

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

ACTA  
FORESTALIA FENNICA

68

ARBEITEN DER  
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN  
GESELLSCHAFT  
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE  
SOCIETY OF FORESTRY  
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA  
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE  
DE FINLANDE

HELSINKI 1959

**Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat:**

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin yleensä käsittää useampia tutkimuksia.

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta käsitteleviä kirjoitelmia ja pienehköjä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin.

**Finska Forstsamfundets publikationsserier:**

ACTA FORESTALIA FENNICA. Innehåller vetenskapliga undersökningar rörande huvudsakligen skogshushållningen i Finland och dess grunder. Banden, vilka icke utkomma periodiskt, omfatta i allmänhet flere avhandlingar.

SILVA FENNICA. Omfattar uppsatser och mindre undersökningar rörande huvudsakligen skogshushållningen i Finland. Utkommer icke periodiskt.

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

ACTA  
FORESTALIA FENNICA

68

ARBEITEN DER  
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN  
GESELLSCHAFT  
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE  
SOCIETY OF FORESTRY  
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA  
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE  
DE FINLANDE

HELSINKI 1959

## Acta Forestalia Fennica 68.

1. **Kustaa Kallio:** Tutkimuksia hakkauslaskelmasta ja siihen perustuvasta metsän tuottoarvosta I. Hakkauslaskelman laatiminen erityisesti metsän tuottoarvon laskemista varten ..... 1—49  
Referat (Untersuchungen über die Hiebssatzberechnung und auf dieser basierten Betriebswerte des Waldes I. Die Abfassung der Hiebssatzberechnung speziell für die Berechnung des Betriebswertes des Waldes) ..... 50—54
2. **Seppo Ervasti:** Suomen havusahatavaranmyynnin kausi- ja suhdannevaihte- luista vuosina 1951—1958. .... 1—26  
Summary (On the seasonal and business cycle fluctuations of finnish sawn soft- wood sales in 1951—1958) ..... 27—28
3. **Paavo Yli-Vakkuri:** A method for establishing small permanent sample plots for ecological studies ..... 1—7  
Selostus (Menetelmä pysyvien näytealojen perustamiseksi ekologisia tutkimuk- sia varten) ..... 7
4. **Paavo Yli-Vakkuri:** Siemensiipien hankaajista ja niiden vaikutuksesta siemenen itävyyteen ..... 1—12  
Summary (On machines for abrading seed wings and their influence on the germinative capacity of the seed) ..... 12—13
5. **Olavi Linnamies:** Valtion metsät sekä niiden hoidon ja käytön yleissuunnitelma. Vuosien 1951—1955 inventoinnin tuloksia ..... 1—137  
Summary (The State Forests of Finland and a general management plan for them based upon an inventory made in 1951—1955) ..... 138—158  
Taulukot — Tables ..... 159—225
6. **Viljo Holopainen:** The concept of a roundwood price level and its determination in forestry ..... 1—13  
Selostus (Raakapuun hintataso ja sen määrittäminen) ..... 13

TUTKIMUKSIA HAKKAUSLASKELMASTA JA  
SIIHEN PERUSTUVASTA METSÄN  
TUOTTOARVOSTA

I

HAKKAUSLASKELMAN LAATIMINEN  
ERITYISESTI METSÄN TUOTTOARVON  
LASKEMISTA VARTEN

KUSTAA KALLIO

*REFERAT:*

*UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE HIEBSSATZBERECHNUNG UND  
AUF DIESER BASIERTEN BETRIEBSWERTE DES WALDES*

I

*DIE ABFASSUNG DER HIEBSSATZBERECHNUNG SPEZIELL FÜR DIE  
BERECHNUNG DES BETRIEBSWERTES DES WALDES*

HELSINKI 1958

## Alkusanat

Tämä julkaisu on ensimmäinen osa hakkauslaskelmaa ja siihen perustuvaa metsän tuottoarvoa koskevasta kaksiosaisesta tutkimuksesta. Sen toisen osan muodostaa maat. ja metsät. lis. LEO AHOSEN tutkimus hakkauslaskelmaan perustuvasta metsän tuottoarvosta, joka ilmestyy tämän saman Acta-sarjan niteen seuraavana julkaisuna.

Esillä olevan tutkimukseni tavoitteena on ollut selvittää hakkauslaskelman laatimista tiettyjen käytännössä esiin tulevien vaihtoehtojen mukaisesti. Nämä vaihtoehdot ovat tärkeitä erityisesti metsän tuottoarvon laskemisen kannalta ja luovat täten taksatorista pohjaa metsän tuottoarvolle, mutta niillä on ilmeisesti metsänomistajalle yleisempääkin mielenkiintoa.

Saan tässä yhteydessä esittää parhaat kiitokseni professori VALTER KELTIKANKAALLE ja professori PEITSA MIKOLALLE, jotka ovat ystävällisesti tarkastaneet tutkimuksen käsikirjoituksen sekä tehneet siihen eräitä varteen otettuja lisäyksiä tai täsmennyksiä. Samoin kiitän lisensiaatti AHOSTA, jonka kanssa olen jo tutkimuksen yhteisestä kokonaisaiheesta johtuen ollut kiinteässä yhteistöminnassa, samalla kun kummallakin meistä on kuitenkin ollut oma itsenäisesti rajoitettu osansa tutkimustehtävässä.

Mieluisa velvollisuuteni on esittää tässä kiitokseni SUOMEN LUONNONVARAIN TUTKIMUSSÄÄTIÖN HALLITUKSELLE taloudellisesta tuesta, joka on tehnyt mahdolliseksi tutkimukseni suorittamisen, sekä SUOMEN METSÄTIETEELLISELLE SEURALLE, joka on ottanut tutkimuksen julkaisusarjaansa. Edelleen kiitän metsänhoitaja EITEL JOHANSSONIA, joka on kääntänyt teokseni referaatin saksankielelle, samoin myös kartografi A. KAJANKOA, joka on piirtänyt teoksessa esitetyt kuvat.

Helsingissä tammikuussa 1958.

KUSTAA KALLIO

## Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto .....	5
2. Käytetyn hakkauslaskelman peruspiirteet ja soveltuvuus tutkimuksen tarkoituksiin	9
21. Laskenta-ajan pituus .....	9
22. Hakkauslaskelman periaate, rakenne ja terminologia .....	10
23. Pitkäjännitteisen hakkauslaskelman soveltuvuus hakkuusuunnitteiden määrittämiseen .....	15
3. Tutkimusaineisto ja sen hankkimisessa noudatetut periaatteet .....	17
31. Aineiston laatu ja arvioimisperusteet .....	17
311. Yleistä .....	17
312. Metsämaa .....	17
313. Puulajisuhteiden, ikäluokan, kuutiomäärän ja puuston rakenteen arvioiminen .....	18
314. Hakkuukertymän arvioiminen .....	18
32. Arvioimistulosten laskenta .....	19
4. Hakkauslaskelmien laatiminen .....	20
41. Metsämaiden keskihyvyys .....	20
42. Metsien keski-ikä .....	21
43. Hakkuusuunnitteen määrittäminen .....	21
431. Hakkuujärjestys ja kiertoaika .....	21
432. Uudistushakkaukset .....	23
433. Kasvatushakkaukset .....	24
44. Kasvu hakkauslaskelmassa .....	25
5. Tulokset .....	28
51. Aineistoa ja tuloksia kuvaavat taulukot ja piirroksat .....	28
52. Hakkuusuunnitteen peruserän ja kehitettävän puuston kasvun keskimääräinen kehitys .....	32
53. Alkupuuston keskimääräinen kehitys .....	34
54. Ikäluokkarakenteen kehitys .....	35
55. Huonokasvuisen metsämaan puusto ja hakkuusuunnite .....	36
6. Puuston rakenne .....	38
7. Tutkimuksen perusteella tehdyt päätelmät .....	44
Kirjallisuusluettelo .....	48
<i>Deutsches Referat</i> .....	50

## 1. Johdanto

Metsälle joudutaan käytännössä varsin usein määrittämään raha-arvo. Näin tapahtuu metsäpalstoja vapaaehtoisella kaupalla ostettaessa ja myytäessä, pakkolunastettaessa metsäalueita asutukseen, lentokentiksi, tiealueiksi tai muihin tarkoituksiin, määritettäessä metsää vastaan myönnettävää luottoa, jaettaessa osuuksia maanjakotoimitusten yhteydessä jne. Koska kysymyksessä ovat usein huomattavat taloudelliset arvot, on raha-arvon määrittäminen vakavasti otettava tehtävä. Erityisesti on näin asia pakkolunastusten korvaushintaa määritettäessä, koska luovuttaja tällöin joutuu ilman omaa tahtoaan metsänsä luovuttamaan.

Metsän raha-arvon määrittäminen on käytännössä kuitenkin vaikea tehtävä. Jo perusluonteeltaan metsä on luonnon tapahtumien varaan sidottu tuotantoväline, jonka hoidossa ihmisen tehtävä rajoittuu vain tuotannon ohjaamiseen ja puun korjuuseen. Epätavallisen pitkää tuotantoajasta johtuen ei »rakennus»- tai tuotantokustannusten laskeminen ole reaalisin perustein mahdollista, kuten esimerkiksi rakennuskiinteistöjen arvoa laskettaessa. Harvoin saadaan tukea arvioinnille myöskään aikaisemmasta ostohinnasta, koska meidän oloissamme metsäpalstat usein joutuvat perintönä tai perintöosuuksina omistajilleen tai ostetusta metsäalueesta on kaupan kohteena vain osa. Usein on edellisestä kaupasta kulunut myöskin niin pitkä aika, että raha-arvoon vaikuttavat tekijät ovat ennättäneet perusteellisesti muuttua. Erityisesti vaikeuttaa metsän raha-arvon määrittämistä se, että metsäpalstojen kauppvoja tapahtuu niin vähän ja kaupan kohteena olevat metsät poikkeavat toisistaan siinä määrin, ettei voida puhua metsän »käyvästä markkinahinnasta» (SAARI 1940, s. 22). Yhteys markkinoihin, joilla yleensä hinnat syntyvät, on siis heikko. Tämä merkitsee luotettavimman ja luonnollisimman arviointiperusteen menettämistä metsän raha-arvon määrittämisessä.

Metsänarvon määrittämisongelmaa on tutkittu runsaan sadan vuoden ajan ja ratkaisuksi on esitetty useitakin menetelmiä (vrt. SAARI 1940; KELITKANGAS 1947), joiden tarkasteluun tässä yhteydessä ei ole aihetta. Todettakoon vain, että menetelmää, joka sekä teoreettisilta perusteiltaan että käytännölliseltä sovellutukseltaan olisi saavuttanut yleisen hyväksymisen, ei toistaiseksi ole käytävissä.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää uudemman metsänarvonlaskennan piirissä suositellun tuottoarvomenetelmän laskentaperusteita. Tähän on

antanut aiheita se, että vaikka tuottoarvoon perustuvilla laskelmilla on voitu osoittaa verraten vahvat teoreettiset perustelut (mm. OSTWALD, 1931; SAARI 1940; KELTIKANGAS 1947), ei ole ollut käytettävissä kuitenkaan riittäviä laskentaperusteita, jotta menetelmä olisi päässyt yleistymään käytännön metsänarvonlaskentatehtävissä. Mm. ILVESSALO (1940, s. 66) on kiinnittänyt huomiota tähän laskentaperusteiden puutteellisuuteen, ja on myös periaatteessa hyväksynyt tuottoarvomenetelmän teoreettisesti järkeväksi ja käytännön kannalta luonnolliseksi metsänarvon määrittäytäväksi.

Käyttökelpoisimpana metsän tuottoarvon laskentaperusteena on meillä nykyisen metsänarvonlaskennan piirissä pidetty tulevaisuudessa suunniteltuja hakkauksia ja siis hakkauslaskelmaa jo siitakin syystä, että muita perusteita on vain harvoin käytettävissä (SAARI 1940, s. 15; KELTIKANGAS 1947, s. 59; AHONEN 1957, s. 193). Hakkauslaskelmia ei ole ainakaan meidän maassamme toistaiseksi kuitenkaan perusteellisemmin tarkasteltu ja esitetty metsänarvonlaskennallisiin tehtäviin sovellettuina. Kun metsänarvonlaskenta on nimenomaan taloudellisen kysymys, joudutaan sen pohjaksi laadittavaa hakkauslaskelmaa käsittelemään siis tavanomaista laajemmasti.

