä uudistamalla niiden nuorimman luokan osuus voisi huomattavasti lähestyä kohtuullista määrää nykyisellä suhteellisesti pienellä kuusivaltaisten metsien alalla. Kun kuusivaltaisuutta olisi kuitenkin paljon lisättävä siirtämällä lehtipuuvaltaista alaa metsänviljelyin kuuselle, merkitsisi tämä yhdessä edellisen kanssa kuusivaltaisen taimikkoluokan hyvin suurta lisäystä. Vahvasti lehtipuuvaltaisuutta käsittävän seudun ongelmana esiintyy siis metsien puulajirakenteen nopeassa oikeaan suuntaan kehittämisessä suuressa määrin taimikkovoittoiseksi muodostuva kuusivaltaisten metsien ikärakenne. Käsittelemällä havupuuvaltaiset metsät yhtenä kokonaisuutena voisi kuusivaltaisten normaalia paljon suurempi taimikkoluokka korvata mäntyvaltaisten taimikkoluokan niukkuutta, jolloin mäntyvaltaisten metsien uudistamista saatettaisiin mäntypuuston kartuttamiseksi siirtää myöhempään.

Koepitäjän vertailu taulukossa 4 maan eteläpuoliskon itäosaan osoittaa, että pitäjän metsien keskimääräinen ikäluokkarakenne on suurelta osalta likimäärin saman tapainen kuin mainitulla laajemmalla alueella. Koivuvaltaisten metsien osalla on kuitenkin suuri ero siinä, että pitäjässä niistä on 21—40-vuotiaita pienempi ja 60 vuotta vanhempia suurempi osa. Kuusivaltaisista metsistä taas käsittävät pitäjässä alle 40-vuotiaat 41 %, mutta eteläpuoliskon itäosassa keskimäärin vain 18 %.

Pitäjän metsiin sisältyy siis koivu- ja kuusivaltaisten metsien ikärakenteen osalta suuressa määrin toisenlainen ongelma kuin maan eteläpuoliskon itäosassa ja myös koko eteläpuoliskossa yleensä. Kuuselle siirtämisen tarve käsittää enemmän nuorempia, vajaatuottoisia metsiköitä kuin viimeksi mainituissa eikä näissä kuusivaltaisten metsien ikärakenteen tasoittamispyrkimyksessä synny keskimäärin sellaista nuorten kuusivaltaisten metsiköiden runsautta kuin koepitäjän kaltaisella hyvin vahvasti lehtipuuvaltaisuutta käsittävällä seudulla. Myöskään tällaisella seudulla tämän ei välttämättömästi tarvitse olla vaikea yleinen ikäluokkarakenteen ongelma, jos muiden puulajien metsien uudistamista siirretään. Kysymykseen palataan jäljempänä inventoinnin metsänhoidollisten tulosten tarkastelussa.

24. Puuston kuutiomäärä

Puuston kuutiomäärää tarkastellaan keskimäärin hehtaaria kohden laskettuna keskikuutiomääränä ja kokonaiskuutiomääränä sekä sen rakenteena. Luvut tarkoittavat kiintokuutiometriä kuorineen, mutta merkitään lyhyesti m^3.

K e s k i k u u t i o m ä ä r ä k s i osoittaa taulukko 5 koko metsämaalla 103 m^3. Se on huomattavasti suurempi kuin vastaava maan eteläpuoliskon

Taulukko 5. Puuston keskikuutiomäärä ja keskikasvu.
Tabelle 5. Mittlere Kubikmasse u. mittlerer Zuwachs.

Alue *Gebiet*	Metsämaan luokka — *Klasse des Waldbodens*								Koko metsämaa *Der ganze Waldboden*
	OMT	MT	VT	CT	Korvet *Bruch-moore*	Rämeet *Reiser-moore*	Ojitetut suot *Entw. Moore*	Metsitt.vilj. maat *Bewald. Äcker*	
1. Keskikuutiomäärä m³/ha kuorineen — *Mittlere Kubikmasse m³/ha mit Rinde*									
Koepitäjä — *Probegebiet*	110	115	84	66	105	70	79	36	103
Suomen eteläpuolisko / *Südhälfte Finnlands*	109	110	89	57	(73)	(50)	(64)		(94)
2. Keskikasvu m³/ha kuoretta — *Mittlerer Zuwachs m³/ha ohne Rinde*									
Koepitäjä — *Probegebiet*	5.1	4.8	2.8	2.1	4.5	2.5	3.7	2.1	4.4
Suomen eteläpuolisko / *Südhälfte Finnlands*	4.5	4.0	2.9	1.9	(2.6)	(1.7)	(2.6)	—	(3.2)

Sulkuihin merkityt luvut kohdistuvat siihen osaan, joka on ent. kasvullista metsämaata.

Taulukko 6. Keskikuutiomäärä ja keskikasvu eri puulajien metsissä.
Tabelle 6. Mittlere Kubikmasse u. mittlerer Zuwachs in den Wäldern der versch. Holzarten.

1. Kuutiomäärä kuorineen. 2. Kasvu kuoretta.
1. Kubikmasse mit Rinde. 2. Zuwachs ohne Rinde.

Alue *Gebiet*	Metsämaa *Waldboden*	Mänty- *Kiefer*		Kuusi- *Fichte*		Lehtip.- *Laubb.*		Keskimäärin *Im Durchschnitt*	
		valtaiset metsät *als vorherrsch. Holzart*							
		1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
Koepitäjä — *Probegebiet*	MT-ryhmä — *Gruppe*	121	5.4	114	4.8	104	4.6	110	4.8
	VT-ryhmä — *Gruppe*	83	(2.7)	53	—	55	—	79	(2.5)
	Koko metsämaa *Der ganze Waldboden*	103	4.6	112	4.6	102	4.5	103	4.4
Itä-Suomi *Ost-Finnland*	MT-ryhmä	103	3.6	109	4.0	98	4.2	103	3.9
	VT-ryhmä	72	2.1	95	2.6	54	1.9	72	2.1
	Koko metsämaa	81	2.5	106	3.8	95	4.0	91	3.1

keskiluku 88 m³ ja myös suurempi kuin eteläpuoliskon itäosan luku 91 m³ (taulukko 6). Tällainen suhde johtuu pääasiallisesti etenkin siitä, että koepitäjän metsämaa koostuu hyvin huomattavasti paremmista metsämaista kuin eteläpuoliskossa ja myös sen itäosassa keskimäärin.

Puulajivaltaisuuden mukaan jaettaessa keskikuutiomäärä esiintyy taulukossa 6 MT-ryhmän havupuuvaltaisissa metsissä huomattavasti suurempana kuin lehtipuuvaltaisissa. Suuri lehtipuuvaltaisuus vaikuttaa siis pienentävästi hyvien maiden keskikuutiomäärään. Koko metsämaan keskikuutiomäärää pienentää mäntyvaltaisten metsien osalla paljon se, että niistä on, aivan toisin kuin kuusi- ja lehtipuuvaltaisista, miltei puolet VT-ryhmän metsiä.

Koepitäjässä keskikuutiomäärä on MT-ryhmän sekä koko metsämaan keskilukuna kaikkien puulajien metsissä suurempi kuin maan eteläpuoliskossa ja sen itäosassa keskimäärin. Lehtipuuvaltaisuus ei siis tässä suhteessa aiheuta koepitäjässä niinkään suurta ongelmaa kuin verratuilla laajoilla alueilla.

Yli 40-vuotiaissa metsissä, jollaisia koivuvaltaisista metsistä on yli 90 %, keskikuutiomäärä on lehtipuuvaltaisissa metsissä myös ikäluokkien keskiarvoina hyvin huomattavasti pienempi kuin havupuuvaltaisissa metsissä. Kuusi- ja lehtipuuvaltaisten kesken ei ole tällaista eroa nuoremmissa ikäluokissa. Syynä tähän voinee olla kuusen pitkäaikainen alikasvosvaihe kaskimaille syntyneissä koivikoissa ja kuusipaperipuun koivupienpuuhun verrattuna paljon paremmasta menekistä aiheutunut suurempi hakkuu pitäjän suhteellisen vähäalaisista kuusivaltaisista metsistä. Kuusivaltaisten metsien nuorimmassa ikäluokassa keskikuutiomäärä on huomattavan suuri, mikä johtuu koivuylispuista.

K o k o n a i s k u u t i o m ä ä r ä n p u u l a j i r a k e n t e e s s a havaitaan taulukoita 3 ja 7 keskenään verrattaessa vielä suurempaa lehtipuuvaltaisuutta kuin pinta-alan mukaisessa puulajirakenteessa. Koivu käsittää kokonaiskuutiomäärästä 45.2 % ja koivuvaltaiset metsät metsäalasta 40.4 %. Samanlainen on lepän ynnä haavan (7.7 %) ja leppä- ynnä haapavaltaisten metsien (4.6 %) suhde. Yhteisesti lehtipuut käsittävät kokonaiskuutiomäärästä 52.9 %, mutta lehtipuuvaltaiset metsät metsämaan alasta 45.0 %. Männyn ja vähäisessä määrin kuusen osalla on päinvastoin kuutiomäärästä pienempi osa kuin mänty- ja kuusivaltaisten metsien osalla metsämaan alasta. Kaikki tämä johtuu siitä, että lehtipuita on enemmän sekapuuna

Taulukko 7. Puuston kokonaiskuutiomäärän ja -kasvun puulajirakenne.
Tabelle 7. Holzartenstruktur der Gesamtkubikmasse u. des Gesamtzuwachses.

Alue *Gebiet*	Mänty *Kiefer*		Kuusi *Fichte*		Koivu *Birke*		Leppä *Erle*		Haapa *Espe*		Yhteensä *Insgesamt*	
	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%
1. Kokonaiskuutiomäärä — *Gesamtkubikmasse*												
Koepitäjä — *Probegebiet*	856	28.0	584	19.1	1 384	45.2	183	6.0	52	1.7	3 059	100.0
Suomen eteläpuolisko — *Südhälfte Finnlands*		38.7		41.5		19.8						100.0
eteläpuoliskon itäosa — *östl. Teil*		39.1		34.9		26.0						100.0
2. Kokonaiskasvu — *Gesamtzuwachs*												
Koepitäjä	32.6	25.0	25.0	19.2	73.1	55.8					130.7	100.0
S. eteläpuolisko		32.6		43.4		24.0						100.0
» itäosa		32.6		37.1		30.3						100.0

havupuuvaltaisissa kuin havupuita lehtipuuvaltaisissa metsissä. Lehtipuuongelma on siis koepitäjän kaltaisella alueella vielä suurempi kuin lehtipuuvaltaisuuden ongelma.

Suuresta lehtipuuvaltaisuudesta on ollut seurauksena, että metsätulojen saamiseksi on lehtipuun heikon menekin takia sitä kysytympiä ja arvokkaampia kookkaita mäntysekapuita poimien hakattu lehtipuuvaltaisista metsistä. Siten on vähennetty niiden muutenkin havupuuvaltaisia metsiä heikompaa rahallista arvoa.

Lehtipuuongelmaa suurentaa se, että koivupuuston kuutiomäärästä on taulukon 8 mukaan hieskoivua miltei kaksi kolmannesta, vielä huomattavasti suurempi osa kuin maan eteläpuoliskossa keskimäärin. Ongelman vaikeus ilmenee selvästi siinä, että rauduskoivusta on 69 %, mutta hieskoivusta vain 32 % rinnankorkeudelta 20 cm paksumpia runkoja.

Pitäjän metsien kokonaiskuutiomäärästä on yhteisesti OMT:n ja MT:n osalla 74 %, lehtipuustosta 84, kuusipuustosta 80 ja mäntypuustosta 58 %. Kun ensiksi mainittua lukua vastaa metsämaan alasta 67.6 %, metsätalouden paino on yhä enemmän paljon lehtipuuvaltaisuutta käsittävien hyvien metsämaiden osalla. Taulukosta 9 ilmenee, että OMT-luokan kokonaiskuutiomäärästä on lehtipuuvaltaisten metsien osalla 61 %, korpien ja ojitettujen soiden n. puolet ja myös mustikkatyypin metsien kokonaiskuutiomäärästä miltei puolet. Lehtipuuvaltaisuuden ongelma näkyy siis jälleen erityisesti hyvien metsämaiden ongelmana.

Kokonaiskuutiomäärän i k ä r a k e n n e t t a osoittavan taulukon 10 mukaan puuston kuutiomäärä keskittyy erittäin suuressa määrin 41—80-vuotiaisiin, siis harvennus- ja loppuosallaan väljennyshakkuin ja uudistamisen valmisteluin käsiteltäviin metsiin. Tätä keskittymistä havaitaan lehtipuuvaltaisissa metsissä enemmän kuin havupuuvaltaisissa. Suuresta lehtipuuvaltaisuudesta aiheutuva ongelma olisi siis koepitäjässä puuston ikärakenteen näkökulmasta hyvin ratkaistavissa suorittamalla suurin määrin vanhan ja vanhenevan koivupuuston hakkuuta ja hankkimalla viljelyin tilalle kuusta. Kysymys ei ole kuitenkaan näin yksinkertainen, niin kuin edellä on selvinnyt ja lähemmin selviää jäljempänä.

Taulukko 8. Koivupuuston koostuminen raudus- ja hieskoivusta.
Tabelle 8. Verteilung des Birkenholzvorrats auf Warzen- u. Ruchbirke.

Alue *Gebiet*	Rauduskoivua *Warzenbirke*		Hieskoivua *Ruchbirke*		Rauduskoivusta *Von der Warzenb.*		Hieskoivusta *Von der Ruchb.*	
	1000 m³	%	1000 m³	%	d ≤ 20	20.1 + cm	d ≤ 20	20.1 + cm
Koepitäjä — *Probegebiet*	496	36	888	64	31 %	69 %	68 %	32 %
Suomen eteläpuolisko — *Südhälfte Finnlands*		47		53	51 »	49 »	60 »	40 »

Taulukko 9. Koepitäjän metsien kokonaiskuutiomäärän ja kokonaiskasvun jakaantuminen puulajivaltaisuuden mukaan ja metsämaan luokkien kesken.

Tabelle 9. Verteilung der Gesamtkubikmasse und des Gesamtzuwachses des Probegebiets nach der Hauptholzart und auf die Klassen des Waldbodens.

1. Kuutiomäärä kuorineen. 2. Kasvu kuoretta.
1. Kubikmasse mit Rinde 2. Zuwachs ohne Rinde.

Metsämaan luokka *Klasse des Waldbodens*	Mänty- *Kiefer*		Kuusi- *Fichte*		Lehtipuu- *Laubbäume*		Yhteensä *Insgesamt*		Kaikki puulajit yhteensä *Alle Holzarten Zusammen* 1000 m³	
	valtaiset metsät % — *als vorherrsch. Holzart* %									
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
OMT	19	*18*	20	*19*	61	*63*	100	*100*	674	*31.7*
MT	31	*31*	23	*23*	46	*46*	100	*100*	1 599	*67.5*
VT	95	*95*	3	*2*	2	*3*	100	*100*	288	*9.8*
CT	97	*97*	3	*1*	—	*2*	100	*100*	39	*1.3*
Korvet — *Bruchmoore*	6	*6*	43	*38*	51	*56*	100	*100*	230	*10.0*
Rämeet — *Reisermoore*	91	*88*	2	*2*	7	*10*	100	*100*	82	*3.1*
Ojitetut suot — *Entw. Moore*	32	*31*	17	*14*	51	*55*	100	*100*	128	*6.1*
Metsitt. vilj. maat — *Bewaldete Äcker*	11	*7*	—	*1*	89	*92*	100	*100*	19	*1.2*
Koko metsämaa—*Der ganze Waldboden*	28.0	*25.0*	19.1	*19.2*	52.9	*55.8*	100.0	*100.0*	3 059	*130.7*

Vielä on huomattava puuston k u u t i o m ä ä r ä n j ä r e y s s u h d e, jota kuvaa taulukko 11. Otettaessa 20 cm rinnankorkeudelta järeän puuston rajaksi mäntypuustosta on sellaista suhteellisesti enimmin (66.0 %), kuusipuustosta myös yli puolet (55.6 %), koivupuustosta huomattavasti vähemmän (45.2 %), pääasiallisesti leppää käsittävästä leppä- ynnä haapapuustosta luonnollisesti vähimmin (11.1 %). Hyvin runsas lehtipuusto vaikuttaa siis vähentävästi koko puuston järeään osaan, joka on 50.4 %. Järeän puuston osuus koko puuston kuutiomäärästä ja samoin eri puulajien järeän puuston osuudet niiden kuutiomääristä ovat yleensä maan eteläpuoliskon ja sen itäosan keskimäärien tasalla, useassa läpimittaryhmässä suurempia. Koepitäjän puustossa ei siis tässä suhteessa ole ongelmaa.

Suuri lehtipuuvaltaisuus esiintyy järeän puuston osalta ongelmana siten, että tässä puustossa ovat suurimpana ryhmänä lehtipuut. Näiden järeä puusto käsittää paljon pienemmältä osalta tukeiksi kelpaavaa puuta kuin järeä havupuusto. Esimerkiksi maan eteläpuoliskossa keskimäärin järeä havupuusto käsittää valtakunnan metsien inventoinnin mukaan keskimäärin k-m³ kohden 2.5 tukkipuurunkoa ja 0.73 k-m³ tukkeja, mutta koivupuusto vain 1.6 tukkipuurunkoa ja 0.36 k-m³ tukkeja. Kun jäljempänä vielä havaitaan, että vanerikoivun hinta on havusahapuun hintaa huomattavasti pienempi, on lehtipuiden suuri osuus järeästä puustosta yhä epäedullisempaa. Ainakin yhtä epäedullista on, että 20 cm:n rajaa pienemmästä puustosta on melkoisesti yli puolet lehtipuuta.

Tässä havaittava lehtipuuvaltaisuuden ongelma on niin huomattava, että sitä valaistaan vielä seuraavalla. Koepitäjän koivupuuston kokonaiskuutiomäärästä on vain n. 17 % tukkeja. Vaikka 20 cm pienemmästä koivupuustosta arvioitaisiin olevan tukkipuuksi varttuvaa sama prosenttimäärä, on kolme neljäsosaa koivupuustosta sellaista, joka tulee hakkuussa olemaan ns. pienpuuta, paperi- ja polttopuuta. Kun koivupaperipuun hinta on, niin kuin jäljempänä ilmenee, paljon havupuista paperipuuta pienempi, havaitaan yhä selvemmin, että lehtipuuvaltaisen seudun metsätalouden tulo muodostuu pienemmäksi kuin puuston määrän ja läpimittarakenteen puolesta samanlaisessa ja huomattavasti heikommassakin havupuuvaltaisessa seudussa.

Mainittakoon, että koepitäjässä metsämaan ns. puhtaan tuoton raha-arvo ha kohden kuitenkin on verotuksessa määrätty I vyöhykkeen I A luokassa (48:36) korkeammaksi kuin Mikkelin läänin maalaiskuntien keskiarvo (44:17) ja on korkeimpia koko läänissä.[1]) Ero on saman suuntainen, vaikka vähän

Taulukko 10. Koepitäjän puuston kuutiomäärän ikärakenne.
Tabelle 10. Altersstruktur des Holzvorrats des Probegebiets.

Vallitseva puulaji *Vorherrsch. Holzart*	Ikäluokkaa % — *Altersklasse* %						Yhteensä *Insgesamt*
	≤ 20	21—40	41—60	61—80	81—100	101+ v. *J.*	
Mänty — *Kiefer*	2	12	39	31	12	4	100.0
Kuusi — *Fichte*	12	21	20	28	16	3	100.0
Lehtipuut — *Laubbäume*	1	12	44	37	6	—	100.0

pienempi I B luokassa, joka myös on pitäjässä hyvin lehtipuuvaltainen. Hyvien maiden suuresta lehtipuuvaltaisuudesta voi siis keskimääräisyyden pohjalla tapahtuvassa verotuksessa olla seurauksena vastaavanlaista havupuuvaltaista puustoa käsittävään seutuun verrattuna suhteellisesti korkea verotus.

25. Puuston kasvu

Puuston kasvulla tarkoitetaan vuotuista kuutiokasvua, joka inventoinnissa on selvitetty kuorettomana ja kiintokuutiometreinä.

K e s k i k a s v u eli vuotuinen kuutiokasvu keskimäärin hehtaaria kohden on taulukon 15 mukaan koepitäjässä 4.4 m^3 ja huomattavasti suurempi kuin maan eteläpuoliskossa ja sen itäosassa, joissa molemmissa se on 3.1 m^3. Niissä luokissa, joissa lehtipuuvaltaisuus vahvimpana esiintyy, on kaikissa keskikasvu koepitäjässä suurempi kuin maan eteläpuoliskossa keskimäärin.