Hakkauslaskelma on metsätalouden järjestelyn keskeisin tehtävä. Metsätalouden järjestelyssä on aikojen kuluessa omaksuttu monenlaisia teknillisiä rakennemuotoja ja sisäisiä periaatteita sekä pyrkimyksiä (vrt. mm. LIHTONEN 1944). Metsätalouden kesävyden käsite on yleensä yksi tärkein järjestetyn metsätalouden kulmakivi. Kestävyyttä on kuitenkin tulkittu ja sovellettu eri aikoina eri tavalla ja on se saattanut olla ristiriidassa taloudellisten tosiasiain kanssa. Kuten LIHTONEN (mt., ss. 127—128) mainitsee, ei kestävyyden käsitteellä ollut vielä viime vuosisadalla esim. hirrenharsinta- eikä vuosilohkojärjestelmässäkään merkitystä varsinaisena taloudellisena kysymyksenä. Vasta tämän vuosisadan alkupuolella meilläkin sovellettu saksilainen metsikkötalousjärjestelmä metsätalouden järjestelyn rakennemuotona edusti voimakkaasti taloudellisuuden periaatetta, vaikkakin kestävyyskäsitteen kustannuksella. Uudemmat Suomessa sovelletut metsätalouden järjestelyn rakennemuodot ovat sen sijaan pyrkineet yhdistämään kestävyuden ja taloudellisuuden vaatimukset. LÖNNROTH (1927, s. 15) lausuu meillä julki periaatteen, jonka mukaan metsissämme on pyrittävä reaaliselältä pohjalta mahdollisimman suureen, tasaiseen ja kestäväan tuottoon. Uusimmissa hakkauslaskelmissa pyritäänkin metsien nykyisen tilan pohjalta näihin päämääriin asettamalla tavoitteeksi reaalinormaalimetsä (LÖNNROTH 1930). Metsää (metsälöä) käsitellään metsiköiden muodostamana kokonaisuutena, ottamalla huomioon myös metsätalousyksikön liiketalous, mikä puolestaan johtaa ns. metsälöanalyysimenetelmän mukaiseen rakennemuotoon (LIHTONEN 1944, ss. 109—117). Tällöin ei lähdetä enää pelkästään metsien ja metsätalouden nykyisestä staattisesta tilasta eikä tyydytä staattiseen kestävyysajatuksen, vaan pyrkimyksenä on dynaamisuus, josta käytetään nimitystä progressiivinen eli edistynvä metsätalous ja tuotto (vrt. SAARI 1950 ss. 277—279

ja 1952, s. 8). Edistynvä metsätalous tähtää siis taloudellisuuteen. Mutta tämä taloudellisuus voi saada mm. hakkauslaskelmassa ilmauksensa siinä muodossa, että pyritään parantamaan metsien tuoton perusedellytyksiä ja saattamaan metsien tila metsänhoidollisilla toimenpiteillä sellaiseksi, että ne pystyvät tuottamaan entistä suurempia tuloksia. Tämä taas voi johtaa puolestaan siihen, että esim. lähiaikojen hakkauksia on pienennettävä, mikä puolestaan alentaa liiketuloa. LIHTOSEN (1944, s. 132) mukaan on liiketaloudellisten tekijöiden ylivoimaisuus metsänhoidollisiin tekijöihin verrattuina ollutkin enemmän ominaista järjestämättömälle yksityismetsätaloudelle kuin metsätalouden järjestelyn alaisille valtion ja yhtiöiden talouksille. Nykyisin on tässä suhteessa tapahtunut tasaantumista mm. metsänomistajiin kohdistuneen metsävalistuksen sekä lainsäädännöllisten toimenpiteiden johdosta. Kuitenkaan ei voida kieltää sitä inhimillistä tosiseikkaa, että metsien käsittelyssä ja metsäalueiden kaupoissa kiinnitetään varsin usein suurempaa huomiota puhtaasti lähiaikojen liiketaloudellisiin ja kaupallisiin mahdollisuuksiin kuin metsänhoidolliseen puoleen sekä kestävästi tasaisena jatkuvaan tai kohoavaan biologiseen kasvuun ja näiden ansiosta vasta tulevaisuudessa saatavaan liiketaloudelliseen tuottoon.

Laaditaanpa hakkauslaskelma tasaisena jatkuvan tai edistynvän tuoton periaatteen mukaan, ovat siinä metsänhoidolliset periaatteet voimakkaasti etualalla. Puumääriä käsitellään kiintokuutiometreinä sekä ainakin osittain myös puutavaralajeihin jaoteltuina. Kun metsänarvonlaskennassa joudutaan, edellä esitetyn mukaisesti, ottamaan hyvin voimakkaasti huomioon liiketaloudelliset näkökohdat, erikoisesti kaupalliset intressit, asetetaan metsän raha-arvon laskennan pohjaksi tehtävälle hakkauslaskelmalle eräitä lisävaatimuksia. Erikoisesti olisi hakkauslaskelman pystyttävä osoittamaan, kuinka suuri on puhtaasti kaupallisessa mielessä suurin mahdollinen hakkausmäärä niiden rajoitusten puitteissa, joita metsälainsäädäntö, puutavaran menekkimahdollisuudet ja muut teknilliset seikat metsien käsittelylle asettavat. Tämä hakkausvaihteleekin voimakkuudeltaan eri metsälöillä ennen kaikkea niiden pinta-alasta riippuen siten, että hakkaumahdon osuus koko puustosta on pienillä metsälöillä suurempi kuin suurilla metsälöillä (KELTIKANGAS 1947, s. 81). Edelleen metsän raha-arvon oikean suuruusluokan kartoittamiseksi on aiheellista suorittaa vertailevia vaihtoehtolaskelmia samallakin metsälöllä käyttämällä eri vahvuisia lähivuosisien hakkauksia (AHONEN 1957, s. 197). Eri puutavaralajien erilaisten hintasuhteiden takia on hakattavat puumäärät pyrittävä esittämään myös kaupallisin mitoin, jotta ne voidaan hinnoittaa.

Edellä esitetyt liiketaloudelliset seikat huomioon ottamalla laaditaan tutkimuksessa samoille todellisuusmetsille useampia ajallista hakkuujärjestystä noudattavia hakkauslaskelmia. Näistä hakkuujärjestysmuodoista yksi perustuu 100 vuoden ja toinen 80 vuoden kiertoaikaan sekä kolmas hakkaumahtoon. Laskelmat laaditaan 100 hehtaarille.

Esillä olevalle tutkimukselle on asetettu kaksi päätavoitetta. Ensimmäisen

niistä muodostaa metsän raha-arvon määrittämistehtävään sovellettavaa *hakkauslaskelmaa* koskevat selvittelyt. Toisena päätavoitteena on tarkastella *metsän raha-arvon muodostumista ja määrittämistä* hakkauslaskelma-aineiston ja sen käsittelyssä saatujen tulosten pohjalla.

Tutkimuksen ensiksi mainittuun päätavoitteeseen pyrkivässä, luonteeltaan taksatorisessa osassa, jonka käsillä oleva julkaisu muodostaa, on tarkoituksena selvittää metsänarvonlaskennan käyttöön soveltuvan hakkauslaskelman laatimista ja siinä huomioon otettavia tekijöitä. Tässä osassa pyritään näiden hakkauslaskelmien pohjalla ensiksikin selvittämään, missä määrin hakkausten ajallinen järjestys muuttaa hakkausmäärää eli hakkuusuunnitetta sekä muita metsällisiä tekijöitä ikäluokkasuhteiltaan ym. metsällisiltä tekijöiltään erilaisissa metsissä. Toiseksi pyritään etsimään vastausta kysymykseen, kuinka paljon hakkausten ajallista järjestystä voidaan vaihdella samanlaisissa metsissä ilman, että joudutaan ristiriitaan lainsäädännöllisten ja metsänhoidollisten tekijöiden kanssa.

Kun metsänarvonlaskennassa tarvitaan tavanmukaisten kiintokuutiometrilukujen lisäksi myös hakkuusuunnitteiden jakaantumista eri puutavaralajeihin eli puuston rakenne kuvaavia lukuja, määritetään tutkimusaineistona käytetyille metsille myös puuston rakenne sekä mainitun rakenteen vaihtelu metsällisiltä tekijöiltään erilaisissa metsissä ja hakkuujärjestyksen muuttuessa.

Aineiston valinnassa ja käsittelyssä on pyritty ottamaan huomioon sen käytökelpoisuus lähinnä metsänarvonlaskennallisen käsittelyn lähtökohtana. Kun metsämme eivät ole siinä tilassa, että niistä voitaisiin hakata tasaisena jatkuva saman suuruinen puumäärä ja kun hakkuutulotkin siis vaihtelevat, on tutkimuksen osatavoitteena myös hakkausmäärien ja niiden rakenteen vaihteluiden valottaminen metsänomistajan tarpeita — esim. jatkuvan hakkausmäärän ja rahatulon arvioimista — varten metsällisiltä tekijöiltään erilaisissa metsissä ja erilaisia hakkuujärjestysmuotoja noudatettaessa.

Hakkauslaskelman laatiminen ja metsän raha-arvon määrittäminen kohdistuu käytännössä metsälöön kokonaisuudessaan. Tämän takia on laskentayksikkönä luonnostaan metsälö tai ikärakenne- sekä hakkuujärjestysmuodoltaan lähimain samanlainen metsälöryhmä.

## 2. Käytetyn hakkauslaskelman peruspiirteet ja soveltuvuus tutkimuksen tarkoituksiin

### 21. Laskenta-ajan pituus

Jos metsää hakataan kestävyysperiaatteen pohjalla, jakaantuvat hakkausmäärät likimain tasaisesti toisiaan seuraavien 10-vuotiskausien osalle. Metsätaloudessa voidaan kuitenkin vain harvoin noudattaa tällaista kestävästi saman suuruista hakkausta. Usein hakkausmäärä rakenteineen vaihteleekin tuntuvasti ei ainoastaan vuosittain vaan myös aikakausittain. Hakkuiden tasainen kestävyys edellyttää metsältä määrättyä normaalitilaa. Kokemuksesta tiedetään, että Suomen metsät ovat sekä metsälöittäin että kokonaisuudessaan ikäluokka-, kuutiomäärä- ym. metsällisiltä suhteiltaan epänormaaleja (vrt. mm. ILVESSALO 1956 b, s. 65). Jos vanhoja metsiä on runsaasti, olisi metsälössä suoritettava normaaliin ikäluokkajakaantumiseen pääsemiseksi lähiaikoina keskimäärää enemmän hakkauksia ja päinvastoin.

Metsän nykyistä tai saavutettua tasaiseen hakkausmäärään perustuvaa normaalitilaakaan ei voida pitää muuttumattomana. Normaalimetsä voidaan muuttaa epänormaaliiksi normaalista poikkeavilla hakkauksilla ja muilla metsään kohdistuvilla toimenpiteillä. Tällöin on pyrittävä uuteen normaalitilaan. Mm. johdannossa mainitut liiketaloudelliset tekijät ja niistä johtuva hakkuujärjestyksen vaihtelu muuttavat hakkausmääriä ja muita metsällisiä tekijöitä. Ns. progressiivinen metsätalous edellyttää myös määrättyä dynaamisuuutta metsätaloudessa ja poikkeamista staattisen kestävyuden ja tasaisen tuoton periaatteesta.

Kun metsien tila on epänormaali, kuluu pitkä aika, tavallisesti useita vuosikymmeniä jopa koko kiertoaikakin ennen kun saavutetaan sellainen normaali tila, että hakkausmäärä on tasainen. Tätä aikaa kutsutaan tässä *tasotusa* ja *ks*i, jota nimitystä myös LIHTONEN (1943, s. 53) käyttää. Tämän ajan nettotulot on metsän tuottoarvoa määritettäessä diskontattava nykyhetken erikseen ja vasta myöhemmän ajan tulot tasaisena jatkuvan normaalin vuotuisen tulon perusteella. Tasoitusaika on meidän epänormaaleissa metsissämme määritettävä useiden vuosikymmenien pituiseksi (vrt. LIHTONEN mt., s. 158).

Kun tutkimuksessa käsitellään oleviin oloihin perustuvia epänormaaleja todellisuusmetsiä, on niiden tuottoarvon määrittämistä varten tarvittavat hakkausmäärät laskettava siis niin pitkälle eteenpäin, että tänä aikana ehditään saa-



vuttaa metsien reaalinormaalitila ja tasainen hakkausmäärä. Metsätalouden järjestelyssä laaditaan hakkauslaskelmat tavallisesti kuitenkin vain yhdeksi, poikkeustapauksissa kahdeksi vuosikymmeneksi. Tutkimusta suoritettaessa on oletettu ja tuonnan esitettävää hakkauslaskelmia laadittaessa todettu, että useimmissa tutkimusmetsissä voidaan 5—6 vuosikymmenessä saavuttaa likimääräinen normaali ikäluokkajakaantuminen ja tasainen hakkausmäärä. Muita ns. reaalinormaalimetsän (vrt. LÖNNROTH 1930, s. 761) tunnuksia kuin ikäluokkajakaantuminen, esim. tällaisen metsän kuutiomäärää, kasvua jne., ei tutkimuksessa olekaan voitu tarpeellisten esitutkimusten ja tietojen puuttuessa määrittää.

Mm. LIHTONEN (1943, s. 204) huomauttaa, että hakkauslaskelmien kalkkyylien merkitys vähenee, kun pitemmälle ajassa etäännyttään. Tätä voitaneen perustella, paitsi diskonttauslaskelmien merkityksen vähenemisellä ajan mukana, mm. sillä, että talouselämän ja teollisuuden rakennemuutokset vaativat muuttamaan puun kasvattamisen ja metsätalouden suuntaa tulevaisuudessa, kuten kehitys meidänkin maassamme sahateollisuudesta monipuoliseen puunjalostusteollisuuteen osoittaa. Metsätalouden järjestelyssä on myös tämä seikka, johon liittyy edellä mainittu dynaamisuuden käsite, otettava aikanaan asianmukaisella tavalla huomioon (vrt. SAARI 1937, s. 176).

Edellisen perusteella on tutkimusmetsien hakkauslaskelmat laadittu 5—6 vuosikymmeneksi eteenpäin ja seuraavien vuosikymmenien ja kiertoaikojen hakkausmäärät arvioitu tasaisiksi. Tutkimuksen hakkauslaskelmia laadittaessa pidetään silmällä erikoisesti metsien kasvun ja hakkausmäärän kohottamisajasta ja tähän liittyvää normaalia ikäluokkajakaantumista. Laskelmia voidaan pitää siis edistyvän metsätaloustalouden mukaisina. Poikkeuksen tekee laskelmien kolmas hakkuujärjestysmuoto, hakkuumahto, tämäkin vain ensi 10-vuotiskautena.

## 22. Hakkauslaskelman periaate, rakenne ja terminologia

Tutkimuksessa käytetty hakkauslaskelmaperiaate kuuluu rakennemuodoltaan edellä mainitun metsälöanalyysimenetelmän piiriin. Sen on LIHTONEN (1943) kehittänyt ja soveltanut käytäntöön mm. valtakunnan metsille laatimissaan tuottohakkauslaskelmissa (1946), samoin kuin ILVESSALO (1956 b, ss. 174—175). Johdannossa mainittiin, että tutkimuksessa on tarkoitus laatia samoille metsälöille sekä edistyvään metsätalouteen tähtäviä että hakkuumahtoperiaatteelle rakennettuja hakkauslaskelmia. LIHTONEN (1943, s. 172) lausuu, että hänen esittämänsä perustein laadittua hakkauslaskelmaa voidaan pitää säännöllisen hakkausmäärän, tuottohakkauslaskelman, kvantitatiivisena mittana, jonka ylittäminen osoittaa pääomahakkauksen osuuden hakatusta määrästä ja alittaminen hakkaussäästön osuuden. Tässä siis esiintyy edellä mainittu tasaisen hakkausmäärän periaate. Mutta toisaalta ilmenee LIHTONEN teoksista, että hän pyr-

kii tuottohakkauslaskelmissaan myös kohoavaan tuottoon ja siis periaatteessa samaan mihin edistyvän metsätalouden periaatekin tähtää. Koska tässä tutkimuksessa esiintyy kolmaskin pääsuunta, ts. hakkauslaskelmia laaditaan myös hakkuumahtoa silmällä pitäen, ei tämä hakkuujärjestysmuoto sovellu enää LIHTONEN esittämän tuottohakkauslaskelmaperiaatteen piiriin. Toisaalta LIHTONEN, eräitä poikkeuksia lukuun ottamatta, laati tuottohakkauslaskelmansa 20 vuodelle ilmaisemaan lähinnä johdannon lopussa mainittuja metsänomistajan tai valtakunnan metsätalouden lähiajan vaatimuksia. Tutkimuksen päätavoitteeseen pyrittäessä ulotetaan laskelmat tässä huomattavasti pitemmälle, joten käytetyistä hakkauslaskelmista voidaan käyttää myös nimitystä pitkäjänteinen hakkauslaskelma. Näistä syistä ei tutkimuksessa käytetä tuottohakkauslaskelma-nimitystä, vaan tyydyttään termiin hakkauslaskelma. LIHTONEN esittämän tuottohakkauslaskelman rakenne, laskentaperiaatteet ja -perusteet soveltuvat silti hyvin tällaisen pitkäjänteisen laskelman laatimiseen.

Hakkauslaskelmassa voidaan ilmaista metsien alkupuuston, poistuvan puuston eli hakkuusuunnitteen ja kasvun kehitys laskelmakaudesta toiseen. Laskelma on jatkuvaa yhteen- ja vähennyslaskua, jossa seurataan puuston kvantitatiivisia muutoksia kirjaamalla toisaalta tarkoituksenmukaiset hakkausmäärät kasvatus- ja uudistushakkausvaiheissa ja toisaalta laskemalla kehitettävälle puustolle erääntyvä kasvu (LIHTONEN 1952, s. 14). Nämä käytetyn hakkauslaskelman teknilliset periaatteet sekä terminologia selviävät taulukossa 1 esitetystä metsähallituksen arvioimisosastolla laaditun tuottohakkauslaskelmalomakkeen mukaisesta mallista. Siinä nähdään yhden tutkimusmetsän kahden ensimmäisen vuosikymmenen hakkauslaskelmat.

Laskelmakautena pidetään 20 vuotta. Sarakkeeseen 1 merkitään täten ikäluokan rajat 20 vuoden luokkaväleihin. 20-vuotiskauden laskelma jaksetaan kahteen osaan, ensi 10-vuotiskauden ja toisen 10-vuotiskauden hakkauslaskelmaan. Samoin menetellään seuraavien vuosikymmenien hakkauslaskelmissa. Kuutiomääriä käsitellään laskelmissa kuorellisina kiintokuutiometreinä runkopuuta.

Sarakkeessa 2 esitetään eri ikäluokkien pinta-alaosuudet. Nämä sadannesluvut vastaavat hehtaareja 100 hehtaarin suuruudessa metsälöissä.

Nykyisestä puustosta, kokonaispuustosta, käyttää mm. LIHTONEN (1943) nimitystä peruspuusto. Tässä tutkimuksessa käytetään peruspuustosta sarakkeiden 3—4 mukaisesti nimitystä alkupuusto (vrt. mm. LÖNNROTH 1929, ss. 9—10; ILVESSALO 1956 b, s. 174). Hakkausmäärästä on käytetty aiemmin nimityksiä poisto, poistuma, poistuva puusto ym. (vrt. mm. LIHTONEN 1943; KUUSELA 1953, ss. 82—83; KALLIO 1957). Näitä termejä vastaa tässä tutkimuksessa nimitys hakkuusuunnite, ILVESSALON (1956 b, ss. 168—169) mukaan. Hakkuukertymä (mt., s. 168) on taas metsien nykyisen tilan perusteella eli metsänhoito-ohjelman mukaan hakkuukierron tai talouskauden (vrt. LIHTONEN mt., ss. 198—203; ILVESSALO mt., s. 169) kuluessa arvioitu hakkausmäärä. Hakkuukierto eli talouskausi oletetaan tässä

Taulukko 1. Hakkauslaskelma 100 hehtaaria kohden. Metsälö n:o 11. Kiertoaika 80 v. Puusto kuorellista kiintomittaa.  
Tabelle 1. Hiebssatzberechnung pro 100 hektar. Das Waldgut n:r 11. Umtriebszeit 80 J. Der Holzvorrat fm mit Rinde.

1 Ikäluokka, v. Alters- klasse, J.	2 Ala, ha. Areal ha.	3 Alkupuusto Grundholzvorrat		5 Hakkuusuunnite — Abgehender Vorrat			9 Kehitettävä puusto — Entwicklungsbarer Vorrat			14 Kasvu yht. m <sup>3</sup> Zuwachs insgesamt fm	
		m <sup>3</sup> /ha fm/ha	Yht. m <sup>3</sup> Insgesamt fm	Peruserä Anfangsvorrat m <sup>3</sup> /ha fm/ha	Kasvu Zuwachs %	Yht. m <sup>3</sup> Insgesamt fm	Peruserä Anfangsvorrat m <sup>3</sup> /ha fm/ha	Kasvu Zuwachs %	Peruserä Anfangsvorrat m <sup>3</sup> /ha fm/ha		Loppuerä Endvorrat m <sup>3</sup> /ha fm/ha
1—20	29	7	203	5	5.4	19	89	7	19	26	551
21—40	14	49	686	70	3.6	54	354	44	33	77	462
41—60	20	119	2 380	300	2.4	58	538	104	61	165	1 220
61—80	12	140	1 680	480	2.0	200	2 200	100	36	136	432
U <sup>1</sup>	25	137	3 425	2 000	1.8	164	1 989	57	16	73	400
<b>Yhteensä Insgesamt</b>	<b>100</b>	<b>84</b>	<b>8 374</b>	<b>2 850</b>		<b>331</b>	<b>3 181</b>				<b>3 065</b>

Ensi 10-vuotiskausi — Erste 10-Jahresperiode

Toinen 10-vuotiskausi — Zweite 10-Jahresperiode

11—30	26	754	10	140	4.5	32	172	26	32	58	928
31—50	14	77	1 078	800	3.0	120	920	67	47	114	658
51—70	20	165	3 300	480	2.0	48	528	125	62	187	1 240
71—90	12	136	1 632	480	1.8	164	1 989	96	35	131	420
U <sup>1</sup>	25	73	1 825	1 825		164	1 989		11	11	275
<b>Yhteensä Insgesamt</b>	<b>100</b>	<b>86</b>	<b>8 589</b>	<b>3 245</b>		<b>364</b>	<b>3 609</b>				<b>3 521</b>

Kolmannen 10-vuotiskauden  
alku

Anfang der dritten 10-Jahres-  
periode

1—20	25	11	275								
21—40	29	58	1 682								
41—60	14	114	1 596								
61—80	20	187	3 740								
81—100	12	131	1 572								
<b>Yhteensä Insgesamt</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>8 865</b>								<b>8865 m<sup>3</sup></b>

Taselaskelma — Der Rechnungsabschluss:

Alkupuusto — Grundholzvorrat	3065 m <sup>3</sup>
Suunnitteen peruserä — Anfangsvorrat des abgehenden Vorrates	3521 m <sup>3</sup>
— ensi 10-vuotiskautena — in der ersten 10-Jahresperiode	3245 »
— toisena 10-vuotiskautena — in der zweiten 10-Jahresperiode	6095 m <sup>3</sup>
Kehitettävän puuston kasvu — Zuwachs des entwicklungsbareren Vorrates	3065 m <sup>3</sup>
— ensi 10-vuotiskautena — in der ersten 10-Jahresperiode	3521 »
— toisena 10-vuotiskautena — in der zweiten 10-Jahresperiode	6586 m <sup>3</sup>
Kehitettävä puusto ensi 20-vuotiskauden lopussa — Entwicklungsbarer Vorrat am Ende der zweiten 20-Jahresperiode	8865 m <sup>3</sup>

1 U = Uudistusala. — Die Verjüngungsfläche.

tutkimuksessa kymmeneksi vuodeksi eli samaksi kuin hakkauslaskelman vuosijakso. Hakkuusuunnite laskentahetkellä eli jakson alussa on hakkuusuunnitteen peruserä (taulukon 1 sarakkeet 5—6). Vähentämällä alkupuustosta hakkuusuunnitteen peruserä, saadaan kehitettävän puuston peruserä (sarake 10) eli jaksosta toiseen siirtyvä puuston osa. Kehitettävää puustoa nimittää LIHTONEN (1943) tuottopuustoksi ja mm. ILVESSALO (1956 b) säilyväksi puustoksi.

Metsän kuutiokasvu jakaantuu kahteen osaan, hakkuusuunnitteen kasvun (sarakeet 7—8) ja kehitettävän puuston kasvun (sarakeet 11—12 ja 14). Kokonaihakkuusuunnite metsälle (sarake 9) on hakkuusuunnitteen peruserä eli sarakkeen 6 luku lisättyä jakson aikana eräänntyneellä hakkuusuunnitteen kasvulla eli sarakkeen 8 luvulla. Kehitettävä puusto jakson lopussa (sarake 13) on kehitettävän puuston peruserä (sarake 10) lisättyä kehitettävän puuston kasvulla (sarake 12), hehtaaria kohden. Kehitettävän puuston kasvu ikäluokassa (sarake 14) on ao. ikäluokan kehitettävän puuston kasvu hehtaaria kohden (sarake 12) kerrottuna ikäluokan pinta-alalla (sarake 2).

Hakkuusuunnite määritetään kasvatushakkauksina aina uudistamisvaiheeseen saakka. Uudistus- ja kasvatushakkauksien määrittämisperusteet selvitetään tuonnempana kappaleessa »Hakkuusuunnitteen määrittäminen», sekä kasvun laskentaperusteet kappaleessa »Kasvu hakkauslaskelmassa».

Laskelmaa jatketaan toisella 10-vuotiskaudella, jolloin ensi 10-vuotiskauden kehitettävän puuston loppuerät sarakkeessa 13 siirretään toisen 10-vuotiskauden vastaavan, nyt 10 vuotta vanhemman ikäluokan alkupuustoksi sarakkeeseen 3. Laskenta jatkuu muuten samaan tapaan kuin edellä, 10-vuotiskauden loppuun saakka. Sen jälkeen siirretään toisen 10-vuotiskauden kehitettävän puuston loppusummat jälleen seuraavan uuden laskelmakauden ensimmäisen jakson eli kolmannen 10-vuotiskauden alkupuustoksi. Alkuperäiset ikäluokat ovat nyt 20 vuotta vanhempia kuin alussa ja uudistettu ikäluokka (= U) on jo käsitelty päätehakkauksilla ja on sille 20 vuotta kestäneen uudistamisvaiheen aikana syntynyt uusi taimisto, jonka keski-ikä on 10 vuotta ja joka muodostaa uuden ikäluokan, 1—20 v. Tässä tutkimuksessa on hakkauslaskelmaa jatkettu edellä selostettujen periaatteiden mukaan vähintään viidennen vuosikymmenen loppuun, eräissä tapauksissa pitemmällekin.