[1]) Maatalouskiinteistöjen verotusperusteet vuodelta 1963. Valtioneuvoston päätös 22.1. 1964.

Kasvulukujen suhde sellaisenaan ei siis viittaa lehtipuuvaltaisen alueen puuntuotolliseen heikommuuteen havupuuvaltaisempiin alueisiin verrattuna.

Jaettaessa metsämaan luokat puulajivaltaisuuden mukaan lehtipuuvaltaisuus esiintyy taulukossa 6 keskikasvua heikontavana ja yleensä vielä selvemmin ulotettaessa tarkastelu ikäluokkiin. Kun lehtipuuvaltaisista metsistä on 90 % OMT:n ja MT:n maalla, on näihin huomio kiinnitettävä. Kun edelleen lehtipuuvaltaisten metsien alasta koivuvaltaiset käsittävät 90 % ja näistä vuorostaan 40 v. vanhemmat 90 % on päähuomio kohdistettava niihin.

OMT:llä ja samoin MT:llä kaikkien ikäluokkien kasvulukujen keskiarvo on lehtipuuvaltaisissa metsissä pienempi kuin havupuuvaltaisissa. 40 v. vanhemmissa ikäluokissa ero havupuuvaltaisten hyväksi on yleensä yhä suurempi. Suuri lehtipuuvaltaisuus vaikuttaa siis vertailukelpoisesti tarkasteltuna selvästi keskikasvua vähentävästi ja eri puulajien hintasuhde huomioon otettaessa vielä paljon enemmän vähentävästi puuntuotoksen arvoon.

Taulukko 11. Puuston kuutiomäärän järeyssuhde.
Tabelle 11. Einteilung des Holzvorrats in die Stärkestufen.

Alue *Gebiet*	Puulaji *Holzart*	Rinnank. läpimitta, cm — *Brusthöhendiameter, cm* ≤ 10		10.1 — 20		20.1—30		30.1 +		Yhteensä *Insgesamt*	
		1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%	1000 m³	%
Koepitäjä *Probegebiet*	Mänty — *Kiefer*	36	*4.2*	255	*29.8*	474	*55.4*	91	*10.6*	856	100.0
	Kuusi — *Fichte*	60	*10.3*	199	*34.1*	248	*42.4*	77	*13.2*	584	100.0
	Koivu — *Birke*	125	*9.0*	634	*45.8*	542	*39.2*	83	*6.0*	1 384	100.0
	Leppä (+haapa) *Erle (+Espe)*	106	*45.1*	103	*43.8*	21	*8.9*	5	*2.2*	235	100.0
	Kaikki — *Alle*	327	*10.7*	1 191	*38.9*	1 285	*42.0*	256	*8.4*	3 059	100.0
Itä-Suomi *Ost-Finnland*	Mänty — *Kiefer*		*6*		*27*		*52*		*15*		100
	Kuusi — *Fichte*		*11*		*44*		*36*		*9*		100
	Koivu — *Birke*		*13*		*43*		*38*		*6*		100
	Kaikki — *Alle*		*9.9*		*36.7*		*42.7*		*10.7*		100

Koepitäjän puuston vuotuisesta kokonaiskasvusta 130 700 m³: stä lehtipuuvaltaiset metsät käsittävät 47.5 %, mutta lehtipuut 55.8 %. Mäntyvaltaisten metsien osalla on 32.2 % ja männyn 25.0 % sekä kuusivaltaisten 20.3 % ja kuusen 19.2 %. Syynä tällaiseen kuutiomääräänkin yhä enemmän lehtipuuvoittoiseen suhteeseen on lehtipuiden esiintyminen suuremmassa määrin sekapuuna havupuuvaltaisissa metsissä, kuin havupuut esiintyvät lehtipuuvaltaisissa metsissä. Lehtipuiden suuri osuus kokonaiskasvusta viittaa siihen, ettei niiden osuus puuston kuutiomäärästä ole vielä ainakaan vähenemässä.

Verrattaessa taulukon 7 osoittamia koepitäjän puuston kasvun puulajeittaisia prosenttilukuja maan eteläpuoliskon ja sen itäosan vastaaviin lukuihin koepitäjän lehtipuuvaltaisuus ilmenee jälleen erittäin vahvana. Koepitäjän lehtipuuongelma esiintyy tässä vertailussa erityisen suurena.

Lehtipuiden kasvu käsittää taulukon 9 mukaan kaikissa »kuusimaaksi» soveltuvissa metsämaan luokissa suurimman osan luokan kasvusta. Puuston kuutiomäärän kehittyminen niillä puuntuotoksen kuusivoittoisuuteen on siis selvästi pitkän ajan takana edessäpäin, joten lehtipuuvaltaisuus on tässä suhteessa pitkäaikainen ongelma.

IV:ssä valtakunnan metsien inventoinnissa on saatu todellisen kasvun ja ns. normaali-ilmastoon muunnetun kasvun keskinäistä suhdetta osoittavaksi v u o s i l u s t o- eli k a s v u i n d e k s i k s i männylle 97, kuuselle 91 ja lehtipuille 92. Kasvu oli siis niinä vuosina, joihin myös koepitäjän inventoinnin kasvun tutkiminen pääosalta kohdistui, normaalitasoa pienempi. Jos oletetaan, että samat kasvuindeksit soveltuvat koepitäjään, ja tehdään indeksien mukainen korjaus, esiintyy kasvun erittäin suuri lehtipuuvaltaisuus koepitäjässä yhä vahvempana.

3. Metsien kehitysluokkarakenne, metsänhoidollinen tila ja kehittämiseen tähtäävä ohjelma

31. Kehitysluokkarakenne

Metsiköiden jakaminen kehitysluokkiin antaa pohjaa metsien kehittämiseen tähtäävälle suunnittelulle. Koepitäjän inventoinnissa kehitysluokat erotettiin samalla tavalla kuin IV:ssä valtakunnan metsien inventoinnissa, jonka vuoksi niiden selityksen suhteen viitataan sivulla 7 mainittuun sanotun inventoinnin julkaisuun.

T a i m i k o t käsittävät taulukon 12 mukaan metsämaan alasta 7.1 %, josta 2/3:ssa on merkittävästi ylispuita. Taimikoiden alasta on yli puolet kuusen ja vajaa puolet männyn taimikkoja. Vain hyvin pieni ala on taimikon tapaista nuorta lehtipuuta, mistä jälleen selviää uuden lehtipuuston aivan vähäinen syntyminen viime aikana ja sen mukaisesti lehtipuuvaltaisuudesta aiheutuvan ongelman lieveneminen ajan mittaan. Toisaalta taas metsien suuresta lehtipuuvaltaisuudesta aiheutuu taimikkoluokan kokonaisalan vähyyttä ja siten epäsuhdetta metsätalouden säännöllisen jatkuvuuden kannalta tärkeään kehitysluokkarakenteeseen. Korjaaminen edellyttää pitkäaikaista lehtipuuvaltaisten metsien siirtämistä hakkuin ja metsänviljelyin kuuselle.

Tarkasteltaessa pääpuulajeittain havaitaan, että kehittämiskelpoiset kuusen taimikot, jotka ovat miltei kokonaan koivuylispuuston alla, käsittävät kuusivaltaisten metsien alasta 21.4 %. Ongelmana on siis lehtipuuvaltaisten alojen kuuselle siirtämisen rinnalla suurialainen kuusen taimikoiden vapauttaminen niiden kehitystä haittaavasta lehtipuisesta ylispuustosta.

Taulukko 12. Metsien keskimääräinen kehitysluokkarakenne.
Tabelle 12. Durchschnittliche Entwicklungsklassenstruktur der Wälder.

Alue *Gebiet*	Vallitseva puulaji *Vorherrschende Holzart*	Kehittämiskelpoisia — *Entwicklungsfähige*							Yhteensä *Insgesamt*	Vajaatuottoisia *Unterproduktive*	Yhteensä *Insgesamt*
		Taimikoita *Jungwächse*		Nuoria *Junge*	Varsinaisia *Eigentliche*	Väljennysmetsiköitä *Lichtungsbestände*	Uudistus-*Verjüngungs-*				
		ei *ohne*	on *mit*	harvennusmetsiköitä *Durchforstungsbestände*			metsiköitä *bestände*	aloja *flächen*			
		ylispuita *Überhälter*							%	%	%
Koepitäjä *Probegebiet*	Mänty — *Kiefer*	5.2	3.3	9.8	20.6	43.8	12.4	3.8	98.9	1.1	100.0
	Kuusi — *Fichte*	2.1	19.3	17.2	14.8	20.7	21.3	2.4	97.8	2.2	100.0
	Koivu — *Birke*	0.4	0.2	4.2	19.9	37.2	15.9	0.8	78.6	21.4	100.0
	Leppä (+haapa) *Erle (+ Espe)*	0.7	0.3	9.3	3.1	0.4	—	—	13.8	86.2	100.0
	Paljaana — *Kahl*	—	—	—	—	—	—	18.0	18.0	82.0	100.0
	Keskimäärin — *Durchschnittl.*	2.3	4.8	9.8	18.2	33.9	15.0	2.2	86.2	13.8	100.0
Itä-Suomi *Ost-Finnland*	Mänty	10.5	6.0	10.4	24.8	26.1	20.3		98.1	1.9	100.0
	Kuusi	1.5	3.4	7.5	34.9	20.1	18.3		85.7	14.3	100.0
	Koivu	0.9	0.2	3.2	22.5	33.5	5.9		66.2	33.8	100.0
	Keskimäärin *Durchschnittl.*	5.5	4.0	8.0	26.9	23.8	17.0		85.2	14.8	100.0

Mäntyvaltaisten taimikkoalojen osuus on normaalina pidettävää huomattavasti pienempi.

Vertailu maan eteläpuoliskon ja sen itäosan keskimäärään osoittaa, että kuusivaltaisista metsistä on molemmissa paljon pienempi osa taimikkoaloja kuin koepitäjässä, jossa paljon suuremmasta lehtipuuvaltaisuudesta johtuva kuusivaltaisten metsien niukkuus kaikkiaan onkin pääongelma. Mäntyvaltaisten metsien alasta pitäjässä on taimikkoja vain n. puolet siitä kuin mainituissa suuralueissa. Taimikkokysymys on siis näin tarkastellen kaikkiaan suurempi ongelma kuin verrattavissa suuralueissa.

K a s v a t u s v a i h e e n metsiköt, jotka taulukossa 12 on jaettu käsittelyssä pääasiallisesti vain pientä harvennuspuuta, poltto- ja ohutpuuta, antaviin nuoriin ja pääasiallisesti pinotavaraa antaviin varsinaisiin harvennusmetsikköihin sekä väljennysmetsikköihin, käsittävät yhteisesti metsämaan alasta pääosan 61.9 %. Siinä on suurimpana väljennysmetsiköiden ryhmä.

Kasvatusvaiheen metsiköistä on 43 % kehittämiskelpoisia koivuvaltaisia metsiä, joista vuorostaan tätä ryhmää on 61.9 %, ja siitä vahvasti suurimpana ryhmänä väljennysmetsiköt. Kasvatushakkuiden suorittaminen metsänhoidon edellyttämästi on tästä syystä ja havumetsien yleisen lehtipuusekoituksen takia ennen kaikkea riippuvainen lehtipuisen pienpuun menekistä ja hinnasta. Kun lehtipuu on molemmissa suhteissa havupuita heikom-

pi, esiintyy metsien käsittely metsänhoidollisin kasvatushakkuin suurena lehtipuuvaltaisuuden aiheuttamana metsänhoidollisena ongelmana, joka jotakuinkin kokonaan kohdistuu hyvälaatuisiin metsämaihin. Tämä ongelma voi olla pitkäaikainen, koska koivuvaltaisista metsiköistä lähes kaksi kolmasosaa on kasvatusvaiheen metsiköitä.

Myös kehittämiskelpoisissa mäntyvaltaisissa metsissä kasvatusvaiheen ryhmä on suuri, 74.2 %, ja siinä pääosana väljennysmetsiköt. Kuusivaltaisten metsien alasta ryhmä käsittää 52.7 %, joka jakaantuu verraten tasaisesti kolmen alaryhmän kesken. Havupuuvaltaisten metsiköiden kasvatuksen metsänhoidon edellyttämällä tavalla tekee mahdolliseksi poistopuun riittävä menekki, mutta monesti on ongelmana lehtipuisen sekapuun tarpeellinen poistaminen niistä.

Vertailu maan eteläpuoliskoon ja sen itäosaan osoittaa, että koepitäjässä kasvatusvaiheen metsiköt kaikkiaan käsittävät vain vähän suuremman osan metsämaan alasta kuin mainituissa suuralueissa. Kun niistä kuitenkin pitäjässä on paljon suurempi osa lehtipuuvaltaisia, on pitäjän metsien metsänhoidollinen käsittely kasvatushakkuin hyvin paljon suuremman lehtipuiden poistamisen tarpeen takia vaikeampaa ja taloudelliselta tulokseltaan heikompaa kuin verrattavissa suuralueissa.

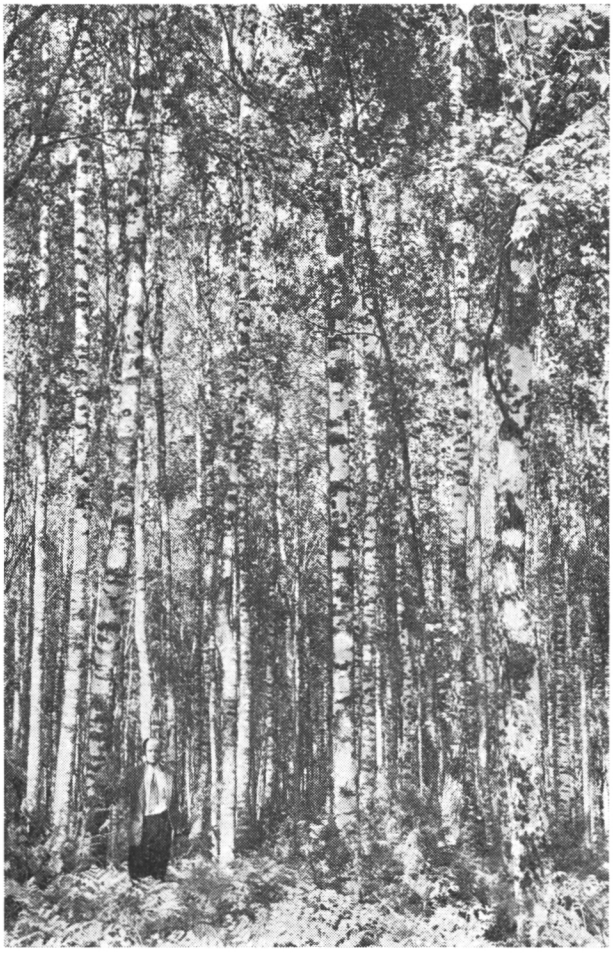
Vaikka uudistusmetsiköiden ja uudistustusalojen erottaminen toisistaan on — avohakkuita lukuun ottamatta — epävarmaa etenkin hakkuun ensi vaiheissa, on nämä ryhmät merkitty erilleen taulukossa 12. Kehittämiskelpoisiksi uudistusmetsiköiksi on arvioitu metsämaan alasta 15.0 ja uudistusaloiksi 2.2 %. Edellisistä on suurin osa koivuvaltaisia, jälkimmäisistä yli puolet mäntyvaltaisia metsiköitä. Myös uudistusmetsiköiden ryhmässä on siis koivuvaltaisten suuri osa niistä ja samalla runsas koivusekoitus havupuuvaltaisissa metsien käsittelyn ongelma. Kysymys ei ole ensinkään samaa suuruutta maan eteläpuoliskossa ja sen itäosassa keskimäärin, varsinkin kun näissä koivuvaltaisten metsien osuus kaikkiaan metsämaan alasta on paljon pienempi.

Vajaatuottoisina uudistettavat metsiköt ovat jotakuinkin kokonaan ja pääosalta MT-ryhmän, siis hyvien maiden, lehtipuuvaltaisia metsiköitä. Tässä suhteessa suuresti lehtipuuvaltainen koepitäjä jälleen eroaa paljon maan eteläpuoliskon ja sen itäosan keskimäärästä, jossa vajaatuottoisilla kuusi- ja lehtipuuvaltaisilla metsiköillä on likimäärin sama osa metsämaan alasta. Jäljempänä selviää, että tästä aiheutuu lehtipuuvaltaisessa seudussa suurempaa vaikeutta vajaatuottoisten metsien uudistamiseen.

32. Metsänhoidollinen tila

Metsänhoidollisen tilan arvioimisessa on käytetty IV:ssä metsien inventoinnissa toisena ollutta, prof. Risto Sarvaksen ehdottamaa ryh-

mitystä. Koepitäjää verrataan supistamista silmällä pitäen vain koko eteläpuoliskon lehtipuuvaltaisempaan itäosaan ja sitäkin koskevat luvut esitetään taulukossa 13 vain kaikkien kehitysvaiheiden keskimääränä, jollaisena ne ovat tarvittavan täydellisinä saatavissa IV:n inventoinnin julkaisusta.



Kuva 2. Tyypillinen kuva pääosalta hieskoivua käsittävistä menekin heikkouden takia hoidotta jääneistä metsiköistä.
Abb. 2. Typisches Bild von den hauptsächlich Ruchbirke umfassenden Beständen, die wegen des schwachen Absatzes ohne Pflege geblieben sind.

T a i m i k o t voidaan lehtipuuvaltaisten metsien osalta hyvin pieneen alaan rajoittuvina sivuuttaa tarkastelussa. Kuusivaltaiset taimikot on kaikki ja mäntyvaltaisetkin jotakuinkin kaikki arvioitu kehittämiskelpoisiksi ja molemmat pääosalta hyviksi tai ainakin suurin piirtein tyydyttäviksi. Kuu-

sen taimikoiden lehtipuinen ylispuusto ei siis ole vielä pahoin haitannut yleisesti pieniä taimikkoja. Kuusen ja männyn taimikoiden metsänhoidollinen tila on pitäjässä parempi kuin maan eteläpuoliskon itäosassa keskimäärin. Lehtipuuvaltaisessa koepitäjässä ei siis ole ongelma havupuutaimikoiden tila, vaan niiden pieni ala ja kuusen taimikoiden suuri vapauttamisen tarve koivuylispuustosta niiden kehityksen jouduttamiseksi.

K a s v a t u s v a i h e e n m e t s i k ö i d e n suuressa ryhmässä mänty- ja kuusivaltaiset metsiköt ovat jotakuinkin kokonaan kehittämiskelpoisia ja pääosalta tilaltaan tyydyttäviä. Koivuvaltaisten alasta tällaisia on, ilmeisesti harvennuspuun heikon menekin takia hoitoa vaille jääneinä, pienempi osa ja välttäviä sekä kehitettäväksi kelpaamattomia, vajaatuottoisia, paljon suurempi osa kuin havupuuvaltaisten alasta. Leppä- ja näihin yhdistetty pieni haapavaltaisten metsiköiden ryhmä on yli neljältä viidesosalta luettu vajaatuottoiseksi ja muukin osa puoleksi välttäviin. Kun lehtipuuvaltaiset metsiköt käsittävät kasvatusvaiheen metsiköistä miltei puolet, on kaikkien metsien keskimääräinen tila paljon havupuuvaltaisten tilaa heikompi.

Koepitäjän kasvatusvaiheen metsiköiden metsänhoidollinen tila on parempi kuin maan eteläpuoliskon itäosassa keskimäärin. Niiden kaikkien ja siis myös koivuvaltaisten metsien kehittämistä uudistamisvaihetta kohti voidaan siis pitää puolustettavana ainakin samassa määrin kuin muualla.

U u d i s t u s v a i h e e n m e t s i k ö t j a u u d i s t u s a l a t ovat mänty- ja kuusivaltaisten osalta jossakin määrin heikompia kuin kasvatusvaiheen metsiköt. Koivuvaltaisten huomattavan suuresta uudistusvaiheen metsiköiden alasta on arvioitu 61.0 % vajaatuottoisiksi ja kehittämiskelpoisistakin 46 % välttäviksi, joten näistä hyvien ja tyydyttävien yhteinen osuus on vain 54 %. Koivuvaltaisten uudistusmetsiköiden hakkuu ja siihen yhdistyvä metsänviljely olisi siis yleisesti kiireellinen tehtävä. Tämä on metsänhoidon toteuttamisen ongelma, jota suurentaa koivun havupuuta heikompi menekki ja hinta. Tämän ryhmän kehittämiskelpoisten metsiköiden metsänhoidollinen tila on koepitäjässä parempi kuin maan eteläpuoliskon itäosassa keskimäärin.

K e h i t y s l u o k k i a e r o t t a m a t t a kehittämiskelpoiset havupuuvaltaiset metsiköt ovat pitäjässä metsänhoidollisen tilan puolesta keskimäärin paljon parempia kuin lehtipuuvaltaiset. Kaikissa puulajivaltaisuuden ryhmissä pitäjän metsien metsänhoidollinen tila on parempi kuin maan eteläpuoliskon itäosassa keskimäärin. Tältä kannalta koepitäjän suuresta lehtipuuvaltaisuudesta ei siis aiheudu kehittämiskelpoisten metsien osalta niin paljon ongelmaa kuin mainitussa suuralueessa.

V a j a a t u o t t o i s e t a l a t , so. kehitettäväksi kelpaamattomat metsiköt ja hoitamattomat paljaat alat yhteisesti, on taulukon 13 mukaan arvioitu 13.8 %:ksi, 4 110 ha:ksi, metsämaan pinta-alasta. Siitä on lähes kaksi kolmasosaa pääosalta hieskoivua käsittäviä koivuvaltaisia metsiköitä

Taulukko 13. Metsien metsänhoidollinen tila.
Tabelle 13. Waldbaulicher Zustand der Wälder.

Kehitysluokka *Entwicklungsklasse*	Vallitseva puulaji *Vorherrschende Holzart*	Kokonaisalasta / *Von dem ganzen Areal*: kehittämiskelpoisia *entwicklungsfähige*	vajaatuottoisia *unterproduktive*	Kehittämiskelpoisista / *Von den entwicklungsfähigen*: hyviä *gut*	tyydyttäviä *befriedigend*	välttäviä *passabel*	Vajaatuottoisista / *Von den unterproduktiven*: huonoja *schlecht*	hyvin huonoja *sehr schlecht*	Kokonaisala *Das ganze Areal* ha
		%							
1. Koepitäjä — *Probegebiet*									
Taimikot	Mänty — *Kiefer*	98.7	1.3	45	38	17	100	—	886
Jungwüchse	Kuusi — *Fichte*	100.0		50	42	8	—	—	1 254
Kasvatusvaiheen	Mänty — *Kiefer*	99.5	0.5	42	48	10	—	—	7 784
metsiköt	Kuusi — *Fichte*	99.3	0.7	32	53	15	—	—	3 091
Bestände der	Lehtip. — *Laubb.*	82.5	17.5	24	45	31	52	48	10 181
Erziehungsperiode	Kaikki — *Alle*	91.4	8.6	33	47	20	50	50	21 056
Uudistusvaiheen	Mänty	97.3	2.7	40	39	21	79	21	1 750
metsiköt	Kuusi	94.5	5.5	45	35	20	58	42	1 433
Bestände der Ver-	Lehtipuut	39.0	61.0	20	34	46	70	30	2 649
jüngungsperiode	Kaikki	62.9	37.1	36	37	27	70	30	5 832
Kaikista keski-	Mänty	98.9	1.1	42	46	12	68	32	10 420
määrin	Kuusi	97.8	2.2	39	46	15	51	49	5 762
Von allen im	Lehtipuut	71.9	28.1	23	44	33	61	39	13 366
Durchschnitt	Kaikki	86.2	13.8	34	45	21	60	40	29 702
2. Itä-Suomi — *Ost-Finnland*									
Kaikista	Mänty — *Kiefer*	98.1	1.9	30	56	14	68	32	5 174
keskimäärin	Kuusi — *Fichte*	85.7	14.3	14	59	27	87	13	4 228
Von allen im	Lehtip. — *Laubb.*	56.4	43.6	9	53	38	54	46	1 215
Durchschnitt	Kaikki — *Alle*	85.2	14.8	22	57	21	59	41	10 822

ja lähes kolmasosa leppävaltaisia. Yhteensä niistä on 91.4 % lehtipuuvaltaisia metsiköitä. Havupuuvaltaisia on vain 6.0 % ja paljaita aloja 2.6 %. Vajaatuottoisuus on siis miltei kokonaan lehtipuuvaltaisia metsiä käsittävä ongelma. Koepitäjä eroaa tässä suhteessa, niin kuin taulukosta 14 nähdään, suuresti maan eteläpuoliskon itäosasta.

Vajaatuottoisuuden pääsyy on kasvupaikalla epätaloudellinen puulaji, yleisesti harmaaleppä taikka hies- ja vähemmässä määrin myös rauduskoivu, sellaisena metsikkönä, joka kehitysasteessaan on selvästi vajaatuottoisena uusittava viljelyin kuuselle, mahdollisesti osaksi myös rauduskoivulle. Niin kuin aiemmin on viitattu, koepitäjä eroaa tässä suhteessa hyvin paljon maan eteläpuoliskon ja sen itäosan keskimäärästä, jossa ns. mäntymaiden vähäkasvuisia kuusivaltaisia metsiä on vajaatuottoisten alojen suurena ryhmänä.

Vajaatuottoiset alat on jaettu kahteen ryhmään »huonot» ja »hyvin huonot». Edellisessä puuston taloudellinen arvo voitiin arvioida kysymyksessä olevissa menekkioloissa niin suureksi, että kustannuksilla vähennetty hak-

Taulukko 14. Vajaatuottoisten alojen ryhmät.
Tabelle 14. Gruppen der unterproduktiven Wälder.

Alue *Gebiet*	Vallitseva puulaji *Vorherrschende Holzart*	Epätaloudellinen puulaji *Unökonom. Holzart*	Hakkuulla pilattu *Durch Hieb verdorben*	Yli-ikäisyys *Überjährigkeit*	Harvuus, aukkoisuus, vikaisuus *Locker bestockt, Schäde*	Jälkitoimenpidettä vailla *Ohne Bearbeitung*	Yhteensä *Insgesamt*	Kokonais-ala *Das ganze Areal* ha	%
Koepitäjä *Probegebiet*	Mänty — *Kiefer*	18.1	7.7	—	47.7	26.5	100.0 %	114	
	Kuusi — *Fichte*	24.3	16.4	—	32.2	27.1	100.0 »	130	
	Koivu — *Birke*	81.4	13.2	—	5.1	0.3	100.0 »	2 568	
	Leppä (+haapa) *Erle (+Espe)*	97.9	0.2	—	1.3	0.6	100.0 »	1 198	
	Yht. lehtipuut *Insg. Laubbäume*	86.6	9.1	—	3.9	0.4	100.0 »	3 766	
	Kaikki %	80.1	9.0	—	5.5	5.4	100.0 »		
	Alle ha	3 291	369	—	229	221	100.0 »	4 110	
Itä-Suomi *Ost-Finnland*	Mänty	1.7	21.8	30.9	45.6		100.0 »		
	Kuusi	69.6	15.4	5.5	9.5		100.0 »		
	Lehtipuut	81.4	12.0	—	6.6		100.0 »		
	Kaikki	62.8	12.4	3.7	9.2	11.9	100.0 »		

kuutulo todennäköisesti vähintään riittäisi peittämään metsänviljelyn kustannukset. Hyvin huonoksi arvioiduissa hakkuutulo olisi tähän tarkoitukseen riittämätön.

Taulukosta 13 nähdään, että vajaatuottoisista aloista on arvioitu »huonojen» ryhmään 60 ja »hyvin huonojen» 40 %. Luvut ovat miltei samat kuin maan eteläpuoliskon itäosassa keskimäärin. Lehtipuuvaltaisten metsien »huonojen» osuus on pitäjässä jonkin verran suurempi. »Hyvin huonojen» ala on kuitenkin niin suuri, 1940 ha, että sen viljely merkitsee huomattavaa suoranaista rahanmenoa ja on sellaisena eräs koepitäjän kaltaisen seudun metsien parantamisongelmia. Pääosa alasta, 1322 ha, on lehtipuuvaltaisia aloja, mutta merkittävä määrä myös ilman tarvittavaa jälkitoimenpidettä jääneitä paljaita aloja (132 ha).

33. Metsien käsittely ja kehittämiseen tähtäävä ohjelma

Metsien käsittelystä likimäärin 10-vuotiskautena ennen inventointia, siis noin 1950—59 on pyritty muodostamaan kuvaa taulukon 15 osoittamin ryhmin. Tehtäessä arvioinnissa käsittelyn tarkastelua on samalla arvioitu, minkälainen käsittely metsikössä todennäköisesti olisi tarkoituksen mukaisin

Taulukko 15. Metsien käsittely n. 10-vuotiskautena ennen inventointia.
Tabelle 15. Behandlung der Wälder während der ungef. 10-Jahrsperiode vor der Aufnahme.

Vallitseva puulaji *Vorherrsch. Holzart*	Metsänviljely kylvö	Metsänviljely istutus	Taimikon hoito *Jungwuchspflege*	Kasvatushakkuu harvennus *Erziehungshieb Durchforstung*	Kasvatushakkuu välijennys *Lichtung*	Uudistushakkuu avo- *Verjüngungshieb Kahl-*	Uudistushakkuu siemenp. *Schirm-*	Uudistushakkuu suojusp. *Dunkel-*	Poimintaharvennus ja harsinta *Plenterdurchforst. u. -schlag*	Ei mitään tehty *Nichts getan*
	Saat	*Pflanzung*								
	Metsämaan alasta % ja ha — % *u. ha vom Waldareal*									
1. Koepitäjä — *Probegebiet*										
Mänty	2.1	0.5	1.9	29.7	23.6	1.5	5.3	0.1	6.6	31.2
Kiefer	218	52	198	3 095	2 459	156	552	10	688	3 251
Kuusi	—	7.4	10.2	23.4	19.0	1.2	—	7.5	9.0	26.0
Fichte	—	428	589	1 352	1 098	69	—	433	520	1 502
Lehtipuut[1])	0.1	(0.5)	0.4	22.1	13.5	0.2	0.4	1.0	18.0	40.6
Laubb.[1])	(17)	(60)	(48)	2 960	1 810	24	(48)	(128)	2 412	5 434
Kaikki	0.8	1.8	2.8	24.9	18.1	0.8	2.0	1.8	12.2	34.3
Alle	235	540	835	7 407	5 367	249	600	527	3 620	10 187
2. Itä-Suomi — *Ost-Finnland*										
Mänty	6.8	0.7	4.2	20.2	14.7	5.7	5.7	3.3	9.9	36.5
Kuusi	—	1.3	2.6	21.5	8.9	0.5	—	3.2	22.7	40.3
Lehtipuut	—	—	—	12.2	12.1	0.9	—	0.8	23.2	52.3
Kaikki	3.1	0.8	2.9	18.9	11.7	3.0	2.7	2.8	16.4	39.7

[1]) Sulkuihin merkityt luvut tarkoittavat kuusen viljelyä, taimikon hoitoa ja uudistamista. — *Die Zahlen in Klammern bezwecken Fichtenanbau, -pflege u. -verjüngung.*

metsikön kehittämiseksi taikka, arvioitaessa metsikkö edelleen kehitettäväksi kelpaamattomaksi, uuden kehittämiskelpoisen metsikönalun saamiseksi tilalle. Näin on pyritty hahmottelemaan tapahtuneen käsittelyn tarkastelun rinnalle metsien kehittämiseen tähtäävä ohjelma (taulukko 16).

Tarkoituksena oli arvioida käsittelyn tarve n. 10-vuotiskautta silmällä pitäen, mutta aikarajan asettaminen on erityisesti koepitäjän kaltaisella erittäin vahvaa lehtipuuvaltaisuutta käsittävällä alueella vaikeata ja mielivaltaista. Se on riippuvainen ennen kaikkea siitä, kuinka nopeasti vähätuottoisia lehtipuuvaltaisia aloja halutaan ja on käytännöllisesti mahdollista hakkuin ja viljelyin siirtää kuuselle, sekä siitä missä määrin lehtipuun menekki ja hinta tekee mahdolliseksi myös muunlaisten lehtipuuvaltaisten metsiköiden metsänhoidollisen käsittelyn havupuun tuotoksen lisäämistä silmällä pitäen.

Metsänviljely on käsittänyt likimäärin 10-vuotiskautena 1950—59 775 ha, josta pääosa, 540 ha, on ollut kuusen istutusta lehtipuuston alle. Metsänviljelyn tarve uutena 10-vuotiskautena on osoittautunut hyvin paljon suuremmaksi, kaikkiaan 6 184 ha:ksi ja siis n. 8-kertaiseksi varhempaan verrattuna. Se olisi miltei kokonaan istutusta ja merkitsisi keskimäärin

vuotta kohden kaikkiaan ainakin 1.5 milj. markan ja pitäjän metsämaan ha kohden 53 markan määräisiä kustannuksia. Viljelyn tarve olisi suhteellisesti paljon suurempi kuin maan eteläpuoliskossa ja sen itäosassa keskimäärin. Näissä se on IV inventoinnissa arvioitu 10-vuotiskauden tarpeena 125:ksi ja 163 ha:ksi, mutta koepitäjässä 208 ha:ksi 1000 metsämaan ha kohden. Tällaisesta määrästä aiheutuisi valtavien kustannusten ohella, muiden taimikkoalojen lisäämänä, äkillinen taimikkoluokan suureneminen tasaisen ikäluokkarakenteen edellyttämän alan yli sekä edelleen hyvin suuri, osaksi vaneripuuta mutta pääosalta koivupaperipuuta ja polttopuuta käsittävä lehtipuun tarjonta. Metsänviljely tarpeelliseksi arvioiduin määrin muodostuisi metsien kehittämiseen tähtäävän ohjelman vaikeimmin toteutettavaksi osaksi.

T a i m i k o n h o i t o a on arvioimisessa todettu tapahtuneen 10-vuotiskautena 1950—59 835 ha:n alalla. Tarvittava määrä uutena 10-vuotis-

Taulukko 16. Metsien tulevan käsittelyn tarpeen jakaantuminen käsittelyryhmiin.
Tabelle 16. Verteilung des Bedarfs künftiger Behandlung der Wälder auf die Behandlungsgruppen.

Vallitseva puulaji *Vorherrsch. Holzart*	Raivaus *Aufräumung*	Metsänviljely *Waldanbau*		Taimikon hoito *Jungwuchspflege*		Ylispuiden poisto *Abtrieb der Überhälter*	Kasvatushakkuu *Erziehungshieb*			Uudistushakkuu *Verjüngungshieb*		Lepo *Ruhe*
		Mänty *Kiefer*	Kuusi *Fichte*	Perkaus *Verdünnung*	Vapautus *Freihauung*		Kunnostus *Verbesserung*	Varsinainen *Eigentlicher*	Välijennys *Lichtung*	Avo- *Kahl-*	Siementai suojuspuu- *Schirm u. Dunkel*	
	Metsämaan alasta % ja ha — *Von dem Areal des Waldbodens % u. ha*											
1. Koepitäjä — *Probegebiet.* % *ha*												
Mänty *Kiefer*	3.5 365	0.9 94	1.0 104	3.6 375	3.2 333	1.2 125	4.2 437	24.7 2 574	29.3 3 053	0.6 63	11.0 1 146	20.1 2 094
Kuusi *Fichte*	3.3 191	2.3 133	0.6 35	7.1 410	20.4 1 179	13.2 762	4.4 262	24.0 1 387	14.4 832	2.0 115	18.8 1 086	7.2 416
Koivu *Birke*	1.0 120	2.7 324	34.8 4 171	0.4 48	0.6 72	0.7 84	5.2 623	22.3 2 673	35.1 4 207	22.6 2 709	4.9 588	5.3 635
Leppä + (haapa) *Erle (+Espe)*	1.0 18	2.0 39	85.2 1 180	1.2 17	4.2 58	1.2 17	0.6 8	11.2 163	1.8 25	81.1 1 123	— —	— —
Lehtipuut *Laubb.*	1.0 134	2.6 363	40.0 5 351	0.5 65	1.0 130	0.8 101	4.7 631	21.2 2 836	31.6 4 232	28.6 3 832	4.4 588	4.7 635
Kaikki[1]) *Alle*[1])	2.2 702	2.0 623	18.7 5 561	2.9 850	5.5 1 642	3.3 988	4.5 1 314	22.9 6 797	27.3 8 117	13.5 4 010	9.5 2 820	10.7 3 145
2. Itä-Suomi — *Ost-Finnland*												
Mänty	5.2	1.9	1.4	8.8	5.4	2.3	1.3	26.3	18.5	1.9	13.5	20.2
Kuusi	3.9	12.5	2.2	2.6	3.5	6.0	3.8	34.3	15.4	14.8	16.1	7.3
Lehtip.	1.4	4.4	48.2	0.8	13.0	0.3	1.9	19.7	24.2	30.9	2.6	3.3
Kaikki[1])	4.8	7.2	10.1	5.1	5.9	3.2	2.3	27.5	18.0	11.2	12.1	12.4

[1]) Käsittää myös paljaat alat. — *Kahlflächen mitberechnet.*

kautena on arvioitu 2 492 ha:ksi, josta on kuusen taimikoiden vapauttamista lehtipuisen päällispuuston alta 1 179 ha. Syynä tämän viivästymiseen on yleisesti ollut jo kasvatushakkuissakin suurin määrin kertyvän lehtipuun heikko menekki ja hinta. Taimikon hoito tarvittavin määrin ei ole samaa suuruutta kuin viljely, ja sitä helpottaa vapauttamisessa kertyvä puumäärä, jos sillä pääosalta lehtipuuta käsittävänä on riittävä menekki.

K a s v a t u s h a k k u i t a on suoritettu varsinaisen harvennuksen osalta likimäärin niiden uuden tarpeen osoittamin määrin, mutta väljennysryhmän osalta vähemmän, mikä näyttäisi johtuvan pääasiallisesti tämän ryhmän koivuvaltaisten metsien liian vähäalaisesta käsittelystä. Näissä metsissä on kuitenkin tapahtunut melkoisessa määrin toisenlaista, poimintaharvennukseksi nimitettyä hakkuuta. Tässä on lehtipuun heikon menekin takia hakkuutulon saamiseksi, kasvatushakkuun luonteesta poiketen poiminnan tapaisesti lievähkösti, mutta osaksi myös suorastaan harsintana poistettu havupuita, etenkin kookkaita mäntyjä. Tämä on edellä jo viitattua lehtipuuvaltaisen seudun kasvatushakkuiden ongelmaa, joka vaikeuttaa tämän ryhmän osalta metsien kehittämiseen tähtäävän ohjelman toteuttamista.

U u d i s t u s h a k k u u on käsittänyt 10-vuotiskautena vain 4.6 % metsämaan alasta ja pääasiallisesti mäntyvaltaisten metsiköiden siemenpuu- ja kuusivaltaisten suojuspuuhakkuuta. Lehtipuuvaltaisilla aloilla uudistushakkuu on ollut kokonaan metsien puulajirakenteen vastaisesti hyvin vähäistä. Hakkuuta on tapahtunut myös harsinnan tapaisesti. Taulukko 16 osoittaa aivan toisenlaista uudistushakkuun tarvetta yhdistettäessä siihen vajaatuottoisten metsien uusiminen metsänviljelyin. Näiden suuren alan johdosta uudistusryhmä käsittää lähes kahdelta kolmasosalta avohakkuuta, joka kohdistuisi miltei kokonaan lehtipuuvaltaisiin metsiin ja olisi näiden käsittelyn ongelmaa. Huomattavassa määrin on kuitenkin arvioitu tarpeelliseksi myös puolukkatyypin ja korpimaiden vanhojen havupuuvaltaisten metsien uudistamista, mikä olisi omiaan lisäämään lehtipuuvaltaisuudesta johtuvaa suhteellisen pientä hakkuutuloa.

Lopuksi huomataan, että »l e p o o n» voisi jäädä vain n. kolmasosa siitä alasta, mikä likimäärin 1950—59 on jäänyt kaiken käsittelyn ulkopuolelle. Metsien käsittely olisi siis oleva entistä paljon intensiivisempää, mikä käsittelyttä jääneen suuren osan ja metsämaiden keskimäärin hyvän laadun mukaisesti on luonnollista.