Kunkin 20 vuoden jakson päättyessä tehdään taselaskelma. Laskelmat on suoritettu teknillisesti oikein, jos kehitettävä puusto 20-vuotiskauden lopussa = alkupuusto — suunnitteen peruserät 20-vuotiskautena + kehitettävän puuston kasvu 20-vuotiskautena.

Käytetyssä hakkauslaskelmassa ovat edellisen mukaan vertailusuureita kehitettävän puuston kasvu ja hakkuusuunnitteen peruserä. Jos edellinen on suurempi kuin jälkimmäinen, suurenee seuraavan 10-vuotiskauden alkupuusto ja päinvastoin.

### 23. Pitkäjännitteisen hakkauslaskelman soveltuvuus hakkuusuunnitteiden määrittämiseen

Johdannossa mainittiin, miten käytännön metsätaloudessa ja metsänarvonlaskennassa on aiheellista suorittaa samallekin metsälölle vertailevia vaihtoehtolaskelmia, käyttämällä varsinkin lähivuosina eri vahvuisia hakkauksia, joista toiset perustuvat edistyvän metsätalouden tai tasaisen tuoton periaatteille ja toiset puhtaasti liiketalous-kaupallisille periaatteille. Tarjoaako käytetty hakkauslaskelmaperiaate näiden kahtaalle suuntautuvien tarkoitusprien toteuttamiseksi parhaan käytettävissä olevan keinon? Kuten tuottohakkauslaskelmissa on tässäkin tutkimuksessa hakkauslaskelman perusteena metsien takatorinen tila todellisen metsäluonnon mukaisena ja voidaan laskelmassa tarkkailla hakkuusuunnitteiden vaikutusta kehitettävän puuston tulevaan kehitykseen kasvusadannesten avulla ja tällöin asettaa kunkin ikävaiheen hakkuusuunnite tarkalleen niin suureksi kuin tuoton kohottaminen tai metsänomistajan liiketalous hakkausten voimakkuutta rajoittavien tekijöiden sallimissa rajoissa vaatii (vrt. LIHTONEN 1946, s. 49). Laskelman teoreettinen rakenne tekee lisäksi mahdolliseksi kalkkyloida metsien kehityksen ja hakkuusuunnitteen vaikkapa kiertoajan loppuun saakka. Tähän samaan ajatukseen perustuu myös LIHTONEN (1952) metsiemme tulevan kehityksen ääriviivoja hahmoitteleva tutkimusmenetelmän esittely.

Mm. ILVESSALO (1956b, s. 179) huomauttaa, että tuottohakkauslaskelmat ovat luonteeltaan teoreettisia ja edellyttävät metsien käsittelyä laskelmien mukaisella tavalla. Tätä seikkaa voidaan pitää käytetyn hakkauslaskelmaperiaatteen etuna, mutta myös heikkoutena, koska metsiä ei todellisuudessa ehkä käsitelläkään laskelmien edellyttämällä tavalla. Hakkuusuunnitteen määrä ja rakenne voivat kesken kaiken muuttua esim. omistajan vaihdoksen, äkillisen rahan tarpeen, metsävahinkojen tai muiden syiden takia, puutavaran menekki-suhteet vaihtelevat ja muuttavat metsien käsittelytapaa mm. puunjalostusteollisuuden rakennemuutosten johdosta. Toisaalta ovat tällaiset laskelmat, niiden teoreettisesta luonteesta huolimatta, subjektiivisia. Laskelman laatija voi painaa niihin oman leimansa, koska monet tekijät määritetään harkinnan perusteella. Mikäli tässä harkinnassa pystytään noudattamaan omaksuttuja periaatteita oikein, voi tämä subjektiivisuus olla myös eduksi.

Näitä pitkäjännitteisen hakkauslaskelman heikkouksia pyritään tutkimuksessa välttämään mm. ottamalla huomioon tieteen ja käytännön tarjoamat tiedot ja kokemukset hakkausten voimakkuuden ja niiden vaihteluiden vaikutuksesta metsän puuston tilaan ja kehitykseen ja sitä tietä edelleen hakkuusuunnitteiden määriin. LIHTONEN (1943, ss. 203—204) huomauttaa, että todellista teoreettista normaalitilaa ei käytännön taloudessa voida pysyvästi saavuttaa, mutta että niin kauan kuin tähän pyritään, lähennyttään ehdottomasti reaalinormaalimetsän kuvaa. Metsien juokseva kasvu, joka on hakkauslaskelman toi-

minnan eräänä ohjeena, on todellisuudessa vain likimääräinen suure. Kun tämä kasvuilmiö on pyritty tutkimuksessa sitomaan hyvin läheisesti metsien erilaisiin käsittelyvaiheisiin (vrt. »Kasvu hakkauslaskelmassa»), varmistanee tämä hakkauslaskelmien pohjaa.

Edellä esitetyillä perusteilla antanee tutkimuksen hakkauslaskelmaperiaate melko luotettavan pohjan hakkausmäärien eli hakkuusuunnitteiden määrittämiselle normaalista monin tavoin poikkeaville, tutkimusaineistona käytetyille metsälöille.

### 3. Tutkimusaineisto ja sen hankkimisessa noudatetut periaatteet

#### 31. Aineiston laatu ja arvioimisperusteet

##### 311. Yleistä

Tutkimusaineistona käytetään tekijän vuosien 1945—1957 aikana arvioimien metsälöiden arvioimistuloksia. Nämä metsälöt, luvultaan 26 ja alaltaan 9255 hehtaaria kasvullista metsämaata, sijaitsevat Suomen eteläpuoliskolla, etupäässä Uudenmaan, Hämeen ja Mikkelin lääneissä. Kaikki metsälöt ovat olleet taloustoiminnan, hakkuiden, kohteena. Metsien arviointi suoritettiin kartan avulla ns. kuvioittaista silmävaraista arvioimismenetelmää (vrt. ILVESSALO 1930, ss. 732—739) käyttämällä. Useilla metsikkökuvioilla tarkistettiin silmävaraista arviointia joko samaan metsikköön sijoitetun ns. keskimääräisyyskoealan (vrt. LÖNNROTH 1919—1920) avulla tahi ympyräarvioinnilla. Eräillä metsäpalstoilla suoritettiin tarkistusarviointi säännöllisen linjoittaisen ympyräarvioinnin tapaan, eräillä taas epäsäännöllisen ympyräarvioinnin tapaan (vrt. mm. ILVESSALO mt., ss. 739—744). Arvioinneissa on otettu huomioon tai mitattu metsälliset tekijät ja tunnuksot samaan tapaan kuin meillä mm. valtionmetsien taloussuunnitelmia laadittaessa tehdään (vrt. myös LIHTONEN 1929; LAKARI 1930, ss. 790—810; KALLIO 1934; OSARA 1948), sekä puuston rakenne tai puuston rakenteen laske- mista varten tarpeelliset tekijät ja tunnuksot.

Seuraavassa selostetaan hakkauslaskelman metsällisten tekijöiden perustun- nusten arvioinnin pääperiaatteet.

##### 312. Metsämaa

Kuvion metsätyyppi määritettiin CAJANDERIN (1909) metsätyyppijärjestel- mää soveltamalla. Samoin määritettiin suotyppi. Metsä- ja suotyypin käytän- nöllisessä määrittämisessä on käytetty apuna niitä tunnuksia ja keinoja, jotka on esitetty mm. TERTIN (1935) ja LUKKALA-KOTILAISEN (1945) teoksissa ja kir- joituksissa. Käytetty tiluslaji- ja metsätyyppijakaantumisen ilmenee mm. val- takunnan metsien arvioinnin ohjeista (mm. ILVESSALO 1951, ss. 16—19).

### 313. Puulajisuhteiden, ikäluokan, kuutiomäärän ja puuston rakenteen arvioiminen

Eri puulajien osuus arvioitiin sadanneksina puuston kuutiomäärästä, 10 %:n tarkkuudella.

Metsikön ikä arvioitiin lähinnä fyysillisenä ikänä (vrt. LIHTONEN 1943, s. 26) parittomina kymmenlukuina käyttämällä asteikkoa 0 v. (= aukea), 10 v. (= 1—20 v.), 30 v. (= 21—40 v.), jne. Muutamia harvoja poikkeustapauksia lukuun ottamatta on fyysillinen ikä todettu samaksi kuin ns. taloudellinen ikä. Huonokasvuisten metsämaiden puuston ikää ei arvioitu.

Metsikön puuston kuutiomäärä, joka muodostaa hakkauslaskelman alkupuuston, arvioitiin kiintokuutiometreissä kuorellista mittaa hehtaaria kohden, 10 k-m<sup>3</sup>:n tarkkuudella. Lisäksi arvioitiin ns. puustokuutiometrin rakenne (vrt. LIHTONEN 1942, s. 18), eli eri puutavaralajien todellisen kuutiomäärän (k-m<sup>3</sup>:ssä, kuorellista mittaa) sadannesosuus vastaavasta kokonaispuuston kuutiomäärästä.

### 314. Hakkuukertymän arvioiminen

Metsien metsänhoidollisen tilan perusteella määritettyjen hakkausten toteuttamisajaksi eli talouskaudeksi on jo arviointia suoritettaessa valittu kussakin metsälössä omaksutun kiertoajan puitteissa 10 vuotta (vrt. edellä s. 11).

Metsikössä ensi 10-vuotiskautena tarpeelliset hakkaukset määritettiin joko kasvatus- tai uudistushakkauksina jakamalla edelliset harvennus- ja väljennys-hakkauksiin sekä jälkimmäiset suojuspuu-, siemenpuu- ja avohakkauksiin. Ylispuuhakkaukset vietiin uudistushakkausten viimeisenä vaiheena uudistushakkauksiin (LIHTONEN 1943, s. 133). Ensi 10-vuotiskautena hakkauksissa kertyvä puumäärä eli hakkuukertymä, joka edellisen mukaan on pohjana ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserän laskennassa, arvioitiin kiintokuutiometreissä kuorellista mittaa ja hehtaaria kohden 10 k-m<sup>3</sup>:n tarkkuudella, pienillä palstoilla 5 k-m<sup>3</sup>:n tarkkuudella. Edistyvään metsätalouteen pyrittäessä luettiin uudistettaviin metsiin yleensä hakkuukypsät metsiköt, samoin kuin vajaatuottoiset, heikkopuustoiset ja puulajin vaihtoa vaativat metsiköt. Uudistushakkausten arvioitu hakkuukertymä vaihteli mm. hakkaustavasta riippuen 35—100 %:iin metsikön kuutiomäärästä. Yleensä pyrittiin hakkausehdotuksissa sellaisiin hakkausmääriin ja hakkausten voimakkuusasteisiin kuin nykyisin hyväksytty ja käytetty metsänhoitotekniikka edellyttää. (vrt. mm. SARVAS 1956, ss. 498—547).

Kasvatushakkausten likimääräistä vahvuuden suuntaa osoittaa kuva 1, kuitenkin huomautuksella, että mainittu kuva osoittaa metsälön ao. ikäluokan hakkuusuunnitteen määrää, jolloin siihen sisältyy metsiköitä, joita ei ensi 10-

vuotiskautena tarvitse käsitellä ensinkään, joten hakattavista metsiköistä on poistettava enemmän kuin kuva osoittaa.

Hakkuukertymän puustokuutiometrin rakenne arvioitiin samaan tapaan kuin alkupuustonkin. Uudistushakkausten hakkuukertymään arvioitiin sisältyvän järeätä tukkipuuta yleensä sama tai joskus jopa suurempi sadannesosuus kuin alkupuustoon. Kasvatushakkausten hakkuukertymään arvioitiin taas sisältyvän pienempi sadannesosuus tukkipuuta ja suurempi sadannesosuus pinotavaraa kuin alkupuustoon.

### 32. Arvioimistulosten laskenta

Mainittu laskenta suoritettiin niitä periaatteita noudattaen, joita mm. metsätalouden järjestelytyöissä yleensä noudatetaan (vrt. mm. OHJEITA VALTION METSIEN — — — 1949). Tässä yhteydessä on syytä mainita vain seuraavat seikat:

Metsätyyppiarvioinnin perusteella laskettiin metsäalueen jakaantuminen eri tiluslajiryhmiin ja metsätyyppiin. Edelleen laskettiin kasvullisen metsämaan pinta-alan jakaantuminen eri ikäluokkiin ja kunkin ikäluokan kokonaiskuutiomäärä. Näiden perusteella voitiin laskea eri ikäluokkien sadannesosuus kokonaisalasta ja kuutiomäärä hehtaarilla ja siis tarpeelliset luvut hakkauslaskelman sarakkeisiin 2 ja 3.

Ryhmittämällä kuvioittaiset arvioimislomakkeet hakkaustavan — tässä vain uudistus- ja kasvatushakkauksiin jakamalla — ja ikäluokan mukaan laskettiin ikäluokittaiset hakkuukertymät hakkaustavoittain, jolloin käytettävissä ovat perustiedot hakkauslaskelman sarakkeita 5—6 varten. Kasvatushakkausten hakkuukertymät eli hakkuusuunnitteet esitetään ikäluokittain, mutta uudistushakkausten kertymät yhtenä ryhmänä (= U).