Verrattaessa koepitäjän metsien käsittelyä maan eteläpuoliskon itäosan metsien käsittelyyn huomataan osaksi samanlaisuutta ja osaksi melkoista eroa, jota johtuu paljon metsien erilaisesta puulajikoostumuksesta ja kehittämisen tarpeesta. Kasvatushakkuu on ollut pitäjässä yleisempää, mutta voi olla, että lievää poimintaharvennusta on siellä enemmän luettu harvennuksen ryhmään. Uudistushakkuun suhteen ei ole lehtipuuvaltaisten metsien



Kuva 3. Muutamakin kuusisekapuu voi koepitäjän hyvillä mailla siementää epätasaista alikasvosta

Abb. 3. Auch einige Fichtenmischbäume können auf den guten Böden des Probegebiets ungleichmässigen Unterwuchs besamen.

osalta eroa, mikä johtunee siitä, että ongelma on yleisesti lehtipuuvaltaisissa metsissä samanlainen.

Metsien käsittelyn tarpeessa on erityisesti koepitäjän paljon yleisemmästä lehtipuuvaltaisuudesta johtuvaa erilaisuutta. Metsänviljelyn tarve on pitäjässä juuri tästä syystä enemmän kuusen ja vähemmän männyn viljelyä, joka muualla on suuressa määrin tarpeen ns. mäntymaiden vähätuottoisilla kuusivaltaisilla aloilla. Samantapaisesti pitäjässä on suhteellisesti vähemmän mänty- ja enemmän kuusivaltaisten alojen taimikoiden hoidon ja ylispuiden poiston tarvetta.

Kasvatushakkuiden tarve esiintyy koepitäjän mänty- ja lehtipuuvaltaisissa metsissä väljennyksen osalta yleisempänä ja harvennuskäsittelyn

tarve pitäjän niukoissa kuusivaltaisissa metsissä vähäisempänä kuin verrattavassa suuralueessa. Kuusivaltaisten metsien avohakkuun tarve on pitäjässä niiden vähäisestä vajaatuottoisalasta johtuen suhteellisesti paljon pienempi. Lehtipuuvaltaisten metsien avohakkuun tarve on prosentteina samaa suuruutta, mutta vahvasti lehtipuuvaltaisessa koepitäjässä suhteessa metsämaan koko alaan paljon yleisempää kuin eteläpuoliskon itäosassa keskimäärin.

34. Luontaisen uudistumisen mahdollisuudet ja metsänviljelyn tarve

Niin kuin edellä on ilmennyt, metsänviljelyn tarve on osoittautunut koepitäjässä hyvin suureksi. Sen vähentämiseksi on tietenkin pyrittävä käyttämään luontaista uudistamista niin paljon kuin siihen riittävin taimettumisin näyttäisi olevan mahdollisuuksia. Koeinventoinnin työsuunnitelmassa mainittu taimien lukeminen 10 m²:n suuruiselta alalta ympyräkoealojen keskuksesta lähtien voinee antaa tähän suurpiirteistä selvitystä. Tarkastelu rajoitetaan uudistusaloihin ja uudistusmetsikköihin, joissa taimettuminen on ajankohtainen kysymys, sekä lisäksi väljennysmetsikköihin, joissa sillä myös lähiaikana on merkitystä.

Taulukko 17. Luontainen taimettuminen uudistusaloilla sekä uudistus- ja väljennysmetsiköissä.

Tabelle 17. Natürliche Bedeckung mit Jungwuchs auf den Verjüngungsflächen und in den Verjüngungs- u. Lichtungsbeständen.

Metsikön puulaji *des Bestandes*	Taimien (vesojen) *der Pflanzen (der Ausschläge)*	Uudistusalat ja -metsiköt *Verjüngungsflächen u. -bestände*					Väljennysmetsiköt *Lichtungsbestände*				
		Taimia (lehtip. vesoja) kpl/ha — *Pflanzen (Laubh. Ausschläge) St./ha*									
		≤ 1000	2000	3000	4000	5000 +	≤ 1000	2000	3000	4000	5000 +
		Kehitysluokan alasta %:lla — *auf %-Teil des Areals der Entw. klasse*									
Mänty *Kiefer*	Mänty-*Kiefer*	73	14	8	1	4	85	6	3	1	5
	Kuusi - *Fichte*	67	12	3	3	15	81	6	3	2	8
	Lehtipuut *Laubbäume*	92	1	1	1	5	41	5	4	8	42
Kuusi *Fichte*	Kuusi	39	9	8	1	43	43	6	12	3	36
	Lehtipuut	58	8	12	6	16	63	6	11		20
Koivu *Birke*	Kuusi	83	7	4	1	5	82	6	1	4	7
	Lehtipuut	19	2	4	1	74	32	8	4	5	51

Taulukossa 17 on yhdistetty taimien lukumäärään sellaiset 1.3 m:ä pitemmät yksilöt, jotka sulautuvat taimikkoon tai muodostavat taimikon tapaisen uuden puuston alun. Luvut on pyöristetty likimääräisiksi ryhmiksi tuhansina ha kohden. Kun luonnontaimet jakaantuvat usein niin epätasaisesti alalle, että taimikko muodostuisi niistä aivan liian aukkoiseksi ja epätasaiseksi, voidaan ehkä n. 3 000 yksilöä ha kohden pitää jotenkuten tyy-

dyttävänä vähimpänä rajana.[1]) Esittämällä havupuun taimien ohella lehtipuun alut, jotka yleensä ovat vesoja, on pääasiallisena tarkoituksena osoittaa, missä määrin esiintyy taimikkoa tai taimettumista yleensä vain haittaavaa vesakkoa.

Mäntyvaltaisten metsien uudistusaloista ja -metsiköistä näyttää olevan vähintään 3 000 tainta ha kohden niin vähäisessä osassa, että riittävän runsas luontainen uudistuminen lähiaikana uudistukseen tulevilla aloilla todennäköisesti on heikkoa. Uudistumista haittaavaa tiheätä lehtipuuvesakkoa ei



Kuva 4. Koepitäjän kuusenviljelyaloja on jäänyt koivun heikon menekin takia vapauttamatta.

Abb. 4. Manche Fichtenanbauflächen sind wegen des schwachen Absatzes der Birke ohne Befreiung geblieben.

ollut suurella alalla. Väljennysmetsiköissä, joissa taimiaines voi vielä paljonkin lisääntyä, riittävän runsasta taimettumista oli suhteellisesti vähemmän kuin uudistusaloilla ja -metsiköissä. Tiheätä tai tiheähköä lehtipuuvesakkoa oli puolella osalla pinta-alasta, mikä voi olla hyvinkin huomioon otettava luontaista uudistumista vaikeuttava tekijä.

Kuusivaltaisissa metsissä oli sekä uudistusaloilla ja -metsiköissä että väljennysmetsiköissä yli puolella osalla koealoista vähintään n. 3 000 kuusen

[1]) Vrt. Yrjö Ilvessalo, Metsien käsittelyn ja metsänhoidollisen tilan kehitys ja edelleen kehittämisen tarve maan eteläpuoliskossa. MA N:o 12, 1963.

tainta ha kohden. Kun taimiaines voi näillä aloilla vielä lisääntyä ennen uudistamista, näyttää kuusivaltaisten metsien luontainen uudistuminen verraten toiveikkaalta. Kuitenkin on huomattava, että suurella osalla oli myös hyvin niukkaa, alle 1000/ha, taimettumista. Merkittävällä osalla kuusivaltaisten metsien uudistusalojen ja -metsiköiden koealoista oli suuressa määrin lehtipuuvesoja. Väljennysmetsiköiden osalta asianlaita oli päinvastainen.

Mielenkiintoisin on taimettumiskysymys lehtipuuvaltaisten metsiköiden osalta, joiden uudistusalat ja -metsiköt ovat kaikki ja myös väljennysmetsiköt jotakuinkin kaikki koivuvaltaisia. Uudistusalojen ja -metsiköiden alasta olisi taimikoealojen mukaan vain 10 % sellaista, jossa kuusen taimia on vähintään n. 3 000 ha kohden, ja 83 %:lla lukumäärä on 0:sta 1 000:een/ha. Asianlaita on miltei täsmälleen samanlainen väljennysmetsiköiden suurella pinta-alalla. Vv. 1959—60 näytti näin siltä, että koivuvaltaisten metsien luontaista kuusettumista on odotettavissa hyvin vähän ja hyvin hitaasti. Tämä vaikuttaa yhä lisäävästi kuusen viljelyn tarpeeseen ja suurentaa koepitäjän kaltaisen suuresti lehtipuuvaltaisen seudun metsien valtavaa metsänparannusongelmaa.

Ongelman ratkaisua vaikeuttaa osaltaan se, että yli kolmella neljänneksellä koivuvaltaisten uudistusalojen ja -metsiköiden pinta-alasta — samoin kuin ilmeisesti suurella osalla vajaatuottoisalaa — on alle 1.3 m:n pituisia lehtipuuvesoja vähintään yli 3 000/ha, vieläpä yleisesti yli 5 000. Lukumäärää lisäävät vielä monesti erittäin paljon 1.3 m:n korkeuden sivuuttaneet vesat. Väljennysmetsiköissä suhde on huomattavassa määrin saman tapainen ja niiden edelleen väljentyessä vesojen lukumäärä ajan mittaan suurenee. Vesoittuminen näyttäisi siis erityisesti lehtipuuvaltaisessa seudussa olevan kuusen viljelyyn ja viljelytaimikon kehitykseen liittyvä vaikea ongelma, joka viljelykysymyksen yhteydessä on otettava huomioon.

4. Metsien kehittämiseen tähtäävä hakkuusuunnite ja viime vuosien hakkuumäärä, niiden rakenne ja arvo

H a k k u u s u u n n i t e. Inventoinnissa koealoittain suoritettu koeleimaus käsitti kuorineen kuutioituna 916:n ja kuoretta 777 m^3:n suuruisen puumäärän. Koeleimauksen mukaan hakkuusuunnite olisi ensi 10-vuotiskautena keskimäärin vuotta ja metsämaan hehtaaria kohden 4.4 m^3 kuoretta. Tällöin on poistettavaksi merkitylle puumäärälle laskettu inventoinnin eri puulajeille osoittamien kuutiokasvuprosenttien mukainen kasvu 10-vuotiskauden puolena aikana. Kun metsien vuotuinen kasvu on keskimäärin metsämaan ha kohden 4.4 m^3, olisi siis koeleimauksen osoittama hakkuusuunnite

kasvua vastaavan puumäärän suuruinen ja pitäjässä kaikkiaan 130 700 m³ kuoretta vuotta kohden.

Samoin 10-vuotiskauteen rajoittaen on tehty tuottohakkuulaskelman tapainen hakkuusuunnite yhteisesti kaikille puulajeille, koska sekametsiköitä ja erityisesti lehtipuista sekapuuta on hyvin paljon. Ottaen huomioon metsämaiden keskimäärin hyvä laatu ja lehtipuuvaltaisten metsien suuri määrä sekä lehtipuiden vähentämisen tavoite keskimääräinen kiertoaika on oletettu 80 vuodeksi, johon mm. laajan kuusen istuttamisen tarpeen takia on lisätty 5 vuoden uudistamisaika. Laskelmassa tarvittaviksi poistoprosenteiksi (kuutiomäärästä) koeleimaus osoitti ikäluokittain keskimäärin:

	≤20 v.	21—40 v.	41—60 v.	61—80 v.	81+ v.
mänty	10	15	22	27	60 %
kuusi	20 [1]	15	22	27	70 %
lehtipuut	60 [2]	40 [2]	24	53	95 %

[1]) Ylispuiden poiston lisäämänä.
[2]) Lepän suuren poistamisen lisäämänä.

Ikäluokittaisten alkupuustojen sekä kasvu- ja poistoprosenttien perusteella laskien ja olettaen, että ikäluokan ≤ 20 v. ala saataisiin 10 vuodessa erityisesti voimakkain metsänviljelyin lisääntymään 6.6 %:sta n. kaksinkertaiseksi, olisi tuloksena keskimääräinen vuotuinen hakkuusuunnite 121 700 m³ eli 4.1 m³ kuoretta ha kohden. Määrä olisi 93 % edellä ensiksi esitetystä suunnitteesta ja kasvua vastaavasta puumäärästä. Keskikuutiomäärä todennäköisesti voisi 10-vuotiskautena kohota 103:sta 107 m³:iin.

Käytettäessä koeleimauksen osoittamaa suhdetta perusteena voitaisiin olettaa puuston kokonaiskuutiomäärästä olevan 10-vuotiskauden kuluttua lehtipuuvaltaisten metsien osalla 14 % entistä vähemmän. Todellisuudessa näin huomattava lehtipuuvaltaisuuden supistaminen olisi ilmeisesti vaikeasti saavutettavissa, sillä hakkuusuunnite edellyttäisi, niin kuin jäljempänä nähdään, lehtipuiden hyvin suurta osuutta hakkuumäärästä ja hyvin suurialaista metsänviljelyä. Hakkuusuunnite jakaantuisi koeleimauksen mukaan p u u l a j i e n k e s k e n taulukon 18 osoittamalla tavalla. Lehtipuiden hakkuumäärästä olisi likimäärin hieskoivua 55, rauduskoivua 28, leppää 13 ja haapaa 4 %.

Hakkuusuunnite 4.1 m³/ha on suurempi kuin maan eteläpuoliskon keskiarvo 3.0 m³ ja myös suurempi kuin eteläpuoliskon itäosan 3.3 m³/ha.[1]) Puulajien suhde on seuraava:

	mänty	kuusi	lehtipuut
koepitäjä	13.6	13.4	73.0 %
maan eteläpuolisko	27.6	41.4	31.0 »
» , itäosa	29.2	34.0	36.8 »

[1]) Y r j ö I l v e s s a l o, IV valtakunnan metsien inventointi. 1. Maan eteläpuoliskon vesistöalueryhmät. MTJ 56.1. 1962.

Taulukko 18. Hakkuusuunnite (1961—70) ja hakkuumäärä (1958—60) sekä niiden rakenne.

Tabelle 18. Hauungsplan (1961—70) u. Einschlag (1958—60) und deren Struktur.

Puulaji *Holzart*	Hakkuusuunnite — *Hauungsplan*						Hakkuumäärä — *Einschlag*					
	d 1.3 cm				m³/v. *m³ pro J.*	%	d 1.3 cm				m³/v. *m³ pro J.*	%
	≤ 10	10.1 — 20	20.1— 30	30.1 +			≤ 10	10.1 —20	20.1 —30	30.1 +		
Mänty — *Kiefer*	6.7	33.5	42.8	17.0 %	16 550	13.6	3.1	16.1	54.8	26.0	27 920	45.0
Kuusi — *Fichte*	10.9	32.8	42.3	14.0 »	16 310	13.4	2.4	24.3	48.5	24.8	8 170	13.2
Lehtipuut — *Laubb.*	14.0	44.3	35.3	6.4 »	88 840	73.0	14.2	40.9	35.3	9.6	25 930	41.8
Yhteensä — *Insges.*	12.6	41.3	37.2	8.9 %	121 700	100.0	7.6	27.5	45.8	19.1	62 020	100.0

Suunnite voisi siis koepitäjässä selvästi olla ha kohden suurempi kuin maan eteläpuoliskossa ja sen itäosassa. Tässä suhteessa koepitäjän kaltaisessa suuressa määrin lehtipuuvaltaisessa seudussa ei olisi mitään ongelmaa, vaan metsätalous olisi puun tuottamisen puolesta keskimääräistä edullisempaa. Mutta hyvin suuri ja vaikeasti ratkaistava ongelma on hakkuumäärän erittäin vahvassa lehtipuuvaltaisuudessa.

Hakkuusuunnitteen j ä r e y s r a k e n n e olisi rinnankorkeusläpimitta-ryhmittäin taulukon 18 mukaan, puulajeja erottamatta, seuraavanlainen:

	d ≤10 cm	10.1—20	20.1—30	yli 30 cm	Yhteensä
koepitäjässä	12.6	41.3	37.2	8.9	100.0 %
maan eteläpuoliskossa	16.6	40.2	33.4	9.8	100.0 »
» , itäosassa ..	13.1	38.8	36.4	11.7	100.0 »

Koepitäjän, maan eteläpuoliskon ja sen itäosan kesken ei ole suurta eroa hakkuusuunnitteen järeysrakenteessa, joten pitäjän hakkuusuunnitteen järeyssuhde ei ole näin tarkastellen ongelman aihe. Asiasta saadaan toisenlainen käsitys tarkasteltaessa pitäjän hakkuusuunnitteen jakaantumista puulajien kesken kahtena järeysryhmänä:

järeysryhmästä d ≤20 cm			d yli 20 cm		
mäntyä	kuusta	lehtipuuta	mäntyä	kuusta	lehtipuuta
10.1	10.9	79.0	17.8	16.2	66.0 %

Paitsi sitä, että hakkuusuunnitteen pienpuusto on n. 4/5:lta lehtipuuta, myös järeästä puustosta on n. 2/3 lehtipuuta. Kun lisäksi otetaan huomioon, mitä puuston kuutiomäärän tarkastelussa on esitetty järeän lehtipuuston tukkiosuudesta, esiintyy hakkuusuunnite ja sen toteuttaminen vahvasti lehtipuuvaltaisuutta käsittävän seudun vaikeana metsien kehittämiseen tähtäävän ohjelman ongelmana.

Hakkuusuunnite on edelleen arvioitu puutavaralajeiksi Tapion taskukirjassa (14. painos) esitettyjen graafisten taulukoiden perusteella. Menetelmä on suurpiirteinen, mutta voinee asiaa likimääräisesti kuvata. Tulokset sisältyvät taulukkoon 20.

Hakkuumäärä ja sen vertailu hakkuusuunnitteeseen ja kasvuun. Koeinventoinnin edellisen hakkuu- (hankinta-) vuoden, osaksi 1. 6. 1958—31. 5. 1959 ja osaksi 1. 6. 1959—31. 5. 1960, hakkuumäärän arvioimiseksi kantojen perusteella mitattiin todennäköisesti näihin vuosiin luettavat kannot 1500 koealalta. Kantokoealoilla pystypuista tehtyjen mittausten perusteella laskettiin pystypuiden kuutioimistaulukoiden avulla kantoja vastaavat poistettujen puiden kuutiomäärät.

Taulukko 19. Hakkuumäärä 1959—60 verrattuna hakkuusuunnitteen ja kasvun määrään.

Tabelle 19. Hiebsatz in den Jahren 1959—60 im Vergleich zu dem Hauungsplan u. dem Zuwachs.

Puulaji *Holzart*	Läpimitta rinnankork. — *Brusthöhendurchm. cm*					Hakkuumäärä kasvusta, % *Hiebsatz vom Zuwachs, %*
	≤ 10.0	10.1—20.0	20.1—30.0	30.1+	Keskimäärin *Durchschn.*	
	Hakkuumäärä suunnitteesta, % — *Hiebsatz vom Plan, %*					
Mänty — *Kiefer*	77	81	216	259	169	85.6
Kuusi — *Fichte*	11	37	57	89	50	32.7
Lehtipuut — *Laubbäume*	30	27	29	44	29	35.5
Keskimäärin — *Durchschn.*	30	34	63	109	51	47.5

Näin saatiin tulokseksi, että vuotuinen hakkuumäärä olisi ollut koepitäjässä edellä mainittuina hakkuu(hankinta-)vuosina kuoretta 62 020 k-m³ ja metsämaan hehtaaria kohden 2.1 m³. Hakkuumäärästä olisi ollut mäntyä 45.0 %, kuusta 13.2 % ja yhteensä lehtipuuta 41.8 %, josta koivun osalla 34.3, lepän 4.0 ja haavan osalla 3.5 %. Taulukosta 19 nähdään, että hakkuumäärä olisi ollut vain 51.0 % hakkuusuunnitteen ja 47.5 % kasvun määrään verrattuna. Männyn hakkuumäärä olisi ollut männyn suunnitteesta kokonaisluvuin 169 % ja kasvusta 86 %, kuusen vastaavasti 50 ja 33 % sekä lehtipuiden 29 ja 36 %. Kun hakkuumäärä maan eteläpuoliskossa keskimäärin mainittuina vuosina ylitti sekä hakkuusuunnitteen että kasvun määrän, syntyi epäilys, että kantomittausten perusteella saatu hakkuumäärä oli todellista pienempi.

Tiedusteltaessa asiaa Pertunmaan metsänhoitoyhdistyksen metsänhoidonneuvojalta metsäteknikko Väinö Ahoselta hän esitti käsityksenään, että vuosina 1958—60 pitäjässä oli ollut suhteellisen vähän hakkuuta. Vanerikoivun kysyntä oli verraten heikkoa, ja ns. pienkoivua ei vielä paljoakaan

hankittu teollisuuspuuksi. Molempien osalta alkoi muutosta tapahtua huomattavassa määrin vuodesta 1961 lähtien. Metsätalousneuvojat ovat leimanneet v. 1961 n. 70 000 k-m³, v. 1962 n. 80 000 ja v. 1963 n. 90 000 k-m³. Suurenemiseen on vaikuttanut myös se, että hakkuu on yhä täydellisemmin sisältynyt metsänhoidonneuvojien leimaukseen. Luvut eivät käsittäne paljoakaan kotitarvepuuta, joka pitäjässä on pääasiallisesti huonointa pientä puuta, hakkuutähteitä ja oksia, eikä sanottavasti vaikuta muuhun kuin polttopuun määrään. Otettaessa saatu selitys huomioon inventoinnin kantomittausten tulos ei ehkä ole ainakaan paljon liian pieni. Voinee näin ollen olla perusteltavaa hakkuumäärän lähempi tarkastelu ja vertailu hakkuusuunnitteeseen.

Männyn muihin puulajeihin verrattuna suuri hakkuumäärä on selitettävissä siten, mistä jo edellä on mainittu, että erityisesti kookasta mäntyä on koivun heikon menekin ja hinnan takia poimittu paljon koivu-mäntysekametsiköistä. Taulukosta 18 ilmenee että rinnankorkeudelta 20 + cm:n läpimittaisten mäntyjen hakkuumäärä on kantomittausten mukaan käsittänyt 81 % männyn koko hakkuumäärästä ja ollut yli kaksinkertainen koeleimaukseen perustuvaan hakkuusuunnitteeseen verrattuna.

Kuusen 30 + cm-luokan hakkuumäärä on likimäärin koeleimaukseen perustuvan hakkuusuunnitteen suuruinen, mutta 30 cm pienemmän paljon vähäisempi. Suhde voi olla ymmärrettävissä ensiksi siten, että kuusivaltaisissa metsissä taimikoiden ja nuorten harvennusmetsiköiden ala on prosenttisesti paljon suurempi mutta varsinaisten harvennusmetsiköiden ja väljennysmetsiköiden taas paljon pienempi kuin mänty- ja koivuvaltaisissa metsissä. Toiseksi on mahdollista, että haluttomuus uudistushakkuihin sekä kuusipuuston muihin puulajeihin verrattuna pieni määrä ja tästä johtunut tietoisuus kuusen säästämisen tarpeellisuudesta pitäjässä ovat pidätelleet kuusen hakkuuta. Koivu-kuusi-sekametsiköiden paljon pienempi ala koivun ja männyn sekametsikköihin verrattuna on vuorostaan saattanut pidätellä myös kuusen poimintaa harsinnan tapaisesti.

Lehtipuiden hakkuusuunnitteeseen verrattuna erittäin pieni lehtipuiden hakkuumäärä voinee olla selitettävissä edellä koivun hakkuusta mainitun käsityksen mukaisesti. Järeänkin lehtipuun hakkuumäärä oli kantomittauksen mukaan koeleimaukseen perustuvaan hakkuusuunnitteeseen verrattuna pieni.

Taulukkoon 20 on laadittu useista epävarmuuksista johtuen varauksin käsitettävä hakkuumäärän ja hakkuusuunnitteen puutavararakenteen ja raha-arvon vertailu. Arvon laskennan perusteena ovat olleet Metsäntutkimuslaitoksen toimesta kerätyt kantohintatiedot, jotka metsätiet. kand. Sulo Väänänen on antanut tarkoitukseen käytettäväksi. Keskihinnat ovat olleet: havusahatukki 1:40/j³,

Taulukko 20. Hakkuumäärän ja -suunnitteen (vuotuismäärän) puutavararakenteen ja raha-arvon suurpiirteinen vertailu.

Tabelle 20. Ungef. Vergleich zwischen dem Sortimentenaufbau u. Geldwert (des Jahresbetrags) des Einschlags u. des Hauungsplanes.

1. Hakkuumäärä 2. Hakkuusuunnite *1. Einschlag 2. Hauungsplan*	Järeää — *Starkes* Havu- *Nadel-* puuta — *holz*	Lehti- *Laub-*	Mänty- *Kiefern-* paperipuuta — *papierholz*	Kuusi- *Fichten-*	Koivu- *Birken-*	Lehtip. halkoa *Laubh.-Brennholz*	Yhteensä 1000 mk *Insgesamt 1000 Fmk*
	j³- *cbf*, 1000 mk- *Fmk*		p-m³-rm, *1000 mk -Fmk*				
1. Kantomittausten mukaan, 1958-60	583 000	248 100	9 200	5 100	17 200	9 200	
1. *Nach den Stubbenmessungen, in 1958—60*	*816*	*161*	*120*	*81*	*77*	*30*	*1 285*
	63.5%	*12.5%*	*9.4%*	*6.3%*	*6.0%*	*2.3%*	*100.0%*
1. Metsänh. yhdist. leimauksen mukaan, 1961—63	463 000	398 000	8 900	5 700	33 500	18 000	
1. *Nach dem Auszeichnen des Forstvereins, in 1961—63*	*648*	*259*	*116*	*92*	*151*	*58*	*1 324*
	49.0%	*19.6%*	*8.7%*	*6.9%*	*11.4%*	*4.4%*	*100.0%*
2. Hakkuusuunnitteen mukaan, 1961—70	426 000	487 000	8 500	9 700	64 900	34 900	
2. *Nach dem Hauungsplan, in 1961—70*	*596*	*316*	*111*	*152*	*292*	*112*	*1 579*
	37.8%	*20.0%*	*7.0%*	*9.6%*	*18.5%*	*7.1%*	*100.0%*

vaneritukki 0:65/j³ keskeltä mitattuna, paperipuu mänty 13:—, kuusi 16:20 ja koivu 4:50/p-m³ sekä koivuhalot 3:20/p-m³.

Edellä kantomittausten tuloksena ilmennyt suuri järeän havupuun hakkuumäärä hankintavuosina 1958—60 on — todennäköisesti leimauksetta tapahtuneesta poiminnan tapaisesta kookkaiden mäntyjen hakkuusta johtuen — vertailun mukaan ylittänyt metsänhoitoyhdistyksen leimausten mukaisen vuosien 1961—63 määrän, joka myös on hakkuusuunnitetta suurempi. Järeän lehtipuun osalla suhde on päivastainen. Mäntypaperipuun kohdalla ei ole suurta eroa, kuusipaperipuun ja erittäin suuressa määrin koivupaperipuun osalla sekä myös koivuhalkopuun kohdalla olisi suunnitteen mukaan lisäykseen mahdollisuutta.

Taulukon lukujen mukaan kantohintoihin perustuva hakkuutulo olisi hakkuusuunnitteen osoittamana hakkuumääränä suurempi kuin se on ollut vuosina 1959—63. Tältä kannalta siis suunniteltu metsien kehittämiseen tähtäävä ohjelma hakkuusuunnitteineen olisi koepitäjässä metsätalouteen sopeutuva ja kokonaisuutena edullinen. Sen toteuttaminen edellyttää kuitenkin erityisesti paljon viime vuosien määrää suurempaa koivupaperipuun ja lehtipuisen polttopuun hakkuumäärää sekä huomattavasti myös järeän koivun hakkuumäärän lisäystä ja toisaalta järeän havupuun hakkuumäärän vähentämistä. Kysymys on siis, niin kuin jo edellä on todettu, ennen kaikkea

tähänastista paljon suuremmasta lehtipuun menekistä ja sen hinnasta sekä lehtipuun hakkuuseen suuressa määrin liittyvästä metsänviljelystä, so. suurta lehtipuuvaltaisuutta käsittävän seudun metsätalouden erikoisongelmasta.

Lehtipuuvaltaisen seudun metsien hakkuiden kehittäminen suuressa määrin lehtipuuvaltaiseksi osoittautuu myös m e t s ä v e r o t u k s e n näkökulmasta vaikeaksi. Tämä käy ilmi verrattaessa keskenään verotuksen verokuutiometrin ja hakkuusuunnitteen kuutiometrin keskimääräistä rakennetta:

koepitäjän alueella	järeätä puuta tekn. j³ kuoretta	havupuista pyöreätä pinotavaraa p-m³ puolipuhtaana kuusi	mänty	lehtipuista pinotavaraa (pieni osa havup. polttopuuta) p-m³ kuorineen
verokuutiometri	7.5	0.16	0.19	0.66
hakkuusuunnitteen m³	6.2	0.09	0.07	0.89

Järeän puun määrissä ei ole varsin suurta eroa, mutta 6.2 j³:sta käsittää hinnaltaan havupuita halvempi koivu 3.2 ja havupuut yhteisesti vain 3.0 j³. Havupuista pyöreätä pinotavaraa käsittää hakkuusuunnitteen m³ vajaan puolet verokuutiometrin määrästä. Kaikesta hakkuusuunnitteen järeätä puuta pienemmästä lehtipuusta tulisi olla 21 % koivupaperipuuta, jotta hakkuusuunnitteen m³ saataisiin käsittämään edes saman verran pyöreätä pinotavaraa kuin verokuutiometri. On selvää, että hakkuusuunnitteen kuutiometrin arvo jää suuren lehtipuun osuuden takia hyvin huomattavasti verokuutiometrin arvoa pienemmäksi.

5. Metsälösuuruusluokkien metsien vertailu

51. Vertailun tarkoitus ja tapa

Metsälösuuruusluokkien metsien vertailu käsittää maatilametsälöitä. Suuruusluokkien keskinäisen vertailun lisäksi tarkastellaan luokkien sisäistä vaihtelua. Näin voidaan saada enemmän käsitystä vaihtelun suuruudesta sekä samalla suuruusluokittaiseen tutkimukseen tarvittavien metsälöiden lukumäärästä. Metsälösuuruusluokille on laskettu luokan metsälöiden metsäpinta-aloilla painotetut keskiarvot sekä eräiden päätulosten osalta vaihtelua kuvaava hajonta ja keskiarvon keskivirhe, joita tarkastellaan katsauksessa tulosten luotettavuuteen. Monien laajojen taulukoiden välttämiseksi tulosten esitys rajoitetaan päätuloksiin. Suuruusluokkien sisäistä vaihtelua kuvataan samasta syystä vain graafisesti ja vain eräiden päätulosten osalta. Metsälöiden ja metsäpinta-alan jakaantuminen suuruusluokkiin sekä näytemetsälöiden lukumäärä kussakin luokassa on esitetty aiemmin.

52. Metsämaa

Metsämaan jakaantumisessa luokkiin on taulukon 21 mukaan metsälösuuruusluokkien kesken pienehkö ero verrattaessa metsämaata kahtena ryhmänä. MT-ryhmän prosentti vaihtelee 83.1:n ja 89.7:n ja VT-ryhmän 10.3:n ja 16.9:n välillä. OMT:n ja MT:n yhteinen prosentti vaihtelee muuten 60.2:n ja 70.6:n välillä, mutta on 75.1 pienimmässä suuruusluokassa, ≤ 5.0 ha, jonka 21:stä metsälöstä 8:n metsäala on alle 1 ha ja satunnaisuus siten niissä suuri. Kaikissa suuruusluokissa yksityisten metsälöiden kesken on jokaisen metsämaan luokan kohdalla suurta vaihtelua.

Taulukko 21. Metsämaan luokat metsälösuuruusluokittain.
Tabelle 21. Klassen des Waldbodens nach den Betriebsgrössenklassen.

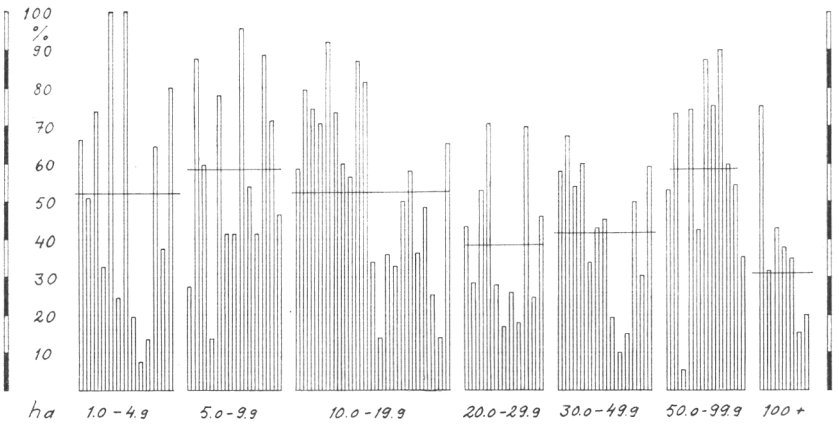
Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	OMT	MT	VT	CT (+Klm)	Korvet *Bruch-moore*	Rämeet *Reiser-moore*	Ojit. suot *Entw. moore*	Mets. vilj. maat *Bewald. Äcker*	Yhteensä *Insgesamt*
	Metsämaan alasta % — *Vom Waldbodenareal* %								
< 5.0	17.5	57.6	7.4	2.1	8.0	3.2	3.4	0.8	100.0
5.0 — 9.9	12.9	47.3	9.6	2.1	13.3	3.8	10.5	0.5	100.0
10.0 — 19.9	10.2	59.1	8.1	0.2	11.2	2.0	7.8	1.4	100.0
20.0 — 29.9	8.1	62.4	12.0	3.2	8.3	1.7	3.4	0.9	100.0
30.0 — 49.9	10.3	57.7	11.9	0.4	5.4	2.7	9.4	2.2	100.0
50.0 — 99.9	19.0	51.6	8.5	1.3	7.0	1.9	9.2	1.5	100.0
100 +	18.7	51.1	9.8	0.9	6.4	3.8	8.7	0.6	100.0

Pääasiana havaitaan, ettei metsälösuuruusluokkien keskiarvojen kesken ole mitään huomattavaa johdonmukaista jatkuvaa eroa pienialaisesta suurialaiseen, joten metsämaan laadun ei tarvitse olla merkittävästi puuston eroja aiheuttava. Inventointi ei siis osoita yleisesti hyvälaatuisia metsämaita käsittävässä koepitäjässä olevan sellaista varhemmissa tutkimuksissa ilmennyttä suhdetta, että pienten metsälöiden metsämaa olisi keskimäärin laadultaan parempaa kuin suurten (vrt. O s a r a 1935 ja L i n n a m i e s 1943 sekä M. I l v e s s a l o ja V. M ä k i n e n 1962)[1]. Tällöin on edellä mainitusta syystä jätetty vertailun ulkopuolelle suuruusluokka ≤ 5 ha.

53. Pinta-alallinen puulaji- ja ikärakenne

P u u l a j i r a k e n t e e s s a ei ole taulukossa 22 huomattavissa selvää jatkuvaa saman suuntaista muuttumista pienistä suuruusluokista suuriin. Jollei luokka 50.0—99.9 ha tekisi erittäin lehtipuuvaltaisena poikkeusta, lehtipuuvaltaisten prosentti vähenisi ja havupuuvaltaisten suurenisi kuitenkin suuriin luokkiin päin, mutta ei säännöllisesti. Luokan 50.0—99.9 ha rin-

[1]) N. A. O s a r a, Suomen pienmetsätalous. MTJ 21. 1935.
O l a v i L i n n a m i e s, Metsien tilasta eri suuruisissa yksityismetsälöissä. MA N:o 12.1943.
M i k k o I l v e s s a l o and V e i k k o O. M ä k i n e n, Development of Growing Stock on Farm Woodlots of Different Sizes. MTJ. 55.13.1962.



Kuva 5. Lehtipuuvaltaisuuden vaihtelu metsälöissä metsälösuuruusluokittain. Tasaviiva kuvaa suuruusluokan keskiarvoa.

Abb. 5. Der Wechsel in dem Überwiegen von Laubbäumen in den Waldwirtschaftsbetrieben der verschiedenen Grössenklassen. Die gerade Linie veranschaulicht den Mittelwert einer Grössenklasse.

nalla lehtipuuvaltaisuus on keskimääräistä suurempi kaikissa 20 ha pienemmissä suuruusluokissa. Luokka 100 + ha eroaa muista huomattavasti havupuuvaltaisempana. Suuruusluokkien sisällä pinta-alallinen lehtipuuvaltaisuus vaihtelee hyvin paljon, niin kuin kuva 5 havainnollisesti osoittaa. Voidaan sanoa, että pieni koetilojen lukumäärä saattaa hyvin epävarmasti osoittaa suuruusluokan metsälöiden keskimääräisen puulajirakenteen.

Lehtipuuvaltaisuus on pitäjässä niin yleistä, että kaikista 5 ha suuremmista koemetsälöistä 64 %:ssa lehtipuuvaltaiset metsät ovat suurin ryhmä ja 28 %:ssa lähinnä suurin. Suuri lehtipuuvaltaisuus on siis koemetsälöissä yleisesti metsävarojen ja metsien käsittelyn sekä metsien parantamisen ongelma.

I k ä l u o k k a r a k e n n e t t a kuvaa taulukko 22 yhteisesti kaikkien

Taulukko 22. Pinta-alan mukainen puulaji- ja ikäluokkarakenne metsälösuuruusluokittain.

Tabelle 22. Holzarten- und Altersklassenstruktur nach der Fläche in Betriebsgrössenklassen.

Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	Mänty- *Kiefer*	Kuusi- *Fichte*	Lehtip.- *Laubb.*	Paljaana *Kahl* %	Ikäluokkaa — *Altersklasse*, %				
	valtaisia — *als vorherrsch.* %				≤20	21—40	41—60	61—80	81+ v. *J.*
< 5.0	26.4	19.0	50.9	3.7	5.8	29.1	41.7	17.7	2.0
5.0 — 9.9	26.8	14.4	58.7	0.1	7.2	25.8	47.0	17.3	2.6
10.0 — 19.9	26.1	20.9	52.5	0.5	5.2	24.2	37.9	28.8	3.4
20.0 — 29.9	32.4	28.6	38.9	0.1	9.6	26.0	41.0	17.3	6.0
30.0 — 49.9	36.1	22.3	41.1	0.5	8.7	26.7	38.1	20.3	5.7
50.0 — 99.9	21.9	19.1	58.7	0.3	6.6	17.5	45.7	22.6	7.3
100 +	30.6	37.7	31.2	0.5	7.8	13.4	29.4	33.2	15.7

puulajivaltaisuuksien keskiarvona. Suurimman luokan, 100 + ha, ero muita suuruusluokkia paljon enemmän kahta vanhinta ikäluokkaa käsittävänä jää miltei ainoaksi selväksi eroksi luokkien kesken. Ikäluokan 81 + v. prosentti on yleensä kohoava, mutta vasta luokkien 50.0—99.9 ja 100 + ha välillä hyvin huomattava. Ikäluokkarakenteessakaan ei siis ole havaittavissa jatkuvaa säännöllistä eroavuutta pienistä metsälöluokista suuriin. Luokkien sisällä on jälleen hyvin suuria eroja. Mainittakoon, että esimerkiksi luokkaa 81 + v. ei ole monessa metsälössä ensinkään. Pienissä suuruusluokissa se puuttuu kuitenkin useimmin.

Ikärakennetta on tarkasteltu myös puulajivaltaisuuden mukaan ryhmittäen. Näinkään ei ole havaittavissa jatkuvaa säännöllistä eroa pienistä metsälöistä suuriin. Yleisenä selvänä erona esiintyy jälleen vain yli 60-vuotiaiden keskimääräistä korkeampi prosentti luokassa 100 + ha. Tämänkin luokan sisällä on kuitenkin suurta vaihtelua.

54. Puuston kuutiomäärä ja kasvu

K e s k i k u u t i o m ä ä r ä näyttäisi taulukon 23 mukaan kohoavan pienistä suuriin metsälöluokkiin päin, joten yleinen suunta on saman tapainen kuin s. 42 mainituissa tutkimuksissa on todettu. Luokka 20.0—29.9 ha, joka käsittää suhteellisesti paljon VT- ja CT-luokkaa, tekee pienen poikkeuksen alaspäin. Suuremman poikkeuksen samoin alaspäin tekee luokka 50.0—99.9 ha, joka käsittää erittäin paljon OMT-luokan lehtipuuvaltaisia metsiä ja poikkeuksellisen vähän mäntyvaltaisia. Hyvin huomattavasti muista ylöspäin keskikuutiomäärä eroaa luokassa 100 + ha, joka käsittää muita suuruusluokkia suhteellisesti enemmän yli 60-vuotiaita metsiä.

Kuva 6 osoittaa, että keskikuutiomäärän vaihtelu suuruusluokkien sisällä on suuri. Jossakin määrin yleisesti voitaneen sanoa yksittäisten metsälöiden keskikuutiomäärien kohoavan ylemmälle tasolle suuria metsälöitä kohti, mutta poikkeuksia on hyvin paljon.

Taulukko 23. Keskikuutiomäärä ja keskikasvu metsälösuuruusluokittain.
Tabelle 23. Mittlere Kubikmasse u. mittlerer Zuwachs nach den Betriebsgrössenklassen.