Huomattakoon, että pyrittäessä normaaliin ikäluokkajakaantumiseen ja noudatettaessa progressiivista taloutta voi kasvatettaviin metsiin sisältyä käytettyä kiertoaikaa vanhempia metsiä ja uudistettaviin metsiin taas kiertoaikaa nuorempia metsiä.

#### 4. Hakkauslaskelmien laatiminen

Seuraavassa selostetaan tärkeimmät erikoispiirteet tutkimusaineiston kohdalla käytetyistä hakkauslaskelman laskentaperusteista sen lisäksi, mitä edellä mainitun laskelman rakennetta käsiteltäessä on ilmennyt.

Hakkauslaskelmat laadittiin ainoastaan kasvullisille metsämailla. Huonokasvuisten metsämaiden puuston huomioon ottamista hakkuusuunnitteen määrittämisessä käsitellään tuonnempana ss. 36—37. Hakkauslaskelmia ei ole tehty erikseen eri puulajeille. Tämä johtuu lähinnä siitä, että saman ikäluokan kasvusadannes on puulajista riippumatta likimain saman suuruinen ja että mänty-, kuusi- ja koivuvaltaisissa metsissä on siksi paljon sekapuuna muuta puulajia eri suhteissa, että tällainen jaottelu ja siihen perustuvat laskelmat eivät voine johtaa parempaan tulokseen kuin kaikki puulajit yhdistävä laskelma (vrt. ILVESSALO 1956b, s. 131 ja s. 182).

#### 41. Metsämaiden keskihyvyys

Metsämaiden keskihyvyys laskettiin käyttämällä eri- metsä- ja suotyypeille seuraavia suhdelukuja painolukuina (vrt. ILVESSALO 1927, s. 53):

Lehdot .....	12.0
Lehtomaiset metsät (OMT) .....	10.0
Mustikkatyyppi (MT) .....	8.0
Puolukkatyyppi (VT) .....	6.0
Kanervatyyppi (CT) .....	3.5—4.0
Kasvulliset korvet (K I) .....	4.0—5.0
Kasvulliset rämeet (R I) .....	3.0

Metsämaiden keskihyvyyttä on pidetty eräänä kiertoaikaa orientoivana tekijänä. Tämän tutkimuksen tarkoituksen kannalta ei tällä seikalla ole ratkaisevaa merkitystä, koska tässä tutkimuksessa on tarkoituksena käyttää metsäloille keskimääräistä kiertoaikaa sillä varauksella, että hyvillä kasvupaikoilla hakkuukypsyyden ikäkohta on alempi, karuilla metsämailla vastaavasti korkeampi (vrt. LIHTONEN 1943, ss. 156—157). Jos keskihyvyys on alhainen, on metsälön puuston kuutiomäärä yleensä pieni, samoin kuutiokasvu, mikä puolestaan johtaa saman kiertoajan puitteissa pienempään hakkuusuunnitteeseen kuin korkea keskihyvyys. Toisaalta on s u h t e e l l i n e n k a s v u eli kasvusadannes tietyssä ikä-

luokassa lähimain yhtä suuri metsätyypistä riippumatta (vrt. ILVESSALO 1956b, s. 131). Tämän tutkimuksen liiketaloudelliset päätelmät ja käytäntöä varten sovellettavat periaatteet oletetaan voitavan perustaa loppujen lopuksi suhteellisiin arvoihin, joten keskihyvyydellä ei liene tässä suhteessa ratkaisevaa merkitystä. Tämän seikan toteamiseksi on tutkimusmetsälöiden keskihyvyudet kuitenkin laskettu ja esitetään hakkauslaskelmien tuloksia osoittavassa yhdistelmässä (taulukko 2). Lisäksi on huomattava, että jos metsämaiden keskihyvyys on alhainen ja sovellettava kiertoaika pitkä, voidaan seuraavassa esitettävissä eri keski-ikäryhmien ylä- ja siis myös alarajoja käytännöllisissä laskelmissa nostaa ja päinvastoin.

#### 42. Metsien keski-ikä

Metsälöiden metsien keski-ikä on laskettu pinta-aloja painolukuina käyttämällä (ns. pinta-alaikä), ts. kertomalla hakkauslaskelmalomakkeen sarakkeen 2 luvut sarakkeen 1 vastaavalla keski-ikäällä, laskemalla näin saadut tulot yhteen ja jakamalla metsälön kokonaisalalla.

Tutkimusmetsät ryhmitetään nykyisen keski-ikä perusteella kolmeen ryhmään: 1) nuoret metsät, keski-ikä alle 35 vuotta, 2) keski-ikäiset metsät, keski-ikä 35—60 vuotta, 3) vanhat metsät, keski-ikä yli 60 vuotta (= 60 +). Nämä ikärajat on katsottu tutkimuksessa sopiviksi likimääräisiksi rajoiksi mm. tuonnempana esitettävien ikärakennekaavojen eri kiertoaikoihin sopeutuvaisuuden takia, koska keski-ikäisten metsien alaraja on lähellä 100 vuoden kiertoajan toisen kolmanneksen eli keski-ikäisten metsien alarajaa ja yläraja lähellä 80 vuoden kiertoajan toisen kolmanneksen eli keski-ikäisten metsien ylärajaa. Keski-ikäisten (35—60 v.) metsien vaihtelualue jää tässä pienimmäksi eli 26 vuodeksi, mutta vastaa tämä mm. 80 vuoden kiertoajan kolmannesta ja edustaa puuston kiihkeimmän elintoiminnan kautta.

#### 43. Hakkuusuunnitteen määrittäminen

##### 431. Hakkuujärjestys ja kiertoaika

Johdannossa asetettiin erääksi tämän tutkimuksen perustavoitteeksi niiden seikkojen selvittäminen, missä määrin hakkuuiden ajallinen järjestys muuttaa hakkuusuunnitetta sekä muita metsällisiä tekijöitä erilaisissa metsissä sekä kuinka paljon tätä järjestystä voidaan vaihdella ilman, että joudutaan ristiriitaan metsälainsäädännön ja metsänhoidollisten tekijöiden kanssa. Tarvittavan vaihtelun aikaan saamiseksi on hakkauslaskelmat laadittu vaihtoehtoisesti tai rinnan sekä 80 että 100 vuoden kiertoajoille pitämällä tavoitteena progressiivista metsätaloutta ja lisäksi (ensi 10-vuotiskautena) hakkuumahdolla. Kuten tuonnempana todetaan, johtaa 100 vuoden kiertoaika pienempään lähiajan, erikoi-

sesti ensi 10-vuotiskauden, hakkuusuunnitteeseen kuin 80 vuoden kiertoaika ja tämä taas pienempään kuin hakkuumahto. Jos käytettäisiin vielä pitempää kiertoaikaa tai voimakkaampaa hakkuumahtoa kuin tutkimuksessa, saataisiin edellisessä tapauksessa ilmeisesti vielä pienempi ja jälkimmäisessä tapauksessa vielä suurempi hakkuusuunnite kuin nyt. Kun Suomen eteläpuoliskon olosuhteissa ei ainakaan yksityismetsälöissä liene pitemmän kuin 100 vuoden kiertoajan soveltaminen yleensä tarkoituksenmukaista (vrt. mm. LIHTONEN 1946; ILVESSALO 1956 b; KALLIO 1957, s. 12), ja kun toisaalta varsin voimakas hakkuumahto saattaa johtaa ristiriitaan mm. yksityismetsälain säännösten kanssa, on mainitut kiertoajat ja hakkuujärjestysmuodot katsottu ko. tarkoitukseen riittäviksi.

Nuorille metsille laskettiin hakkuusuunnite vain 100 vuoden kiertoajan mukaan, yhtä poikkeusta lukuunottamatta, jolle laskettiin kokeeksi myös hakkuumahto. Nuorien metsien metsämaiden keskihyvyys on melko alhainen eikä 80 vuoden kiertoaika näyttänyt johtavan näissä sanottavastikaan toisenlaisiin tuloksiin kuin 100 vuoden kiertoaika, joten viime mainitun soveltaminen katsottiin metsänarvonlaskennan kannalta tutkimuksen tarkoituksiin riittäväksi. Samoin katsottiin aineisto riittäväksi, jotta kaikille metsälöille ei tarvinnut laatia hakkauslaskelmia kaikkien hakkuujärjestysmuotojen mukaan.

Ensi 10-vuotiskautena aloitettavien uudistushakkausten pinta-ala määritettiin arvioimistulosten pohjalta, ottamalla huomioon kiertoajan pituus ja metsälön ikäluokkajakaantuminen. Jos ikäluokkajakaantuminen on ao. kiertoajan puitteissa normaali, on se pinta-ala, joka ensi 10-vuotiskautena tulee uudistushakkausten kohteeksi (= U), laskettu kaavalla  $U = \frac{A}{K} \times 20$ , jossa

A = metsälön pinta-ala

K = kiertoaika

20 = uudistamiskausi (vrt. LIHTONEN 1943, s. 163).

Jos vanhoja tai vanhanpuoleisia metsiä on normaalia enemmän ja nuoria metsiä vastaavasti vähemmän, on kaavan antamaa uudistusala korotettu ja päinvastaisessa tapauksessa alennettu, ao. metsälön tuntemukseen ja silmävaraisesti arvioituun uudistushakkausalaan nojautuen. Tässä laskennassa tarpeellinen t a s o i t u s a i k a (vrt. LIHTONEN mt., ss. 157—161) vaihtelee. Jos ikäluokkajakaantuminen poikkeama normaalista on pieni, on tasoitus aika 20 vuotta, jos se on suuri, nousee tämä aika aina kiertoajan vuosimäärään saakka. Metsien keski-ikä on tässä suhteessa suuri merkitys: jos keski-ikä on korkeampi kuin puolet kiertoajasta, on uudistusala suurempi kuin päinvastaisessa tapauksessa. Seuraavina 10-vuotiskausina uudistettava pinta-ala on määritetty samoin perusteiden kuin kahden ensimmäisen vuosikymmenen uudistusalanakin, siis kiertoajan pituuden ja ikäluokkajaoituksen epänormaalisuuden tasoitusajan perusteella.

Arvioimistulosten antamaa uudistushakkausala ei ole siis voitu käyttää aina sellaisenaan hakkauslaskelman uudistusalanana, vaan on sitä täytynyt suurentaa

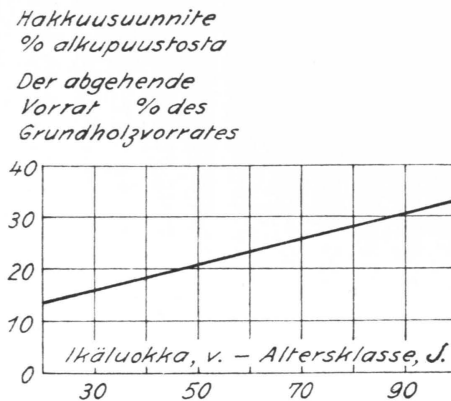
tai pienentää omaksutun kiertoajan ja tasoitusajan sekä hakkuujärjestyksen vaatimusten mukaan. Edellisessä tapauksessa on osa uudistettaviksi sopivia kasvatushakkausmetsiköitä siirretty uudistushakkausmetsiköihin ja jälkimmäisessä tapauksessa päinvastoin. Erikoisesti on tällaisten järjestelyjen suorittaminen tarpeellista silloin, kun samalle metsälölle laaditaan useampi kuin yksi hakkauslaskelma, eri pituisia kiertoaikoja sekä hakkuumahtoa soveltamalla. Kun arviointia suoritettaessa metsän käsittelytapa määritetään lähinnä biologisten tekijöiden perusteella, on hakkuuiden ajallista järjestystä määritettäessä kiinnitetty huomiota myös taloudellisiin tekijöihin, joista edellä s. 7 on huomautettu. Erikoisen selvänä on tämä pyrkimys havaittavissa hakkuumahtoa käytettäessä, joskin myöhempien hakkuutulosten kustannuksella.

Varsinaisessa hakkuumahdossa — kertamahdossa — ei ensi 10-vuotiskautena uudistettavaa alaa laskettaessa olekaan määritetty kiertoaikaa, vaan on niissä otettu uudistushakkausten kohteeksi yleensä vanhimmat ikäluokat, n. 60—80. ikävuodesta alkaen. Seuraavien 10-vuotiskausien hakkaukset edellytetään tällöin suoritettaviksi jälleen pyrkimällä edistyvään metsätalouteen, lähinnä 80 vuoden kiertoaikaa soveltamalla.

Kun laskelmat on laadittu 100 hehtaaria vastaaviksi, eivät yleistaloudelliset seikat, kuten esim. puutavaran menekki-suhteet ja metsätyövoiman tarjonta, asettane näin pienellä alueella esteitä varsin voimakkaan kertamahdonkaan soveltamiselle. Pienillä maatiloilla saattaa hakkuumahto tosin vaarantaa tilan kotitarvepuun saantia ainakin hakkuuta seuraavina lähivuosina. Kertamahto on pyritty määrittelemään siis vain siten, että sen toteuttaminen ei olisi ristiriidassa metsänhoidollisten periaatteiden eikä yksityismetsälain säännösten kanssa. Tässä tarkoituksessa on uudistushakkausaloille pyritty varaamaan riittävä siemen- tai suojuospuusto eikä harvennuskokkeita ole laskettu niin suuriksi, että järkiperaisesta harvennuserästä poikettaisiin.