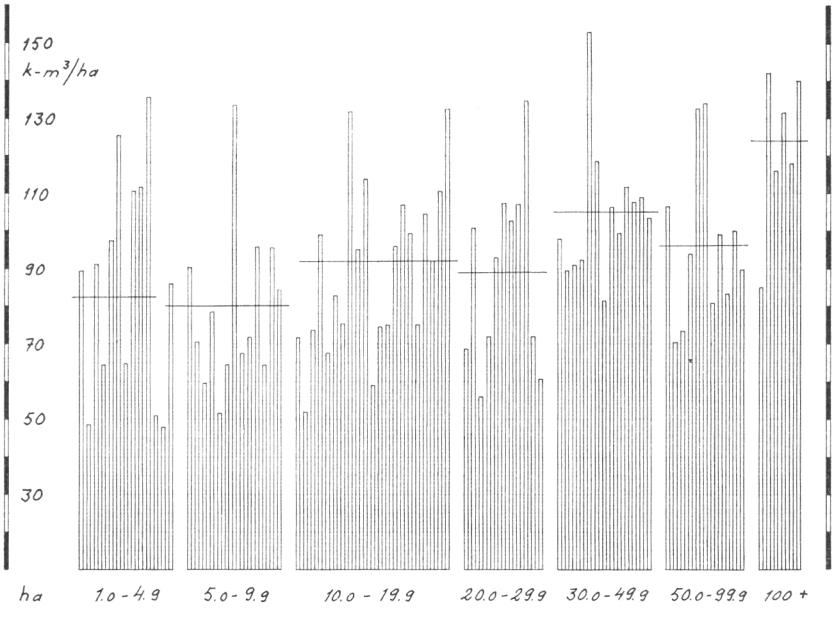
Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	Kuutiomäärä *Kubikmasse* m³/ha	Hajonta *Standard Abweich.*	Keskivirhe *Mittelfehler*	Kasvu *Zuwachs* m³/ha	Hajonta *Standard Abweich.*	Keskivirhe *Mittelfehler*
< 5.0	77	± 32	±7.2	4.9	±1.8	±0.4
5.0 — 9.9	80	± 21	±6.1	4.3	±1.0	±0.3
10.0 — 19.9	92	± 12	±2.6	4.7	±0.9	±0.2
20.0 — 29.9	89	± 24	±7.5	4.6	±0.9	±0.3
30.0 — 49.9	105	± 17	±4.8	5.1	±0.7	±0.2
50.0 — 99.9	96	± 20	±6.2	4.4	±0.6	±0.2
100 +	125	± 17	±6.9	5.1	±0.7	±0.3

Pitäjän 97 näytemetsälöä osoittavat siis, että sen kaltaisella hyvin lehtipuuvaltaisella alueella voidaan puhua vain suurin piirtein keskikuutiomäärän kohoamisesta pienistä metsälöistä suuria kohti. Vaihtelu on laajaa ja johtuu monenlaisista syistä, metsämaan laadusta, puulajisuhteista, ikärakenteesta, käsittelystä jne., puhumattakaan metsälöiden puustoon vaikuttaneista satunnaisista taloudellisista tekijöistä.

Taulukko 24. Metsäalan, kuutiomäärän ja kasvun jakaantuminen metsälösuuruusluokkiin.

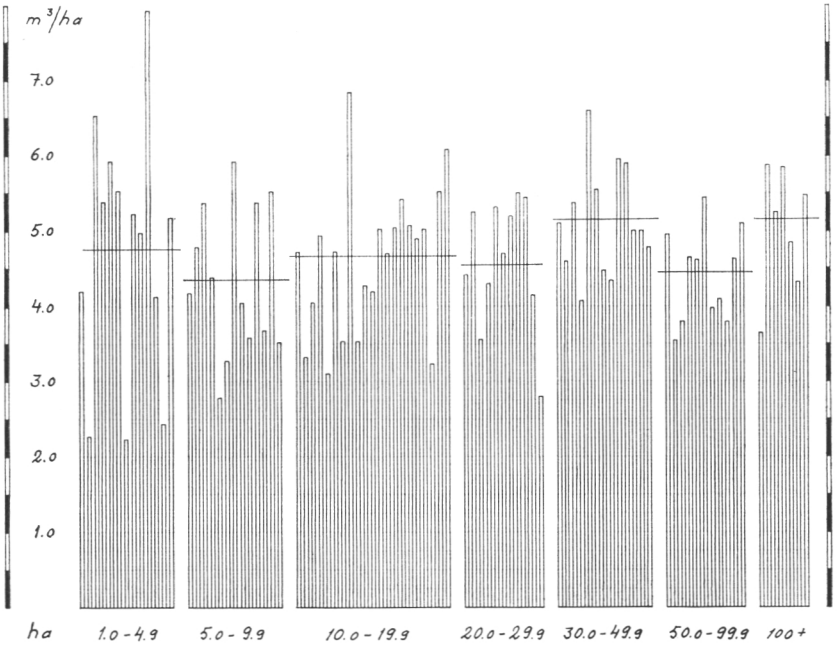
Tabelle 24. Verteilung des Waldareals, der Kubikmasse und des Zuwachses nach den Betriebsgrössenklassen.

Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	Metsäala — *Waldareal*		Kuutiomäärä *Kubikmasse*		Kasvu — *Zuwachs*	
	ha	%	m³	%	m³	%
< 5.0	240	0.9	18 580	0.6	1 056	0.8
5.0 — 9.9	937	3.4	75 050	2.6	4 123	3.1
10.0 — 19.9	3 195	11.5	293 300	10.1	15 016	11.3
20.0 — 29.9	3 650	13.2	324 490	11.2	16 790	12.6
30.0 — 49.9	4 680	16.9	491 870	17.0	23 868	17.9
50.0 — 99.9	6 225	22.4	600 710	20.7	27 390	20.6
100 +	8 801	31.7	1 096 610	37.8	44 885	33.7



Kuva. 6. Keskikuutiomäärän vaihtelu metsälöissä metsälösuuruusluokittain.

Abb. 6. Der Wechsel der mittleren Kubikmasse in den Waldwirtschaftsbetrieben der versch. Grössenklassen.



Kuva. 7. Keskikasvun vaihtelu metsälöissä metsälösuuruusluokittain.
Abb. 7. Der Wechsel des mittleren Zuwachses in den Waldwirtschaftsbetrieben der versch.Grössenklassen.

Mainittakoon vielä, että pitäjän yksityismetsälöiden puuston kokonaiskuutiomäärästä sisältyy taulukon 24 mukaan 37.8 % metsälösuuruusluokkaan 100 + ha ja 30 ha suurempiin metsälöihin 75.5 %, vaikka 100 + ha luokka käsittää yksityismetsälöiden kokonaislukumäärästä vain 5 % ja 2 ha ylittävistä 6 % sekä 30 ha suuremmat vastaavasti 27 % ja 31 %. Suurella lukumäärällään metsätaloudelle pientalouden leimaa antavien 30 ha pienempien metsälöiden osuus pitäjän metsien puuntuotoksessa on siis verraten vähäinen.

Puuston keskikasvussa ei ole taulukossa 23 jatkuvaa selvää eroa pienistä metsälöistä suuria kohti. Keskikasvu on suurin samoissa luokissa, 30.0—49.9 ja 100 + ha, kuin keskikuutiomäärä. Suuruusluokkien sisällä esiintyy suurta keskikasvun vaihtelua, niin kuin kuva 7 havainnollisesti osoittaa. Yksityismetsälöiden kokonaiskasvusta on taulukon 24 mukaan jonkin verran suurempi osa kuin kokonaiskuutiomäärästä pienissä metsälöissä, mihin vaikuttaa etenkin 100 + ha luokan keskimääräistä paljon huomattavampi yli 60-vuotiaiden metsien osuus metsäalasta.

55. Kehitysluokkarakenne ja metsänhoidollinen tila

K e h i t y s l u o k k a r a k e n t e e s s a on taulukon 25 mukaan metsälösuuruusluokkien kesken eroja, mutta suurin piirteinkään jatkuvaa selvää eroa pienistä suuriin metsälöihin ei esiinny yleisesti. Suuruusluokka ≤ 5 ha on jälleen pienten alojen puuston satunnaisuudesta johtuen poikkeava. Suurin luokka, 100 + ha, eroaa nytkin — ikärakenteen mukaisesti — hyvin selvästi muista luokista: harvennusmetsiköt esiintyvät suhteellisesti vähäisempinä ja väljennys- ja uudistusmetsiköt suurempina kehitysluokkina kuin muissa suuruusluokissa. Harvennusmetsiköiden osuus on erityisesti luokassa 5.0—9.9 ha suuri ja väljennys- sekä uudistusmetsiköiden pieni.

Taulukko 25. Metsien prosenttinen jakaantuminen kehitysluokkiin metsälösuuruusluokittain.

Tabelle 25. Verteilung der Wälder (in %) auf Entwicklungsklassen in den Betriebsgrössenklassen.

Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	Kehittämiskelpoisia — *Entwicklungsfähige*								Vajaatuottoisia *Unterproduktive*	Yhteensä *Insgesamt*
	Taimikoita *Jungwüchse*		Nuoria *Junge* harvennusmetsiköitä *Durchforstungsbestände*	Varsinaisia *Eigentliche*	Väljennysmetsiköitä *Lichtungsbestände*	Uudistus-*Verjüngungs-*		yhteensä *Insgesamt*		
	ei *ohne* ylispuita *Überhälter*	on *mit*				metsiköitä *bestände*	aloja *flächen*			
< 5.0	3.1	1.4	9.2	27.0	15.8	9.7	2.2	68.4	31.6	100.0 %
5.0 — 9.9	3.8	2.4	10.5	43.4	22.6	3.8	0.8	87.3	12.7	100.0 »
10.0 — 19.9	2.1	2.5	10.7	29.7	31.2	6.5	1.8	84.5	15.5	100.0 »
20.0 — 29.9	2.7	8.0	10.7	31.1	28.6	6.0	1.1	88.2	11.8	100.0 »
30.0 — 49.9	2.3	6.6	10.8	31.0	32.9	8.1	1.2	92.9	7.1	100.0 »
50.0 — 99.9	2.6	5.3	7.6	25.2	37.2	8.5	1.4	87.8	12.2	100.0 »
100 +	2.0	6.7	4.5	15.7	42.5	20.0	2.3	93.7	6.3	100.0 »

Suuruusluokkien sisällä on suuria eroja. Jossakin tapauksessa taimikot ovat miltei olemattomia, jossakin ne taas käsittävät jopa yli 20 % metsälön metsämaan alasta. Hyvin yleisesti niissä on ylispuita, pääosalta koivupuustoa kuusen taimikon päällä. Kasvatusvaiheen metsiköissä on milloin varsinainen harvennusmetsikkö, milloin väljennysmetsikkö yleisin. Luokassa 100 + ha väljennysmetsiköiden osuus on poikkeuksetta suurempi. Uudistusmetsiköiden ja -alojen yhteinen osuus saattaa olla 30.0—49.9 ha:n suuruusluokkaan saakka joissakin metsälöissä 0, joissakin se taas kohoaa yli ¼:aan.

M e t s ä n h o i d o l l i s e n t i l a n kahden pääryhmän, kehittämiskelpoisten ja vajaatuottoisten metsiköiden keskinäinen suhde ja kummankin pääryhmän jakaantuminen alaryhmiin nähdään taulukosta 26.

Suuruusluokka ≤ 5 ha, jonka kohdalla on muistettava edellä mainittu pienten alojen satunnaisuus, eroaa muista luokista siten, että siinä kehittämiskelpoisten metsiköiden osuus on merkittävästi pienempi ja vajaatuottois-

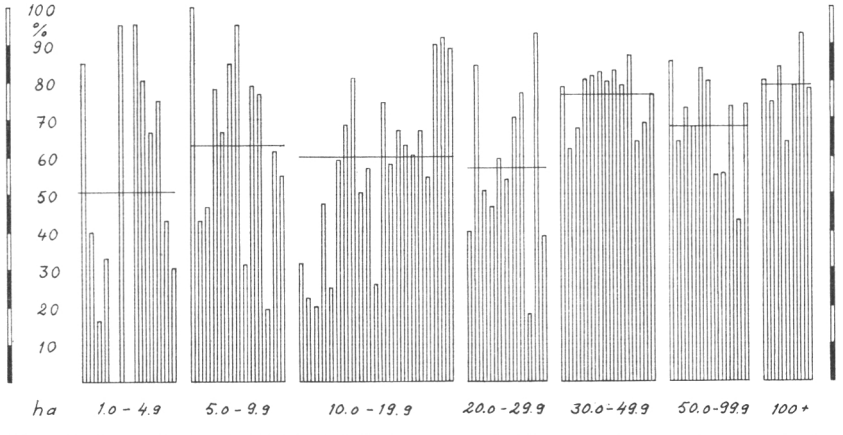
Taulukko 26. Metsien metsänhoidollinen tila (% metsäalasta) metsälösuuruusluokittain.

Tabelle 26. Waldbaulicher Zustand der Wälder (% des Waldareals) nach den Betriebsgrössenklassen.

Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	Kehittämiskelpoiset — *Entwicklungsfähige*			Vajaatuottoiset *Unterproduktive*	
	Hyvä *Gut*	Tyydyttävä *Befriedigend*	Välttävä *Passabel*	Huono *Schlecht*	Hyvin huono *Sehr schlecht*
< 5.0	23.6	52.4	24.0	78.2	21.8
5.0 — 9.9	18.2	54.8	27.0	62.5	37.5
10.0 — 19.9	20.0	51.1	28.9	63.8	36.2
20.0 — 29.9	20.3	44.6	35.1	39.0	61.0
30.0 — 49.9	33.8	48.4	17.8	60.6	39.4
50.0 — 99.9	20.1	57.5	22.4	57.2	42.8
100 +	33.8	50.6	15.6	59.0	41.0

ten suurempi. Yleispiirteisesti voisi olla havaittavissa vajaatuottoisten osuuden vähenemistä suuria luokkia kohti, jollei hyvin lehtipuuvaltainen luokka 50.0—99.9 ha tekisi huomattavan paljon vajaatuottoisuutta käsittävänä poikkeusta.

Metsänhoidolliselta tilaltaan hyvien metsiköiden prosentti on kahdessa suuruusluokassa 30.0—49.9 ja 100 + ha muihin luokkiin verrattuna paljon suurempi. Muiden suuruusluokkien kesken ero on vähäinen. Huomattava on, että hyvien ja tyydyttävien yhteinen osuus kohoaa kaikissa 30 ha suuremmissa luokissa tuntuvasti yli 75:n. Kehittämiskelpoisten metsiköiden metsänhoidollinen tila näyttää siis olevan — jätettäessä luokka ≤ 5 ha vertailusta pois — 30 ha suuremmissa luokissa parempi kuin sitä pienemmissä, ja paras luokassa 100 + ha, kuitenkin aivan pienin eroin luokasta 30.0—49.9 ha.



Kuva 8. Hyvin ja tyydyttävästi käsiteltyjen metsiköiden osuudet metsämaan alasta metsälöittäin ja suuruusluokittain.

Abb. 8. Anteil der gut oder befriedigend behandelten Bestände in den Waldwirtschaftsbetrieben der versch. Grössenklassen.

Vajaatuottoisten alojen jakaantumisessa eroaa muista suuruusluokista — jälleen luokka ≤ 5 ha sivuutettaessa — paljon luokka 20.0—29.9 ha, jossa hyvin huonojen osa on, päinvastoin kuin muissa suuruusluokissa, huonojen osaa paljon suurempi. Edellä havaittiin, että tässä luokassa myös kehittämiskelpoisten metsiköiden metsänhoidollinen tila on heikompi kuin muissa suuruusluokissa.

Suuruusluokkien sisäisessä vaihtelussa luokka 20.0—29.9 ha esiintyy myös metsänhoidollisen tilan puolesta heikoimpana. Luokan 11 metsälöstä 5:ssä ryhmä hyvä käsittää enintään 5 %. Myös luokissa 5.0—9.9 ja 10.0—19.9 ha hyviä on useissa metsälöissä pieni osa. Suuruusluokassa 30.0—49.9 ha hyvien osuus jää vain yhdessä metsälössä 13:sta ja luokassa 50.0—99.9 ha 2:ssa 11:sta alle 10 %:n. Luokassa 100 + ha alle 10 % ei ole ollenkaan. Myös luokkien sisäinen vaihtelu viittaa siis selvästi siihen, että metsänhoidollinen tila on keskimäärin näissä suuruusluokissa parempi kuin luokissa alle 30 ha. Metsänhoidollisen tilan valossa metsien parantaminen näyttäisi olevan kiireellisin ongelma 30 ha pienempien metsälöiden osalla.

56. Metsien kehittämiseen tähtäävä ohjelma

Metsien arvioidun käsittelyn tarpeen suhteen on metsälösuuruusluokkien kesken havaittavissa taulukossa 27 osaksi samanlaisuutta, mutta useimpien ryhmien kohdalla melkoisia eroja.

Hakkuualoilla tarpeellinen raivaus on yleisin luokassa 100 + ha, jossa uudistusmetsiköiden ja -alojen määrä sekä havupuuvaltaisuus on suhteellisesti suurin. Metsänviljelyn tarve esiintyy suurimpana luokissa ≤ 5 ha,

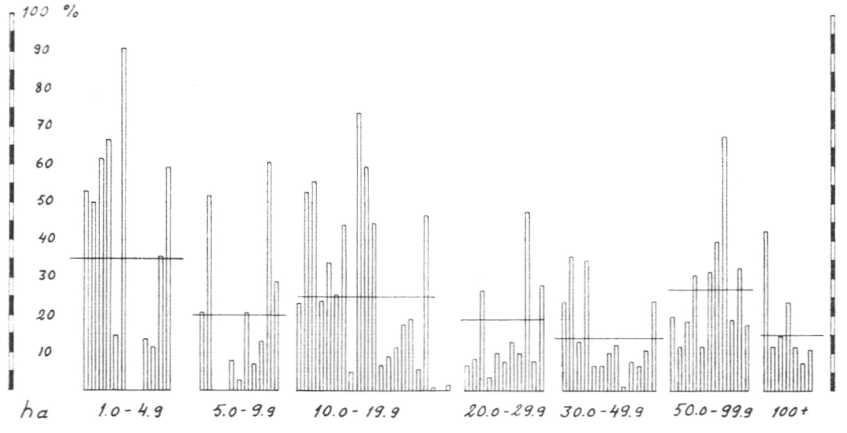
Taulukko 27. Metsien arvioidun käsittelyn tarpeen jakaantuminen käsittelyryhmiin metsälösuuruusluokittain.

Tabelle 27. Verteilung des Bedarfs künftiger Behandlung der Wälder auf die Behandlungsgruppen nach Betriebsgrössenklassen.

Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	Raivaus *Aufräumung*	Metsänviljely *Waldanbau*	Taimikon hoito *Jungwuchspflege*		Ylispuiden poisto *Abtrieb der Überhälter*	Kasvatushakkuu *Erziehungshieb*			Uudistushakkuu *Verjüngungshieb*		Lepo *Ruhe*
			Perkaus *Verdünnung*	Vapautus *Freihauung*		Kunnostus *Verbesserung*	Varsinainen *Eigentliche*	Väljennys *Lichtung*	Avo *Kahl*	Siementai suojusp. *Schirm-Dunkel*	
	Metsäalasta % — % *vom Waldareal*										
< 5.0	0.5	33.2	1.6	1.9	4.0	1.9	21.7	11.2	22.5	9.2	22.0
5.0 — 9.9	2.1	20.2	3.2	3.8	5.8	3.6	41.1	11.4	9.9	1.7	14.7
10.0 — 19.9	1.7	24.8	2.2	4.3	5.7	5.6	30.7	23.8	11.4	4.8	11.2
20.0 — 29.9	2.7	19.2	3.6	9.2	6.1	9.9	32.0	13.5	8.8	5.2	12.4
30.0 — 49.9	0.7	14.1	2.5	8.0	5.0	4.7	33.1	22.0	5.8	6.7	13.8
50.0 — 99.9	3.0	27.0	3.3	5.2	2.9	8.5	24.7	22.3	8.9	7.0	12.1
100 +	4.0	14.9	3.8	7.2	2.1	2.8	15.8	32.1	4.8	14.6	11.3

5.0—19.9 ja 50.0—99.9 ha sekä näitä lähinnä luokassa 20.0—29.9 ha, joissa kaikissa lehtipuuvaltaisia metsiä on paljon ja samalla niistä huomattavan suuri osa yli 60-vuotiaita. Suuruusluokissa 30.0—49.9 ja 100 + ha, joissa metsänhoidollinen tila havaittiin edellä parhaaksi, viljelyn tarve näyttää olevan suhteellisesti pienin. Metsien parantamiseen on yleisesti pyrittävä laajamittaisella metsänviljelyllä.

Taimikon hoidon tarvetta on luonnollisesti muita luokkia jonkin verran enemmän niissä metsälöluokissa, 20.0—29.9, 30.0—49.9 ja 100 + ha, joissa on suhteellisesti enimmin havupuuvaltaisia metsiä. Kaikissa suuruusluokissa on pyrittävä metsien parantamiseen taimikon hoidolla ja kiireellisesti erityisesti kuusen taimikoita vapauttamalla.

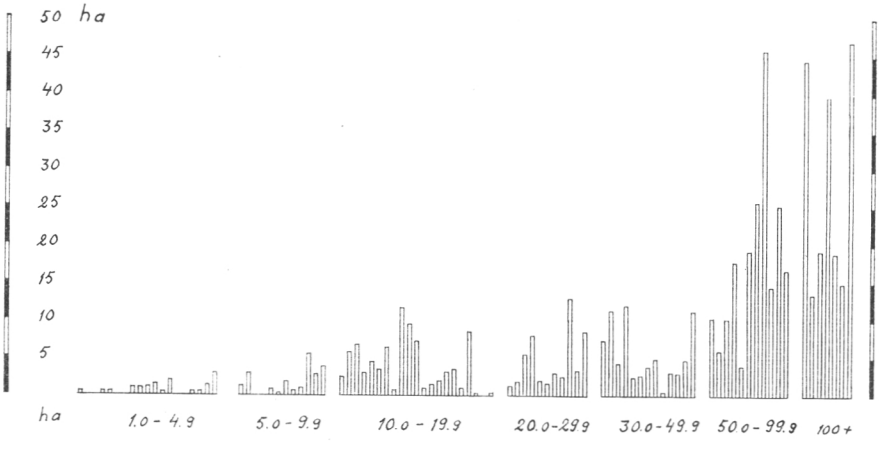


Kuva 9. Metsänviljelyn tarve prosentteina metsälön koko metsäalasta eri suuruusluokissa.
Abb. 9. Bedarf des Waldanbaus in % der gesamten Waldfläche in den Waldwirtschaftsbetrieben der versch. Grössenklassen.

Samoin kuin edellä mainittujen käsittelyryhmien ei myöskään kasvatushakkuiden osalla ole havaittavissa selvää jatkuvaa muutosta pienistä metsälöistä suuriin. 100 + ha:n luokassa kuitenkin harvennus esiintyy keskimääräistä vähemmässä ja väljennys suuremmassa määrin tarpeellisena. Kaikissa metsälösuuruusluokissa on siis ajoissa ja metsänhoidollisesti oikein suoritettavilla — erityisesti heikkolaatuista lehtipuuta sen menekin laajetessa poistavilla — kasvatushakkuilla pyrittävä metsien parantamiseen. Myös uudistushakkuiden ryhmän osuus vaihtelee vähän, mutta on siemen- ja suojuspuuhakkuun kohdalla suhteellisesti suuri luokassa 100 + ha, jossa on huomattavan runsaasti sekä mänty- että kuusivaltaisten metsien ikäluokkaa 81 + v.

Suuruusluokkien sisällä esiintyy myös metsänhoidollisen käsittelyn tarpeellisuuden suhteen suuria eroja.

Metsänviljelyn tarvetta on, pääasiallisesti suuren lehtipuuvaltaisten metsien kuuselle siirtämisen tarpeen takia, jotakuinkin kaikissa metsälöissä, joissakin pienimmissä jopa puolella mutta myös eräissä suuremmissa ¼—⅓:lla metsämaan alasta. Toisaalta kaikissa suuruusluokissa on myös metsälöitä, joissa viljelyn tarve jää alle 10 %:n. Vajaatuottoisten alojen viljelyn kustannukset ylittänevät yli 40 %:ssa, luokassa 20.0—29.9 ha 61 %:ssa, metsälöistä viljeltävällä alalla kasvavan puuston hakkuusta saatavan, kustannuksilla vähennetyn tulon. Tämä suurentaa viljelyn ongelmaa.



Kuva 10. Metsänviljelyn tarve hehtaareina metsälöittäin eri suuruusluokissa.
Abb. 10. Bedarf des Waldanbaus in Hektaren in den Waldwirtschaftsbetrieben der versch. Grössenklassen.

Taimikon hoito esiintyy myös tehtävänä enimmissä jokaisen suuruus luokan metsälöistä. Se on yleisesti suuremmalta osalta vapautusta pääasiallisesti koivuylispuustosta, kuin perkausta, ja siis tästä aiheutuva yleinen ongelma. Hyvin yleisesti kaikkien suuruusluokkien metsälöissä on tarpeen myös ylispuiden poistoa varsinaisen taimikkovaiheen jo ohittaneissa metsiköissä.

Kasvatushakkuu on tämän vaiheen yleisyydestä johtuen tarpeen jokaisen suuruusluokan kaikissa metsälöissä. Yleisin on varsinainen harvennus, mutta suuria luokkia kohti lisääntyy väljennys, joka 100 + ha:n luokassa kaikissa metsälöissä käsittää suuremman osan kuin varsinainen harvennus. Lehtipuuvaltaisten metsien yleisyydestä tässä käsittelyryhmässä aiheutuu, lehtipuun suhteellisesti alhaisen kantohinnan takia, yleistä kasvatushakkuiden hyvän suorittamisen ongelmaa.

Avohakkuu esiintyy jokaisen suuruusluokan jotakuinkin jokaisen näytemetsälön kohdalla ja miltei kokonaan vajaatuottoisista lehtipuuvaltaisista

aloista johtuvana yleisenä ongelmana. Myös siemen- tai suojuspuuhakkuun alkuun saaminen on arvioitu jo ensi 10-vuotiskautenakin tarpeelliseksi jokaisen suuruusluokan enimmissä metsälöissä, mutta yleisesti huomattavan suurialaisena vain suurissa metsälöissä.

57. Metsälösuuruusluokkien sopeutuminen koko pitäjän metsien kehittämiseen tähtäävään ohjelmaan

Tätä kysymystä voidaan tarkastella taulukon 28 perusteella, jossa käsittelyn tarve on jaettu neljään pääryhmään.

Metsänviljelyn tarve on arvioitu koepitäjässä ensi 10-vuotiskautena 6 184 ha ja sen mukaisesti keskimäärin vuotta kohden 618 ha käsittäväksi. Prosenttisesti suurin on erittäin paljon lehtipuuvaltaisuutta käsittävän luokan 50.0—99.9 ha osuus (31.1 %). Se on suurempi kuin luokan osuus metsämaan alasta (22.4 %), puuston kokonaiskuutiomäärästä (20.7 %) ja vuotuisesta kasvusta (20.6 %). Pienemmässä määrin samoin viimeksi mainittujen osuutta suurempi on luokan 10.0—19.9 ha prosentti viljelyn tarpeen kokonaisalasta, mutta taas niitä vähäisempi luokkien 30.0—49.9 ja erityisesti 100 + ha osuus, joissa keskikuutiomäärä on suhteellisesti korkea. Näin tarkasteltuna metsänviljelyn tarve kohdistuisi siis suhteellisesti raskaimmin suuruusluokkiin 50.0—99.9 ja 10.0—19.9 ha.

Tarpeellinen metsänviljelyn vuotuisala suurenee pienimmästä metsälösuuruusluokasta suurinta kohti. Keskimääräisenä se olisi vielä luokissa 20.0—49.9 ha n. puoli hehtaaria. Kun viljely olisi miltei kokonaan istutusta, siihen tarvittava työ vaatisi mainituissa luokissa esim. Tapion taskukirjan (14. painos s. 117) mukaan 3—3.5 miespäivätyötä vuodessa metsälöä kohden

Taulukko 28. Metsien kehittämiseen tähtäävän ohjelman käsittelyryhmien jakaantuminen metsälösuuruusluokkien kesken (1) ja ala keskimäärin metsälöä ja vuotta kohden — n. 10-vuotiskautena (2).

Tabelle 28. Verteilung der Behandlungsgruppen des auf die Entwicklung der Wälder beziehenden Programmes nach den Betriebsgrössenklassen (1) und die durchschnittliche Fläche pro Jahr und Betrieb in der 10-Jahrsperiode (2)

Suuruusluokka *Grössenklasse* ha	Metsänviljely *Waldanbau*		Taimikon hoito *Jungwuchspflege*		Kasvatushakkuu *Erziehungshieb*		Uudistushakkuu *Verjüngungshieb*	
	1, %	2, ha	1, %	2, ha	1, %	2, ha	1, %	2, ha
< 5.0	1.5	0.05	0.3	(0.01)	0.6	0.07	1.7	0.04
5.0 — 9.9	3.5	0.16	2.4	0.05	3.5	0.46	2.5	0.09
10.0 — 19.9	14.6	0.38	7.6	0.10	12.7	0.97	11.4	0.24
20.0 — 29.9	12.9	0.50	17.1	0.33	14.9	1.67	11.4	0.34
30.0 — 49.9	12.2	0.59	17.6	0.41	18.3	2.51	13.0	0.48
50.0 — 99.9	31.1	2.12	19.5	0.62	21.9	4.28	22.0	1.16
100 +	24.2	3.22	35.5	2.30	28.1	11.06	38.0	4.06
Yhteensä — *Insges.*	100.0		100.0		100.0		100.0	

ja näitä pienemmissä luokissa vähemmän, luokassa 50.0—99.9 ha taas n. 14 ja luokassa 100 + ha n. 21 miespäivätyötä. Ensiksi mainittu päivätyömäärä voitaneen yleisesti vaikeuksitta saada tilan työvoimasta, joten viljelyn suoritus ei kohdanne vaikeuksia ainakaan, jos työn suunnittelu ja taimet voitaisiin saada maksutta. Metsälöluokassa 50.0—99.9 ha ja erityisesti luokassa 100 + ha työn suoritus tilan omin voimin, varsinkin jos työvoimaa on niukasti, vaatisi enemmän ponnistusta ja voisi käydä vaikeaksi. Niin kuin kuvasta 6 havaitaan, tarvittava viljelyala vaihtelee samassa suuruusluokassa hyvin paljon. Keskiluvut voivat siis osoittaa vain metsälösuuruusluokkien keskimääräisen sopeutumisen, mutta eivät luonnollisesti niiden tilakohtaista sopeutumista pitäjän metsien kehittämisen kokonaisohjelmaan.

T a i m i k o n h o i t o a koskevat pinta-alat ovat keskimäärin tilaa kohden luokkaan 50.0—99.9 ha saakka niin pieniä, että tehtävä työ hyvin todennäköisesti olisi yleensä helposti mahdollinen tilan omin voimin ja edellyttäisi vain ohjauksen. Luokassa 100 + ha ala on paljon suurempi, ja tämä luokka käsittääkin yli kolmasosan taimikon hoitoa tarvitsevasta kokonaisalasta. Metsälösuuruusluokat sopeutuvat keskimäärin alan mukaisesti pitäjän metsänhoito-ohjelmaan, mutta luokkien sisällä on tässäkin suhteessa huomattavaa eroa.

K a s v a t u s h a k k u i d e n ala jakaantuu metsälösuuruusluokkien kesken melkoisen läheisesti samalla tavalla kuin metsäpinta-ala, mutta on suurinta luokkaa kohti lisääntyvältä osalta yleensä arvokkaampaa puuta antavaa väljennyshakkuuta. Jos kasvatushakkuussa poistetaan keskimäärin 20—25 % puuston kuutiomäärästä, hakkuu käsittäisi luokkaan 10.0—19.9 ha saakka keskimäärin enintään n. 30 p-m³ sekä luokissa 20.0—49.9 ha 2—3 kertaa tämän määrän. Luokassa 50.0—99.9 ha se merkitsisi n. 130 p-m³ ja luokassa 100 + ha n. 330 p-m³, jolloin viimeistään vieras työvoima lienee melkoisessa määrin tarpeen oman voiman apuna. Voitaneen sanoa, että kasvatushakkuiden alan puolesta metsälösuuruusluokat keskimäärin sopeutuvat metsien kehittämiseen tähtäävään pitäjän kokonaisohjelmaan. Suuruusluokkien sisällä vaihtelu on luonnollisesti suuri.

U u d i s t u s h a k k u u n kokonaisala jakaantuu myös melkoisen samaan tapaan kuin metsäpinta-ala metsälösuuruusluokkien kesken, lukuun ottamatta luokkaa 100 + ha, joka käsittää uudistushakkuun alasta huomattavasti suuremman osan kuin metsäalasta. Tässä käsittelyryhmässä hakkuutulo voi olla suuruusluokkien kesken keskimäärinkin vielä erilaisempi kuin kasvatushakkuiden ryhmässä, mihin erityisesti vaikuttaa vajaatuottoisten metsiköiden erilainen osuus hakkuuryhmän alasta. Pienet suuruusluokat sopeutuvat pitäjän metsien kehittämisen ohjelmaan luonnollisesti yleensä siten, että niissä uudistushakkuu käsittää muutaman vuoden yhteisalan kerrallaan.

Yleisesti voidaan päätellä, ettei niiltä näkökannoilta, joita tässä on voitu tarkastella, saattane olla metsälösuuruusluokkien kesken ainakaan kovin suuria eroja sopeutumisessa pitäjän metsien kehittämiseen tähtäävään ohjelmaan. Tämä voidaan sanoa suuruusluokista kokonaisuuksina, mutta kaikissa luokissa on paljon eroa, suuriakin sopeutumisen vaikeuksia, yksityisten metsälöiden osalta. Missä määrin tällainen päätelmä voidaan yleistää runsaasti lehtipuuvaltaisuutta käsittäviin seutuihin, riippuu tietenkin siitä, missä määrin ne ovat metsien ja metsätaloudellisen sijainnin puolesta koepitäjän kaltaisia.

6. Tulosten luotettavuuden arviointia

Niin kuin edellä on mainittu, Pertunmaan koearvioinnin tarkoitus oli ensi sijassa pyrkiä selvittämään suuressa määrin lehtipuuvaltaisuutta käsittävälle seudulle erikoisia metsävarojen ja metsien käsittelyn sekä niiden kehittämisen ongelmia. Tästä syystä ja huomattavan suuren lisätyön välttämiseksi pitäjän yleisarvioinnin tuloksia ei laskettu siten osittain, että tulosten luotettavuutta olisi voitu tarkastella todennäköisyyslaskennan menetelmin. Tällainen tehtävä oli, niin kuin myös edellä on sanottu, saman aikaisen Sahalahden koearvioinnin erikoistarkoituksena. Pertunmaan koearvioinnin tulosten luotettavuutta tarkastellaankin Sahalahden koearvioinnin valossa ja verraten myös Vesannon pitäjänarviointiin, josta samoin on esitetty puuston kuutiomäärän osalta tuloksen todennäköinen luotettavuus.[1])

Sahalahdella ja Pertunmaalla suoritettiin linjoittainen ympyräkoealaarviointi pääpiirtein samanlaisen suunnitelman mukaisesti. Edellisessä, sen pienemmän metsäalan 9 742 ha takia, linjaväli 500 m ja linjoilla koealaväli 300 m olivat pienemmät kuin 1 000 m ja 400 m 29 702 ha:n metsäalan käsittävässä Pertunmaan koepitäjässä. Metsälöarvioinnissa koealatiheys oli molemmissa jotakuinkin sama. Koealojen kokonaislukumäärä oli Sahalahdella 594 ja Pertunmaalla 731 sekä koemetsälöiden lukumäärä vastaavasti 62 ja 97, Pertunmaalla samoissa suuruusluokissa yleensä vähän suurempi kuin Sahalahdella. Vesannon pitäjän varsinaiset yksityismetsät, 27 400 ha, käsittäneessä systemaattisessa lohkoarvioinnissa oli tasavälein sijoitettujen 1 000 m pitkien ja 300 m leveiden lohkojen sivuilla mitattujen koealojen lukumäärä kaikkiaan 599.

Metsämaan alasta tuoreet kankaat käsittävät Sahalahdella 61, Pertunmaalla 68 ja Vesannossa samoin 68 %. Metsistä on Sahalahdella mäntyvaltaisia 41, kuusivaltaisia 43, lehtipuuvaltaisia 13 sekä paljaita aloja 3 %,

[1]) Aarne Nyyssönen ja Pentti Karvonen, Vesannon metsät ja niiden hoitoohjelma. Vuoden 1962 inventointiin perustuva selvitys. Kuopio 1964.

Vesannossa vastaavasti 33, 50, 14 ja 3 % sekä Pertunmaalla 35, 19, 45 ja 1 %. Metsämaan laadussa on siis samanlaista keskittymistä ja puulajivaltaisuudessa kahdessa edellisessä keskittymistä havupuuvaltaisiin ja Pertunmaalla enemmän lehtipuuvaltaisiin.

Puuston keskikuutiomääräksi on saatu Sahalahdella 101.7 m³/ha ± 2.4 % ja Vesannossa 89 m³/ha ± 3 %. Tämän perusteella saatetaan arvioida, ettei Pertunmaan keskikuutiomäärässä, 103 m³/ha, voine olla ainakaan 3 % suurempaa keskivirhettä. Tämä merkitsee, että keskikuutiomäärä on saatu 95 %:n luotettavuudella siten, ettei virhe kohoa ainakaan yli 5—6 %:n rajan. Keskikasvuksi on saatu Sahalahdella 3.9 m³/ha ± 2.5 % ja saatetaan olettaa, ettei myöskään Pertunmaalla keskikasvun, 4.4 m³/ha, keskivirhe ole suurempi.

M ä k i n e n on tarkastelunsa perusteella esittänyt, että Sahalahden koepitäjän keskikuutiomäärän selvittämiseksi 95 %:n luotettavuudella enintään n. 10 %:iin kohoavan virheen rajoissa olisi ollut tarpeen 174 koealaa ja enintään n. 5 %:iin kohoavan virheen rajoissa 696 koealaa.[1]) Oletettaessa, ettei kuutiomäärän koealoittainen vaihtelu ole Pertunmaalla ainakaan sanottavasti suurempi kuin Sahalahdella, jossa hajonta on ± 66 % keskikuutiomäärästä, voidaan näinkin päätellä Pertunmaan 731 koealan riittäneen 95 %:n todennäköisyydellä siihen, ettei keskikuutiomäärän mahdollinen virhe kohoa yli n. 5 %:n rajan.

Pertunmaan metsälösuuruusluokittaisille keskikuutiomäärille ja -kasvuille $(\bar{x})$ on taulukossa 30 esitetty hajonnan (s) ja keskivirheen $(s_{\bar{x}})$ luvut näiden yleiskaavoilla laskettuina.[2]) Molemmat voivat olla jonkin verran liian suuria, sillä suuruusluokan keskikuutiomäärässä ja -kasvussa saattaa olla satunnaisvaihtelun lisäksi pitäjän eri osien kesken systemaattista vaihtelua, joka ei tule käytetyissä kaavoissa huomioon otetuksi ja jota luokkien koemetsälöt verraten vähäisten lukumäärien takia voisivat epävarmasti ilmaista. Taulukon osoittamat hajonnan luvut ovat pienempiä kuin Sahalahden yleisarvioinnissa (± 66 %). Tämä saattaa viitata systemaattisen virheen pienempään merkitykseen suuruusluokittaisessa arvioinnissa. Selityksenä mainittakoon myös, että vaihtelua suurentavia korkeita keskikuutiomääriä esiintyy vähän 100 ha pienemmissä suuruusluokissa.

Vaikka hajonta esiintyy taulukossa verraten pienenä, keskivirhe on suuruusluokkien metsälöiden vähäisistä lukumääristä johtuen yleensä melkoinen. Voidaan sanoa, että 95 %:n todennäköisyydellä koemetsälöiden lukumäärä on ollut riittävä keskikuutiomäärän määrittämiseksi vähintään n. 10 %:n

---

[1]) Siv. 5 mainittu teos.