#### 432. Uudistushakkaukset

Ensi 10-vuotiskauden uudistushakkausissa (= U) kertyvä puumäärä eli hakkuusuunnitteen peruserä (sarakkeet 5—6) laskettiin arvioimistulosten pohjalta, ja on se muodostunut metsien tilasta riippuen n. 50—70 %:ksi metsälön uudistusosalalla olevan alkupuuston kuutiomäärästä. Hakkuumahdossa on tämä sadannesosuus vieläkin suurempi, eräissä tapauksissa jopa 80—90 %. Jäännöserä eli uudistettavien metsien seuraavaksi 10-vuotiskaudeksi kehitettävä puusto siihen lisättyine kasvuineen on jäänyt toisena 10-vuotiskautena poistettavaksi. Tämä erä on lähimain saman suuruinen kuin ensi 10-vuotiskauden uudistushakkausten hakkuusuunnite, hakkuumahtoa lukuunottamatta, jossa toisen 10-vuotiskauden uudistushakkausten hakkuusuunnite jää ensi 10-vuotiskauden vastaavaa määrää pienemmäksi.



K u v a 1. Kasvatushakkausten vahvuus. Hakkuusuunnitteen osuus alkupuustosta.

Zeichnung 1. Die Stärke der Erziehungshiebe. Der abgehende Vorrat % des Grundholzvorrates.

#### 433. Kasvatushakkaukset.

Edelleen kehitettävien ikäluokkien kasvatushakkausten hakkuusuunnitteen peruserä (sarakkeet 5—6) määritettiin ensi 10-vuotiskautena arvioimistulosten perusteella ja seuraavina 10-vuotiskausina ensi 10-vuotiskauden vastaavien lukujen tasoituksena (vrt. kuva 1).

Kasvatushakkauksien hakkuusuunnitteen määrä noudattaa säännönmukaisuutta kuvassa esitetyn tasoitusviivan osoittamalla tavalla. Sen mukaan on hakkuusuunnitteen peruserän sadannes alkupuustosta metsän iän funktio ja nousee iän noustessa (vrt. LIHTONEN 1952, ss. 14—17). Yksittäistapauksissa poikkeaa mainittu sadannes viivan osoittamasta sadanneksesta ylös- tai alaspäin. Kohottavia tekijöitä ovat, jos ikäluokan hehtaarikuutiomäärä on vastaavan ikäluokan keskimääräistä lukua huomattavasti suurempi esim. siitä syystä, että edellisestä harvennuksesta on kulunut pitkä aika, niin että metsä on keskinkertaista tiheämpi sekä jos ikäluokan metsien tila on muuten arvioitu sellaiseksi, että keskinkertaista voimakkaampi harvennus kohottaa niiden kasvukuntoa. Lyhyt kiertoaika edellyttää ainakin vanhanpuoleisissa metsissä hieman voimakkaampaa kasvatushakkausta kuin pitempi. Päinvastaisissa tapauksissa on kasvatushakkausta taas alennettu tasoitusviivan osoittamasta tasta.

Tasoitusviivan mukainen kasvatushakkauksien hakkuusuunnitteen peruserän sadannes on hieman suurempi kuin LIHTONEN (1946) ja ILVESSALON (1956 b) Suomen eteläpuoliskon metsille laskemat vastaavat sadannekset. Tämä johtune lähinnä siitä, että tutkimusaineistoon sisältyvien metsien kuutiomäärät, ikäluokittain verrattuina, ovat hieman suuremmat kuin koko Suomen eteläpuoliskon

metsien vastaavat keskimääräiset luvut. Kun kehitettävän puuston kasvusadannes kohoaa välittömästi kuta harvempana metsä kasvaa, on tämä seikka myös huomion arvoinen tekijä, kunhan metsää ei harvenneta niin paljon, että absoluuttinen kasvu alkaa laskea optimistaan (vrt. LIHTONEN 1943, s. 97; SAARI 1954, s. 236; KALLIO 1957, s. 64). Laskelmia laadittaessa on tämä seikka otettu huomioon kokeilemalla. Hakkuusuunnitetta ei ole nostettu niin suureksi, että absoluuttinen kuutiokasvu alenisi todennäköisen optiminsa alapuolelle. Hakkuumahdossa sovelletaan mahdollisimman voimakkaita harvennuksia, jolloin kuutiokasvu voi laskea optiminsa alapuolelle.

#### 44. Kasvu hakkauslaskelmassa

LIHTONEN (1943, ss. 87—121) on perusteellisesti käsitellyt kasvun merkitystä hakkauslaskelmassa ja kiinnittänyt erikoista huomiota hakkuusuunnitteen peruserän ja kasvun vertailumerkitykseen. Toisessa teoksessaan (1946, s. 44) mainitsee LIHTONEN, että kasvu on hakkausmäärän ensisijainen ja objektiivisin mittapuu.

Käytetyn hakkauslaskelmaperiaatteen mukaan on kasvu, kuutiokasvu, jaettu tässä tutkimuksessa kahteen osaan, poistuvan puuston eli hakkuusuunnitteen kasvuun (sarakkeet 7—8) ja kehitettävän puuston kasvuun (sarakkeet 11—12 ja 14). Kun varsinaisia kasvututkimuksia ei aineiston kohdalla ole tehty, on kasvun laskennassa nojaututtu valtakunnan metsien arvioimistulosten mukaisiin sen metsänhoitolautakunnan alueen kuutiokasvun sadanneslukuihin, jonka alueella ao. metsälö sijaitsee (ILVESSALO 1957, s. 74). Kun nykymetsiemme puuston kuutiomäärän kasvusadannes tietyssä ikäluokassa on likimain saman suuruinen metsätyypistä ja puulajista riippumatta (vrt. ILVESSALO 1956b, s. 131), on hakkauslaskelmissa sovellettu ao. ikäluokan keskimääräistä kasvusadannesta, tekemällä kuitenkin metsien tilasta johtuvia pieniä muutoksia ko. sadanneslukuihin.

Edellä mainitut kuutiokasvusadannekset soveltuvat sellaisinaan vain alkupuustoon. Hakkuusuunnitteen ja kehitettävän puuston kasvusadannes voi poiketa tästä huomattavastikin, vaikka alkupuuston kasvusadannes ei muutukaan. Kun kasvatushakkauksissa sovelletaan alaharvennusta, poistetaan tällöin etupäässä heikkokasvuisia yksilöitä, joiden kasvusadannes on alkupuuston kasvusadannesta pienempi. Seurauksena on, että kehitettävän puuston kasvusadannes nousee alkupuuston kasvusadannesta suuremmaksi. Tätä nimittää LIHTONEN (1943, ss. 95 ja seurr.) hakkausten välittömäksi vaikutukseksi mainittuun sadannekseen. Uudistushakkauksissa poistetaan myös ylempien latvuserrosten puita. Tästä johtuu, että hakkausten välitön vaikutus uudistushakkauksissa jäävään kehitettävään puustoon on pienempi kuin kasvatushakkauksissa. Edellisen perusteella on kasvatushakkausten hakkuusuunnitteiden kasvusadanneksia (sarake



7) alennettu keskimäärin n. 30 %:lla ja kehitettävän puuston kasvusadanneksia (sarake 11) nostettu n. 10 %:lla alkupuuston vastaavista luvuista (vrt. LIHTONEN mt., s. 94; ILVESSALO 1956b, s. 176). Uudistushakkauksissa on edellisiä alennettu ja jälkimmäisiä nostettu keskimäärin vain n. 5—10 %:lla. Hakkuumahdon kasvatushakkausten hakkuusuunnitteissa on käytetty vain n. 10—20 % pienempiä ja kehitettävän puuston osalta n. 5—10 % korkeampia kasvusadanneksia kuin edellä mainitut valtakunnan metsien arvioinnin mukaiset metsänhoitolautakuntapiirittaiset luvut edellyttävät. Hakkuumahdon uudistushakkauksissa on hakkuusuunnitelle määritetty vastaavasti 0—5 % pienemmät ja kehitettävälle puustolle n. 10 % keskimääriä korkeammat kasvusadannekset. Kehitettävän puuston kasvusadanneksissa on tällöin otettu huomioon koroittavana tekijänä myös hakkausten välillinen vaikutus. Hakkausten välillinen vaikutus johtuu nimittäin puiden laajentuneesta kasvutilasta, jonka seurauksena alkupuuston kasvusadannes nousee. Kun puusto jää hakkuumahdossa harvaan asentoon, nostaa se kehitettävän puuston kasvusadanneksen suuremmaksi kuin progressiivisen periaatteen mukainen hakkaus edellyttäisi. Koska aineistoon sisältyvät metsät ovat olleet hakkausten kohteina ennen hakkauslaskelman laatimistakin, ei välillisen vaikutuksen aiheuttamaa kasvusadanneksen nousua ole otettukaan huomioon muissa tapauksissa kuin hakkuumahdossa.

Kun uudistettaviin metsiin sisältyy eri ikäasteisia metsiköitä, on näiden kasvusadannes määritetty näiden eri ikäluokkien kasvusadannesten keskiarvona, käyttämällä kunkin ikäluokan kuutiomääräosuutta painolukuna.

Jos hakkuusuunnite hakataan kokonaisuudessaan jakson alussa, ei sille eräänny mitään kasvua. Jos se hakataan yhtä suurina vuotuiserinä tai jakson keskellä, on sille laskettava kasvu, joka vastaa hakkuusuunnitteen peruserän kasvua viiden vuoden aikana, jos se taas hakataan jonain muuna aikana, on kasvua vastaavasti lisättävä tai vähennettävä. Hakkauslaskelmissa on oletettu, että hakkaukset keskittyvät jakson keskikohtaan, jolloin hakkuusuunnitteen peruserä lisääntyy eri tapauksissa vaihdellen n. 10—20 %:lla. Tutkimuksen jatko-osassa suoritettavissa diskonttauslaskelmissa ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteet oletetaan otettavan ulos jakson alussa eli suunnitteen peruserien suuruusina, mutta seuraavien 10-vuotiskausien jakson keskellä. Tämä johtuu siitä, että hakkuumahto kertamahtona edellyttää heti suoritettavaa hakkausta ja muut hakkuujärjestysmuodot on saatava tämän kanssa vertailukelpoisiksi. Tällöin on kehitettävän puuston ensi 10-vuotiskauden kasvusadannes, hakkausten välillisen vaikutuksen johdosta, ilmeisesti suurempi kuin hakkauslaskelmien perusteella, joissa hakkuut oletetaan keskitetyksi jakson keskikohtaan. Toisen 10-vuotiskauden, samoin kuin seuraavienkin 10-vuotiskausien alkupuustot, ovat tästä syystä ehkä hieman suurempia kuin laskelmissa esitetyt. Tästä voi aiheutua pieniä virheitä myös näiden 10-vuotiskausien kasvun määrään ja hakkuusuunnitteisiin.

Koska puuston kuutiomäärät on arvioitu kuorellisina ja koska niiden muun-

taminen kuorettoman kuutiokasvun laskentaa varten kuorettomiksi ja taas, kasvun lisäämisen jälkeen, kuorellisiksi, vaatii runsaasti laskentatyötä, on kasvu laskettu kuorellisesta kuutiomäärästä kuorellisena kasvuna. Edellä mainitussa taulukossa (ILVESSALO 1957, ss. 73—74) on kuoreton kasvu laskettu sadanneksina kuorettomasta kuutiomäärästä. Ei syntyne suurtakaan virhettä, vaikka samoja sadanneksia käytetään kuorellisen kuutiokasvun laskemiseen kuorellisesta kuutiomäärästä, koska kuoren osuus on kummassakin arvioitava suunnilleen saman suuruiseksi. Samaa suuruusluokkaa olevia virheitä syntynee kuorellisia kuutiomääriä kuorettomaksi muunnettaessa ja päinvastoin.

Ilmastollisista syistä johtuvat kasvun vaihtelut voivat aiheuttaa hakkauslaskelmissa käytettyihin kasvulukuihin muutoksia ylös- tai alaspäin. On kuitenkin todennäköistä, että nämä vaihtelut pitempänä ajanjaksona tasoittavat toisensa.