[2]) $s = \sqrt{\frac{\Sigma\,(\bar{x} - X)^2}{N - 1}}$ ja $s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{N - 1}}$, joissa N merkitsee suuruusluokan metsälöiden lukumäärää.

tarkkuudella suuruusluokissa 10.0—19.9, 30.0—49.9 ja 100 + ha. Luokassa 50.0—99.9 ha vastaava »tarkkuusluku» on 12 %, luokassa 5.0—9.9 ha 14 %, luokassa 20.0—29.9 ha 16 % ja luokassa ≤ 5.0 ha hyvin pienten metsälöiden suuren satunnaisuuden takia 18 %. Jos oletetaan, että Pertunmaa edustaisi keskikuutiomäärän vaihtelun keskimääräistä laajuutta, ei siis pitäjittäisessä suuruusluokittaisessa metsän arvioinnissa koemetsälöiden lukumäärää voida tyydyttävän tarkkaan tulokseen pyrittäessä supistaa yleensä ainakaan koepitäjässä arvioituja vähäisemmäksi. Supistaminen voi olla mahdollista käytettäessä laajempia suuruusluokkia.

Arviointien tulosten luotettavuuden tarkastelu on yleisesti kohdistettu vain koko metsämaan keskikuutiomäärään ja keskikasvuun. M ä k i s e n tutkimus osoittaa, että keskikuutiomäärän keskivirhe kohoaa yleensä huomattavasti suuremmaksi metsämaan luokittain, mutta ylittää vain vähäisessä määrin esiintyvissä luokissa edellisessä mainitulla tavalla käsitetyn 10 %:n virherajan n. 15—20 %:n suuruisena. Tällaisessa valossa voitaneen tarkastella arvioinnin muitakin tuloksia.

Die Holzvorräte der Wälder mit überwiegendem Laubbaumbestand sowie deren Entwicklungsprobleme im Lichte der Probeinventur von Pertunmaa

Referat

Zweck und Durchführung der Untersuchung

In Finnland gibt es, wie die Abbildung 1 veranschaulicht, weite Gebiete, die insbesondere auf Flächen, auf denen lange Brandwirtschaft betrieben wurde, reichlich überwiegend Birke und zum Teil auch Grauerle aufweisende Wälder haben. Diesen hat man im Streben, die Wälder zu verbessern, eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet, nachdem durch Untersuchungen festgestellt worden war, dass der Holzertrag der Laubwälder viel hinter dem der Nadelwälder zurückblieb. Bei der Förderung der Wälder wurde denn auch Ende der 1950er Jahre als ein wichtiges Ziel aufgestellt, die Waldgebiete, die überwiegend Laubbäume aufweisen, zu einem grossen Teil durch Kahlhieb und Waldanbau sowie durch eine Befreiung des unter den Überständern der Laubbäume befindlichen Fichtenjungwuchses, in Gebiete mit einem Fichtenwuchs zu verwandeln.

Der Reichsinventur der Wälder wurde eine Untersuchung angeschlossen, die die Holzvorräte der zu einem grossen Teil überwiegend Laubbäume aufweisenden Gebiete, die Behandlung der Wälder sowie die sich aus deren Förderung ergebenden Spezialprobleme zum Gegenstande hatte. Das Untersuchungsgebiet umfasste einen Bezirk, der in der in der Abbildung 1 dunklest beschatteten Gegend liegt, in dem die Voraussetzungen zur Waldwirtschaft mit Rücksicht auf Arbeitskraft und Transport günstig sind. Das 37 221 ha umfassende Probegebiet besteht zu 93 % aus Gutsforsten. Von der Waldfläche entfallen auf weniger als 10 ha umfassende Waldwirtschaftsbetriebe 32.1 %, auf 10.1—19.9 ha umfassende Betriebe 23.9 %, auf 20.0—49.9 ha grosse Betriebe 29.6 %, auf Betriebe von einem Umfang von 50.0—99.9 ha 9.3 % sowie 5.1 % auf 100 + ha umfassende Betriebe. Die Verteilung ist sehr ähnlich der im Durchschnitt in der Südhälfte Finnlands vorherrschenden Verteilung.

Die Aufnahme der Wälder wurde durchgeführt als eine allgemeine Aufnahme des Probegebiets, bei der die Distanz zwischen den Aufnahmelinien 1 000 m betrug sowie diejenige zwischen den 3 Ar grossen Kreisprobeflächen 400 m. Das Aufnahmeverfahren war im Grossen das selbe wie in der Reichsinventur in den Jahren 1960—61. Die Länge der Aufnahmelinien betrug insgesamt 374 525 m und die Zahl der Probeflächen 731. Zum zweiten setzte man sich zum Ziel die Prüfung der Frage, inwiefern unter den Grössenklassen der Waldwirtschaftsbetriebe ein Unterschied in bezug auf die Holzvorräte, den Zustand der Wälder und ihre Behandlung bestand. Die Probewaldwirtschaftsbetriebe wurden ausgelost, und diese machten in jeder Grössenklasse (Tabelle

21) ca 10 % der Waldwirtschaftsbetriebe der Klasse aus, insgesamt 97 Betriebe. Diese Aufnahme umfasste Schätzungslinien von 283 580 m Länge sowie im Durchschnitt 0.8 Kreisprobefläche pro ha Waldboden, insgesamt 2 688 Probeflächen. Der Linienzwischenraum stieg von 40 m bei den kleinsten Betrieben auf 300 m bei den grössten.

Probegebiet als Ganzes genommen

Von der Landfläche des Probegebiets entfallen auf Waldboden 79.8 % (Tabelle 1). Unter dem Waldboden bildet seiner Qualität nach den Hauptteil ein als der im Durchschnitt bessere Waldboden, der als MT-Gruppe bezeichnet wird und der den Oxalis-Myrtillus- und den Myrtillus-Typ aufweist, sowie Bruchmoore, entwässerte Moore und erneut zu Wald gewordenes Ackerland (Tabelle 2). Die Fläche zählt in dieser Beziehung zu den besten Gegenden Finnlands, die gute Voraussetzungen für die Erzeugung von insbesondere Fichtenholz aufweist.

Die Waldfläche ist zu 45 % und die Fläche der MT-Gruppe zu mehr als 50 % mit Wäldern ausgestattet, die überwiegend Laubbäume aufweisen (Tabelle 3). Hiervon ist insgesamt mehr als die Hälfte Ruchbirke, deren Holzertrag viel geringer ist als derjenige der Warzenbirke, sowie Grauerle, denen die nur ganz vereinzelt vorkommende Espe angegliedert ist. Ausserdem bilden Laubbäume als Mischholzart eine viel häufigere Erscheinung in überwiegend Nadelbäume aufweisenden Wäldern als Nadelbäume in Wäldern, die überwiegend Laubbäume aufweisen. Die durchschnittliche Kubikmasse der Wälder sowie ihr durchschnittlicher Zuwachs sind im Vergleich mit den übrigen Landesteilen befriedigend, aber die Holzartenstruktur der Gesamtkubikmasse und des Zuwachses ist keineswegs in Übereinstimmung mit der Qualität des Waldbodens und dessen natürlichen Holzertragsfähigkeit (Tabellen 5—11). Anstelle der Wälder, die überwiegend Laubbäume aufweisen, sollte die Forstkultur in grossem Umfang die ertragreichere Fichte beschaffen; diese Frage bildet das grosse Problem bei der Steigerung des Holzertrags in Wäldern, die zu einem überwiegenden Teil Laubbäume aufweisen.

Die Verteilung der Wälder auf verschiedene Entwicklungsstufen wird mit deren Alters- (Tabelle 4) und Entwicklungsklassenaufbau (Tabelle 12) illustriert. Die ihrer Fläche nach nur spärliche Jungwuchsklasse umfasst zu mehr als 50 % Fichtenjungwuchs,der allgemein dessen Entwicklung verlangsamende Birkenüberständer aufweist. Die Befreiung dieses Jungwuchses bildet neben dem Waldanbau ein Problem der Entwicklung der Wälder. Der waldbauliche Zustand der Wälder, die überwiegend Nadelbäume aufweisen, ist befriedigend, diejenige der Wälder, die überwiegend Laubbäume aufweisen, dagegen eine bedeutend schwächere (Tabelle 13). Dies rührt daher, dass die erforderliche Entfernung von Laubbäumen in Erziehungshieben durch deren im Vergleich mit Nadelbäumen viel geringere Absatzmöglichkeiten erschwert wird. Dies ist ein schwer zu lösendes Problem im Hinblick auf die im Erziehungsstadium befindlichen Wälder. In Verjüngungswäldern ist der Unterschied noch grösser. Ein sehr grosser Teil von diesen Wäldern, das hauptsächlich aus Ruchbirke und Grauerle besteht, wird zu den unterproduktiven Wäldern — mit einem ungenügenden Ertrag — gerechnet, in denen Kahlhieb und Waldanbau zu den dringenden Aufgaben zählen. Ein bedeutender Teil dieser Wälder ist in bezug auf deren Holzertrag so schwach, dass der Fällungsertrag nicht einmal die Anbaukosten deckt, welcher Umstand das Problem der Verjüngung nur noch komplizierter gestaltet.

Gelegentlich der Inventur ist untersucht worden, welche die Behandlung der Wälder im Verlauf der vorangegangenen 10-Jahresperiode war und welches das Wald-

bauprogramm im Verlauf der neuen 10-Jahresperiode zu sein hätte (Tabellen 15 und 16). Für den Waldanbau würde man im Vergleich zu der bereits verwendeten Fläche ein Vielfaches benötigen, gleichfalls für die Pflege des sich bereits entwickelten Jungwuchses, speziell für dessen Befreiung von Überständern. Erziehungshiebe sind im Grossen gesehen auf einer dem neuen Bedarf entsprechenden Fläche vorgenommen worden; in Wäldern, die überwiegend Laubbäume aufweisen, umfasste ein bedeutender Teil dieser Hiebe die Entfernung von grossen Nadelbäumen, die diese Wälder beeinträchtigte. Kahlhieb und Verjüngung, die den Waldanbau zur Voraussetzung hat, fand in Wäldern, die überwiegend Laubbäume aufwiesen, viel weniger statt, als der neue Bedarf ist. Eine natürliche Verjüngung in Wäldern, die überwiegend Laubbäume aufweisen, ist nur in einem geringen Grade zu erwarten, da diese spärlich die Anfänge eines Fichtenjungwuchses aufweisen sowie viel Schösslingsdickicht, das die Verjüngung beeinträchtigt (Tabelle 17). Die waldbauliche Pflege der Wälder aller Entwicklungsstadien ist durch den Umstand erschwert worden, dass ein überaus grosser Teil der Waldfläche und des Holzvorrats sich aus Laubbäumen zusammensetzt, die nur schwer abgesetzt werden können und deren Preis viel niedriger ist als der für Nadelholz erzielte Preis. Die Verwirklichung des Waldbauprogramms setzt in dieser Beziehung eine Änderung voraus.

Gelegentlich der Inventur ist dem Waldbauprogramm ein Hauungsplan angegliedert worden, der die Entwicklung der Wälder zum Ziel hat; dessen Umfang ist mit der Hiebmenge der letzten Jahre verglichen worden, sowie des weiteren die Beschaffenheit und der Wert beider. Der Hauungsplan ist bedeutend umfangreicher als die Hiebmenge der letzten Jahre, die gleichfalls geringer ist als der Zuwachs der Wälder (Tabellen 18 und 19). In dieser Beziehung existiert mithin kein Problem; als grosses Problem dagegen ist der Umstand anzusehen, dass die von dem Hauungsplan angegebene Hiebmenge zu einem sehr viel grösseren Teil Laubbäume hätte umfassen müssen als deren Anteil in den Hiebmengen der vergangenen Jahre tatsächlich war. Mit Rücksicht auf den schlechten Absatz von Laubholz und den hierfür erzielten niedrigen Preis, sind zwecks Erzielung eines günstigen Hiebresultates Kiefern mehr gefällt worden als dem Hauungsplan entsprochen hatte, besonders viel Kiefernstämme grossen Umfanges, die als Mischholzart in Wäldern wachsen, die überwiegend Laubbäume umfassen, wodurch der Holzvorrat dieser Wälder erheblich geschwächt wurde.

Die Tabelle 20 veranschaulicht einen in Holzsortimentgruppen aufgeteilten Vergleich zwischen den Hiebmengen der der Inventur vorangegangenen und der nächsten auf sie folgenden Jahre sowie das von dem Hauungsplan angegebene durschschnittliche Verhältnis. Die Hiebmenge der starken Nadelbäume war grösser als die Menge, die von dem dem Entwicklungsprogramm der Wälder angegliederten Hauungsplan vorgesehen war, und zwar auf Grund der grossen Fällung von starken Nadelbäumen; der Anteil der starken Laubbäume war wiederum geringer. Auch war die Hiebmenge von Kiefernpapierholz einigermassen grösser als von dem Hauungsplan vorgesehen worden war. Was den Hieb von Fichtenpapierholz anbetrifft, so kommt die Fichte auf dem Probegebiet viel spärlicher vor als die Kiefer, und war der diesbezügliche Hieb daher von ziemlich geringem Umfang. Auf Grund des relativ schwachen Absatzes von Birkenpapierholz und Laubbaumbrennholz sowie infolge des schlechten Preises, der für sie erzielt werden konnte, war deren Hiebmenge sehr viel kleiner als von dem Hauungsplan angegeben worden ist.

Für eine Gegend, die überwiegend Laubbaum aufweist, ist mithin typisch der Umstand, dass die Hiebmenge gegenüber früher hätte grösser sein können — allerdings unter der Voraussetzung, dass der Hieb viel mehr Laubbäume und weniger Kiefern

umfasst. Genau so wie die Hiebmenge, wäre auch der Hiebertrag gemäss dem Hauungsplan grösser als bisher, allerdings nur unter den erwähnten Voraussetzungen. Die Förderung der Wälder gemäss dem Waldbauprogramm, die auf Grund des umfangreichen Waldanbaus gegenüber früher grössere Kosten verursachen würde, hat mithin eine erhebliche Besserung in bezug auf den Absatz von Laubholz zur Voraussetzung.

Grössenklassen der Waldwirtschaftsbetriebe

Die Tabellen 21—28 sollen einen Grund für die Untersuchung abgeben, inwiefern die Spezialprobleme, die aus der grossen Überwiegung von Laubholz auf dem Probegebiet resultieren, Verschiedenheiten unter den einzelnen Grössenklassen der Waldwirtschaftsbetriebe aufweisen.

Aus der Tabelle 21 ist zu ersehen, dass die Aufteilung des Waldbodens auf Güteklassen eine dermassen gleiche ist, dass hieraus für die Möglichkeit Waldwirtschaft zu betreiben sich bei den einzelnen Grössenklassen keinerlei Unterschied ergibt. Der abschwächende Einfluss der Wälder, in denen die Laubbäume überwiegen, auf die Waldwirtschaft ist relativ am grössten in den Grössenklassen von weniger als 20 ha sowie in der Klasse 50.0—99.9 ha (Tabelle 22). Falls diese Klasse keine Ausnahme bilden würde, wäre der Unterschied zwischen den Grössenklassen, die kleiner bez. grösser als 20 ha sind, erheblich. In der grössten Grössenklasse, 100 + ha, vermindern die Wälder, die überwiegend Laubbäume umfassen, die Beschaffenheit der Holzart sowie den Wert des Holzertrages relativ am wenigsten. Diese Grössenklasse umfasst auch relativ am meisten Altersklassen, die das Mittelalter überschritten haben, welcher Umstand den Wert des Holzertrages der betreffenden Klasse erhöht. In bezug auf den Waldboden sowie auf die Holzart und den Altersaufbau der Wälder besteht mithin kein regelmässig fortgesetzter Unterschied von der kleinen bis zur grössten Grössenklasse.

Mehr als in den bisherigen Beziehungen ist in der mittleren Kubikmasse eine Vermehrung von den kleinen Grössenklassen zu den grossen zu beobachten (Tabelle 23). Am meisten findet man Ausnahme in bezug auf die Klasse 50.0—99.9 ha, die sehr viel Wälder mit überwiegendem Laubholz aufweist. Beim mittleren Zuwachs sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Grössenklassen relativ gering. Dieser Umstand ist in der Hauptsache auf den relativ geringen Unterschied in bezug auf den Altersaufbau bei den einzelnen Grössenklassen zurückzuführen; eine Ausnahme bildet nur die Klasse 100 + ha, in der wiederum die grössere mittlere Kubikmasse erhöhend auf den Zuwachs wirkt.

Die Grössenklassen $\leq$ 5.0 und 5.0—9.9 ha umfassen insgesamt 32.1 % sowie des weiteren um die Grössenklasse 10.0—19.9 ha vermehrt 55.0 % der Anzahl der auf dem Probegebiet befindlichen Waldwirtschaftsbetriebe. Sie verleihen auf diese Weise der Waldwirtschaft das Gepräge einer Kleinwaldwirtschaft, insbesondere da auch auf den Anteil der Grössenklasse 20.0—49.9 ha 29.6 % sämtlicher Betriebe entfallen. Die Verhältnisse sind sehr gleichartig in der gesamten südlichen Hälfte von Finnland. Aus der Tabelle 24 ist indessen zu ersehen, dass die über 50 ha grossen Betriebe die zahlenmässig nur 14,1 % der Gesamtzahl ausmachen, sowohl in bezug auf die Waldfläche des Probegebiets als auch im Hinblick auf die Gesamtkubikmenge und den Gesamtzuwachs mehr als die Hälfte ausmachen und somit für die Waldwirtschaft von grösster Bedeutung sind.

Die Tabelle, welche die Verteilung der Wälder auf die Entwicklungsklassen veranschaulicht, zeigt, dass der Anteil der mangelhaften Wälder, die nicht weiter ent-

wickelt werden können, oder der sog. unterproduktiven Wälder an der Gesamtwaldfläche von den kleinen Grössenklassen nach den grossen hin abnimmt, und dass jedoch die Klasse 50.0—99.9, in der die Laubbäume sehr stark überwiegen, erneut eine bedeutende Ausnahme bildet. Die einer weiteren Entwicklung fähigen Wälder sind vom Standpunkt des waldbaulichen Zustandes gesehen am besten in den Klassen 30.0—49.9 ha und 100 + ha.

Ein grosser Bedarf an der weiteren Entwicklung der Wälder auf dem gesamten Probegebiet kann in allen Grössenklassen festgestellt werden (Tabelle 27). Die Tabelle 28 zeigt, wie die vom Waldbauprogramm vorgesehenen Waldanbau-, Jungwuchspflege- sowie die Erziehungs- und Verjüngungshiebflächen sich auf die einzelnen Grössenklassen verteilen. Des weiteren zeigt die Tabelle, wie gross diese Flächen in jeder Klasse im Durchschnitt pro Jahr sein sollten, wenn die Absicht besteht, ein 10-Jahres-Waldbauprogramm zu verwirklichen.

Die verschiedenen Grössenklassen passen sich im allgemeinen dem Waldbauprogramm des ganzen Gebiets auf die Weise an, dass die Flächen, die eine Behandlung erfordern, sich relativ regelmässig von den kleinen Grössenklassen zu grossen Klassen vergrössern. Mindestens bis zur Klasse 20.0—29.9 ha, ja vielleicht selbst bis zur Klasse 30.0—49.9 ha, sind die Flächen dermassen klein, dass die eigene Arbeitskraft der Stelle im allgemeinen zur Bewerkstellung der Arbeit in einer Zeit ausreichen könnte, in der die Landwirtschaft hierzu genügend Arbeitskräfte zur Verfügung stellen kann. In Waldwirtschaftsbetrieben von 50 ha, zum mindesten aber in solchen von über 100 ha Grösse hat die Verrichtung der Aufgaben im allgemeinen eine Hinzuziehung fremder Arbeitskraft zur Voraussetzung.

Die Abbildungen 5—10 sollen zeigen, dass innerhalb jeder einzelnen Grössenklasse grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Waldwirtschaftsbetrieben bestehen. Dieser Umstand wird auch z.B. durch die sich an die Mittelwerte der mittleren Kubikmasse und des mittleren Zuwachses anschliessenden überaus grossen Mittelfehler erhellt (Tabelle 23). Auf Grund der selben kann man den Schluss ziehen, dass eine Klarlegung nach Grössenklassen der Holzvorräte, des Zustandes der Wälder und ihrer Entwicklungsbedürfnisse selbst auf einem relativ kleinen Probegebiet im Durchschnitt zum mindesten die in der Untersuchung verwendete Anzahl von Probewaldwirtschaftsbetriebe in jeder Grössenklasse zur Voraussetzung hat, falls es wünschenswert erscheint die Hauptresultate mit einem Wahrscheinlichkeitsgrad von 95 %, innerhalb einer Fehlergrenze von ca 10—15 % zu erzielen. Die Durhschnittsresultate des gesamten Probegebiets ohne eine Scheidung der Grössenklassen, sind mit dem gleichen Wahrscheinlichkeitsgrade, innerhalb einer Fehlergrenze von ca 5 %, erzielt worden.