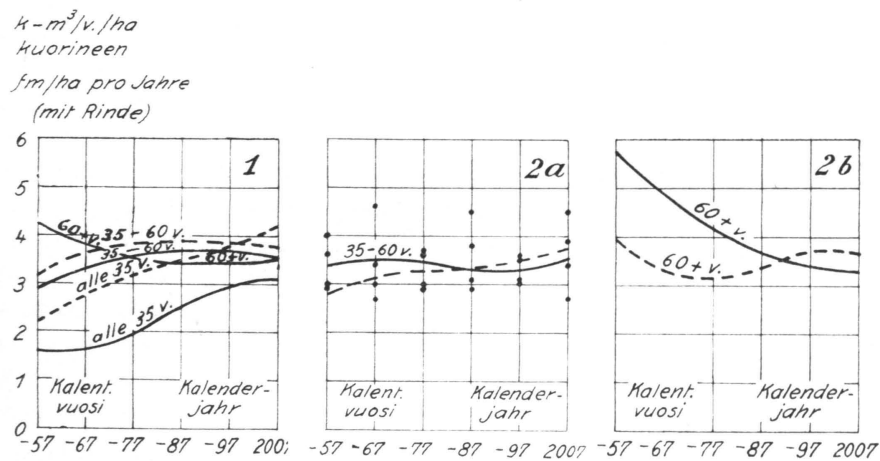
## 5. Tulokset

### 51. Aineistoa ja tuloksia kuvaavat taulukot ja piirrokset

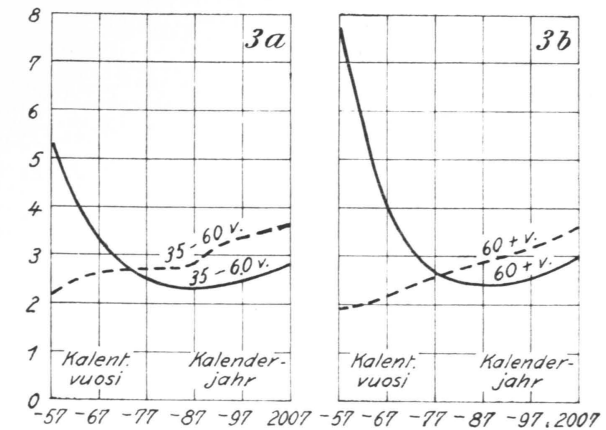
Taulukossa 2 esitetään keski-ikäryhmittäin tutkimusmetsien kasvullisen metsämaan pinta-ala, edellä esitettyjen periaatteiden mukaan laskettu metsämaan keskihyvyys, keski-ikä sekä nykyinen kuutiomäärä hehtaaria kohden. Lisäksi esitetään taulukossa kunkin metsälön ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserä ja kokonaismäärä sekä seuraavien 10-vuotiskausien ja seuraavien kiertoaikojen 10-vuotiset hakkuusuunnitteiden loppuerät, kaikki kuorellista runko-puuta hehtaaria kohden.

Kuvassa 2 nähdään hakkuusuunnitteen peruserän ja kehitettävän puuston kasvun keskimääräinen kehitys vuotta ja hehtaaria kohden sekä kuvassa 3 alkupuuston keskimääräinen kehitys, kummatkin sekä keski-ikäryhmittäin että kiertoajoittain eli hakkuujärjestysluokittain. On huomattava, että kuvat esittävät vain näiden metsällisten tekijöiden kehityksen yleispiirteisen suunnan ja että todelliset luvut poikkeavat näistä keskiarvoista, yksittäistapauksissa jopa  $\pm 30\text{--}40\%$ :iin saakka. Hakkuusuunnitteiden peruseriä käytetään tässä sen johdosta, että ne ovat vertailukelpoisia vastaavien kehitettävän puuston kasvulukujen kanssa. Kokonaishakkuusuunnite on suunnitteen kasvun verran, n.  $10\text{--}20\%$ , peruserää suurempi.

Kuvan 2 kohtaan 2 a on merkitty malliksi hakkuusuunnitteiden peruserät ja kuvan 3 kohtaan 3 alkupuuston kuutiomäärät, kolmen pisteen keskiarvoina.

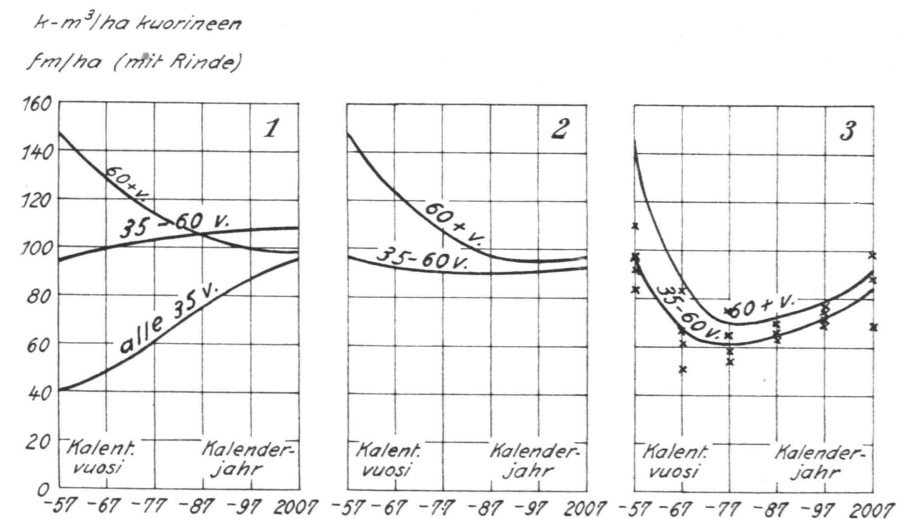


Kuva 2. — Zeichnung 2.



K u v a 2. Hakkuusuunnitteen peruserä (= täysviiva) ja kehitettävän puuston kasvu (= katkoviiva). 1 = 100 vuoden kiertoaika, 2 = 80 vuoden kiertoaika, 3 = hakkuumahto. Numerot käyrillä tarkoittavat metsien nykyistä keski-ikäryhmää, pisteet kohdassa 2 a hakkuusuunnitteiden hajontaa kolmen pisteen keskiarvoina.

Z e i c h n u n g 2. Anfangsvorrat des abgehenden Vorrates (= Vollstrich) und der Zuwachs des entwicklungsbaren Vorrates (= Brechstrich). 1 = Umtriebszeit 100 J., 2 = Umtriebszeit 80 J., 3 = grösstmöglicher Hiebssatz. Die Nummern an den Kurven = gegenwärtiges Durchschnittsalter der Wälder, die Punkte bei 2 a die Streuung der abgehenden Vorräten als Mittelwert von drei Punkten.



K u v a 3. Alkupuuston kehitys. 1 = 100 vuoden kiertoaika, 2 = 80 vuoden kiertoaika, 3 = hakkuumahto. Numerot käyrillä tarkoittavat metsien nykyistä keski-ikä ja ristit kohdassa 3 keski-ikältään 35–60-vuotisten metsien alkupuuston hajontaa kolmen pisteen keskiarvoina.

Z e i c h n u n g 3. Die Entwicklung des Grundholzvorrates. 1 = Umtriebszeit 100 J., 2 = Umtriebszeit 80 J., 3 = grösstmöglicher Hiebssatz. Die Nummern an den Kurven = gegenwärtiges Durchschnittsalter der Wälder und die Kreuze bei 3 die Streuung der Grundholzvorräte der Wälder mit Durchschnittsalter von 35–60 J. als Mittelwert von drei Punkten.

Taulukko 2. Tutkimusmetsien kasvullisten metsämaiden  
Tabelle 2. Gesamtarealen des produktiven Waldbodens, einige

Met- sälo Wald- gut	Kasvull. metsä- maata, ha Das Areal des pro- duktiven Waldbodens, Ha	Metsämai- den keski- hyvyys Mittel- bonität der Waldböden	Keski- ikä, v. Durch- schnitts- alter der Wälder gewogen mit Flächen	Kuu- tio- määrä k-m <sup>3</sup> / ha Fm pro Ha	10 - vuotiskausi -					
					I					
					Kiertoaika, vuotta -					
					100	80	Hm			
Hakkuusuunnite k-m <sup>3</sup> /ha 10 v:ssa Abgehender Vorrat fm pro Ha und 10-Jahren										
					Peruserä Anfangs- vorrat	Loppu- erä End- vorrat	Peruserä Anfangs- vorrat	Loppu- erä End- vorrat	Peruserä Anfangs- vorrat	Loppu- erä End- vorrat
1. Keski-ikä alle 35 vuotta -										
1	40	4.5	16	17	3	5				
2	49	6.1	21	45	17	22				
3	96	7.4	31	57	23	28				
4	46	4.6	32	39	10	12		14	17	
5	513	6.7	34	43	18	21				
6	557	8.4	34	52	26	31				
2. Keski-ikä 35 - 60 vuotta -										
7	542	8.2	39	100	31	37	33	40	55	66
8	47	6.7	45	123	37	46	51	60	75	90
9	55	7.1	46	108	30	36	36	42	55	68
10	242	7.0	48	112	33	39	35	41	58	68
11	1 635	6.5	49	84	21	24	29	32	54	62
12	47	7.4	52	80	23	27	28	32	40	46
13	57	7.7	53	71	23	27	24	29	38	46
14	107	6.7	53	75	23	27	25	29	37	45
15	228	6.1	55	100	36	42	37	44	52	61
16	49	6.1	59	92	29	34	36	40	74	86
17	96	7.4	59	80	32	39	36	42	51	62
3. Keski-ikä 60 + vuotta -										
18	13	7.2	61	173			56	69		
19	528	6.8	66	91	19	22	26	30	42	48
20	265	7.6	66	148			57	66	89	103
21	1 350	6.0	71	86	22	25			42	49
22	40	8.7	73	198			66	77	117	137
23	35	6.0	81	110	32	38			90	100
24	600	7.0	82	150	49	54	49	54	79	89
25	18	6.8	90	160	75	78	80	83	132	152
26	2 000	6.1	97	132	42	46	46	50	63	67
Yht. Insges.	9 255									

Hm = hakkuumahto - Der grösstmögliche Hiebssatz = Hm.

pinta-alat, eräät metsälliset tunnuksat sekä hakkuusuunnitteet.  
Kennzeichen und die abgehenden Vorräte der Forschungswälder.

10 - Jahresperiode															Seuraavat 10- vuotiskaudet Die folgenden 10-Jahres- perioden		
II			III			IV			V			VI					
Umtriebszeit, Jahre																	
100	80	Hm	100	80	Hm	100	80	Hm	100	80	Hm	100	80	Hm	100	80	Hm
Hakkuusuunnitteen loppuerä k-m <sup>3</sup> /ha/10 v:ssa Endvorrat des abgehenden Vorrates fm pro Ha und 10-Jahren																	

Durchschnittsalter weniger als 35 Jahre:

5		12		17		26		24		24								
27		24		53		43				41								
25		32		36		40				42								
13	11	22	13	22	16	18	15	19		23								21
22		23		24		29		31		40								
27		30		30		32		32		45								

Durchschnittsalter 35 - 60 Jahre:

55	56	53	41	43	32	45	46	27	42	39	30				48	50	45
61	62	45	60	43	50	78	55	44	62	40	45				48	48	45
42	46	52	52	46	43	62	56	32	53	50	30	56	46	32	46	47	45
51	55	47	47	48	49	55	54	29	49	47	35	49	52	34	49	49	42
31	36	29	37	37	21	44	38	18	45	41	35	55	50	36	43	45	42
32	24	21	35	41	36	40	43	33	31	38	25				41	42	48
29	32	34	32	32	23	34	36	22	36	32	32	36	36	35	43	45	32
26	28	35	35	35	22	44	41	29	39	43	34				45	46	43
41	44	36	35	35	34	39	33	25	32	31	22				38	39	45
39	36	15	35	33	22	38	37	27	33	36	24	41	40	33	41	43	32
27	26	30	33	35	25	31	34	32	37	38	36	38	42	40	42	43	41

Durchschnittsalter 60 + Jahre:

	74			56			61			50							46
39	30	53	30	32	21	33	31	22	35	35	23				41	42	40
	62	38		41	28		40	29		36	35					43	43
28		20	32		27	40		30	39		31	42		34	42		41
	90	66		77	37		66	42		52	28					53	52
40		13	36		11	33		36	36		37				38		38
42	46	36	50	54	38	57	56	36	38	37	34	43	44	37	41	42	41
57	57	20	30	31	17	29	31	22	28	27	21	35	34	31	46	46	46
43	43	39	43	45	31	29	31	25	35	30	20				40	41	40

## 52. Hakkuusuunnitteen peruserän ja kehitettävän puuston kasvun keskimääräinen kehitys

Taulukon 2 lukujen perusteella laskettuina ovat ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserän sadannesluvut alkupuuston kuutiomääristä keski-ikäryhmittäin ja hakkuujärjestysmuodoittain kokonaisluvuiksi pyöristettyinä seuraavat:

Taulukko 3. Ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserä % alkupuustosta.

Tabelle 3. Der Anfangswert des abgehenden Vorrates % des Grundholzvorrates in der ersten 10-Jahresperiode.

Metsien keski-ikä, v. — Durchschnittsalter, J.										
alle 35 — unter 35			35—60				60 +			
Metsälön n:o Waldgut	Kiertoaika, v. Umtriebszeit, J.		Metsälön n:o Waldgut	Kiertoaika, v. Umtriebszeit, J.			Metsälön n:o Waldgut	Kiertoaika, v. Umtriebszeit, J.		
	100	Hm <sup>1</sup>		100	80	Hm		100	80	Hm
Hakkuusuunnite % alkupuustosta — Der abgehende Vorrat % des Grundholzvorrates										
1	18		7	31	33	55	18		32	—
2	38		8	30	42	61	19	21	29	46
3	40		9	28	33	51	20		39	60
4	26	36	10	30	31	52	21	26		49
5	42		11	25	35	64	22		33	59
6	50		12	29	35	50	23	29		82
			13	32	34	54	24	33	33	53
			14	31	33	49	25	47	50	83
			15	36	37	52	26	32	35	48
			16	32	39	80				
			17	40	45	64				
Keski-määrin Im Mittel	35			31	36	57		31	36	60

<sup>1</sup> Hm = hakkuumahto — Der grösstmögliche Hiebssatz = Hm.

Taulukon luvuista havaitaan, että ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserät nousevat samassa keski-ikäryhmässä kun siirrytään pitkästä kiertoajasta lyhyeen. Sen sijaan pysyvät ne kaikissa ikäryhmissä lähimain samoina, jos noudatetaan samaa kiertoaikaa ja hakkuujärjestystä. Ainoastaan hakkuumahdon suunnite nousee keski-ikänsä kasvaessa. Edellinen ilmiö johtuu siitä, että normaaliin ikäluokkajakaantumiseen pyrittäessä on vanhojakin ikäluokkia säastettävä, kunnes kehittyvät nuoret ikäluokat tasoittavat ikäsuhteita. Hakkuumahdossa on sen sijaan pidettävä silmällä vain sitä, että hakkuuksissa noudatetaan yksityismetsäläkiä ja metsänhoidon sanelemia periaatteita. Näistä syistä voi hakkuusuunnitteen sadannesluku vaihdella samassa metsälössä hakkuujär-

jestyksestä riippuen n. 30 %:sta 100 vuoden kiertoajassa aina n. 80 %:iin hakkuumahdossa (metsälöt 16 ja 23). Jos metsään sisältyy taas runsaasti hoitamattomia keski-ikäisiä metsiä ja valmistushakkuuksilla käsittelemättömiä vanhoja metsiä, vaativat yksityismetsäläki tai metsänhoidolliset periaatteet käsittelemään näitä kasvatushakkuuksilla, jolloin hakkuumahdon ja edistyvän metsätalouden periaatteen mukaiset hakkuusuunnitteen erot jäävät pieniksi. Esimerkkeinä mainittakoon metsälöt 15 ja 26, joissa hakkuumahdon suunnitteen osuudet ovat 52 ja 48 % sekä 100 vuoden kiertoaikaan perustuvien hakkuusuunnitteen osuudet vastaavasti 36 ja 32 %. Nuorissa metsissä voi hakkuumahdon ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnite olla vain vähän suurempi kuin edistyvään talouteen perustuva suunnite, koska näissä on taloudellisesti käyttökelpoista ja metsänhoidollisesti poistettavaa puuta vähän (esim. metsälö 4).

Hakkuusuunnitteen kuutiomäärän kehitys ensi 10-vuotiskaudesta seuraaviin on kuvan 2 mukaan nuorissa metsissä nouseva, niin että se on n. neljän vuosikymmenen kuluttua kaksinkertainen. Keski-ikäisissä pysyy se melko tasaisena, keskimäärin n. 3–4 k-m<sup>3</sup>:n välillä vuotta ja hehtaaria kohden, kun kysymyksessä on edistyvään metsätalouteen perustuva hakkuujärjestys. Vanhoissa metsissä sekä hakkuumahdossa hakkuusuunnite taas laskee, 100 vuoden kiertoaikaa soveltamalla suhteellisen vähän, 80 vuoden kiertoaikaa käyttämällä n. kuudenneksen nykyisestäään 10 vuodessa, mutta vanhojen metsien hakkuumahdossa n. puoleen nykyisestäään sekä keski-ikäisissä n. 60 %:iin nykyisestäään toisen 10-vuotiskauden alkuun mennessä.

Tässä yhteydessä on huomattava, että hakkuumahtoa seuraavina vuosikymmeninä on näiden metsien hakkuusuunnite kuitenkin suhteellisen korkea alhaisesta alkupuustosta huolimatta. Tähän on osaltaan syynä se, että ensi 10-vuotiskautena on hakkuumuodossa syntynyt laajoja uudistusaloja, joiden loppuhakkaus on suoritettava seuraavana 10-vuotiskautena sekä se, että ensi 10-vuotiskauden kasvatushakkuukset ovat voimakkaita, niin että kehitettävän puuston alle syntyy taimistoa, mitkä alueet puolestaan on uudistettava seuraavina 10-vuotiskausina. Yhtenä tekijänä on todennäköisesti myös näiden metsien korkea kasvusadannes (vrt. edellä s. 26).

Kuvan 2 mukaan on hakkuusuunnitteen peruserä metsälöissä, joiden keski-ikä on 60 vuotta ja sitä pienempi ja kiertoaika 100 vuotta, pienempi kuin kehitettävän puuston kasvu. Tämä suhde jatkuu ainakin 5–6 vuosikymmentä eteenpäin. Jos kiertoaika on 80 vuotta, on suhde alussa päinvastainen (2 a).

Vanhoissa eli keski-ikänsä 60 + -vuotisissa metsissä joudutaan suorittamaan runsaita uudistushakkuuksia. Tästä johtuu, että näiden hakkuusuunnite on aluksi korkeampi kuin kehitettävän puuston kasvu vastaavana aikana. Varsin merkitsevä on tämä ero 80 vuoden kiertoajassa.

Hakkuumahdossa on ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnite huomattavasti suurempi kuin kasvu. Jo toisesta 10-vuotiskaudesta lähtien, jolloin pyritään

edistyvään metsätalouteen, nousee kasvu hakkuusuunnitteen peruserää suuremaksi ja pysyy sellaisena ainakin kuudennen vuosikymmenen alkuun saakka.

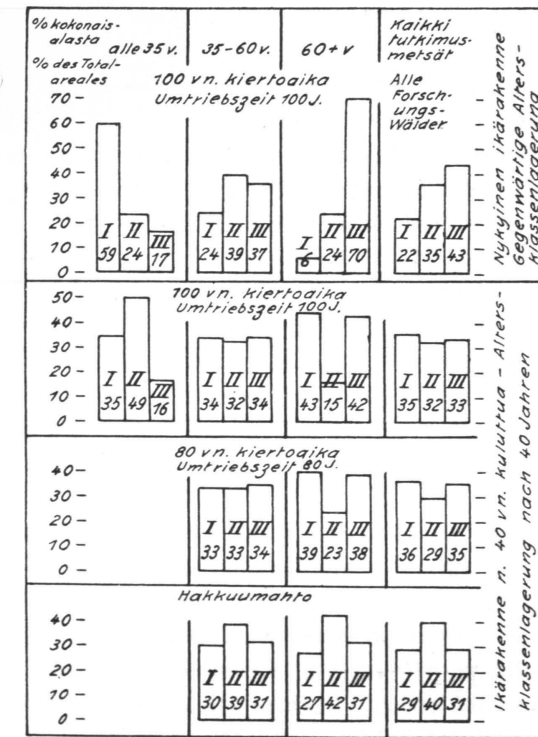
Edellä esitetty kuvaa sitä hakkuusuunnitteen ja kasvun keskinäistä suhdetta, mikä ilmenee erilaisena eri tavalla käsitellyissä ja eri ikäluokkien metsissä ja jota erikoisesti LIHTONEN on teoksissaan ja kirjoituksissaan (1943, 1946, 1952) kuvaillut ja käsitellyt. Metsän tuottoarvo perustuu lähinnä nykyisten hakkuutulojen ja laskenta-aikaa myöhempien hakkuutulojen diskontattujen arvojen summaan, jolloin nykyisillä hakkuutuloilla on tässä summassa sitä suurempi paino, kun suurempia ne ovat. Kuvan 2 hakkuusuunnitekäyrät antavat viitteitä siitä, mitä hakkuujärjestys voi vaikuttaa metsän tuottoarvoon: se on sitä korkeampi kun voimakkaampina ensi 10-vuotiskauden hakkaukset suoritetaan.

### 53. Alkupuuston keskimääräinen kehitys

Kuvan 3 mukaan nousee alkupuusto viiden vuosikymmenen aikana metsä-  
löissä, joiden keski-ikä on 60 vuotta ja sitä pienempi ja joissa sovelletaan 100  
vuoden kiertoaikaa. Tämä onkin luonnollista, koska näiden metsien alkupuusto  
on suhteellisen pieni ja uudistushakkausala vanhojen ikäluokkien niukkuuden  
sekä pitkän kiertoajan takia normaalia alhaisempi. Sen sijaan pysyy 35—60-vuo-  
tisten metsien alkupuusto 80 vuoden kiertoaikaa sovellettaessa viiden vuosikym-  
menen ajan lähimain saman suuruisena. Tämän eron on katsottava johtuvan  
siitä, että laskettu uudistusala on näissä keskimäärin n. 20 % edellistä suurempi  
ja että uudistaminen aloitetaan näissä siis aikaisemmin kuin 100 vuoden kierto-  
aikaa sovellettaessa.

Vanhoissa eli keskimäärin 60 + vuoden ikäisissä metsissä alenee alkupuusto  
suhteellisen voimakkaasti 3—4 ensimmäisen vuosikymmenen aikana. Normaaliin  
ikäluokkajakaantumiseen pyrittäessä on näihin hankittava nuoria ikäluokkia  
vanhoja metsiä uudistamalla, mikä alentaa alkupuuston kuutiomäärän lähelle  
35—60-vuotisten metsien alkupuuston kuutiomäärän tasoa. Hakkuumahdossa on  
alkupuuston kuutiomäärän aleneminen luonnostaan varsin voimakasta. Korkean  
kasvusadanneksen ja seuraavina 10-vuotiskausina sovellettavan edistyvän met-  
sätalouden periaatteen ansiosta päästään tutkimusmetsissä hakkuumahdossakin  
jo kuudennen vuosikymmenen alkuun mennessä lähelle samaa alkupuustoa kuin  
100 ja 80 vuoden kiertoaikojen edellyttämillä hakkuujärjestyksillä.

Tutkimusmetsien alkupuuston kehityksen tarkastelu johtaa samantapaisiin  
päätelmiin, joihin mm. ILVESSALO (1956b, s. 180) on tullut todetessaan, että  
Suomen eteläpuoliskon metsien puumäärän kartuttaminen on niukkaa ja että  
tämä johtuu vanhojen metsien runsaasta uudistamisesta sekä vähäkuutioisten  
taimikoiden syntymisestä.



K u v a 4. Tutkimusmetsien ikärakennekaavat metsien nykyisen keski-ikä ja hakkuujärjes-  
tyksen mukaan ryhmitettyinä. I = nuoret, II = keski-ikäiset ja III = vanhat metsät.

Z e i c h n u n g 4. Altersklassenlagerung der Forschungswälder gruppiert nach dem gegenwärtigen  
durchschnittlichen Alter und der Hiebsfolge. I = junge Wälder, II = Wälder in mittleren Alter,  
III = alte Wälder. Hakkuumahto = grösstmöglicher Hiebssatz.

### 54. Ikäluokkarakenteen kehitys

LIHTOSEN (1952, s. 18) esittämin ikärakennekaavoin lausuttuina on nuoria  
(= I), keski-ikäisiä (= II) ja vanhoja (= III) metsiä tutkimusmetsissä niiden  
nykyisen keski-ikä mukaan ryhmitettyinä kuvan 4 ylimmän sarjan osoittamat,  
100 hehtaarin metsälökoon soveltamisen takia punnitsemattomat keskimääräiset  
sadannesluvut. Kukin ikäluokka käsittää kolmanneksen kiertoajan osoittamasta  
vuosimäärästä, esim. 100 vuoden kiertoajassa ikäluokka I käsittää ikävuodet  
1—33, ikäluokka II vuodet 34—66 ja luokka III vuodet 67 +.

Hakkauslaskelmien mukaan saavutetaan tutkimusmetsissä 40 vuodessa hak-  
kuujärjestysluokittain keskimäärin kuvan 4 kolmen alemman sarjan sadannes-  
luvut. Laskelmat on ollut pakko keskittää neljän vuosikymmenen päähän eli  
viidennen vuosikymmenen alkuun, koska hakkauslaskelmien edellinen 20-vuotis-

kausi tällöin päättyy ja ikäluokkaryhmituksen siirto suoritetaan parittoman 10-luvun alussa.

Kuvan 4 mukaan saavutetaan tutkimusmetsissä jo neljässä vuosikymmenessä tyydyttävä normaali ikäluokkaryhmitys. Parhaat ikäsuhteet saadaan nykyiseltä keski-ikältään 35—60-vuotuisissa metsissä sekä 80-vuoden kiertoaikaa soveltamalla. Hakkuumahtokin johtaa tyydyttävään ikäluokkaryhmitykseen. On huomattava, että yksityisissä tutkimusmetsissä ovat erot suuremmat, mutta että niissäkin on jo kuudennen ja seitsemännen vuosikymmenen alkuun mennessä saavutettu ikärakenne varsin lähellä normaalia.

Edellisiä päätelmiä vahvistaa osaltaan tutkimusmetsien keski-ikänsä keskimääräinen kehitys, joka on laskettu osaksi viidennen ja osaksi seitsemännen vuosikymmenen alkuun saakka. Varsinkin viime mainittuna ajankohtana lähentelevät metsien keski-ikänsä normaalin ikäluokkajakaantumisen lukuja, 100 vuoden kiertoajassa n. 50 vuotta ja 80 vuoden kiertoajassa samoin kuin hakkuumahdossa n. 40 vuotta.

Edellisen perusteella on hakkauslaskelmien laatiminen 5—6 vuosikymmenelle katsottava tutkimuksen tarkoituksiin täysin riittäväksi.

Keski-ikänsä kehitystä kuvaavissa lukusarjoissa on havaittu huomattavaa samankaltaisuutta alkupuuston kehitystä kuvaavien lukujen kanssa: toisen laskeessa laskee toinenkin ja päinvastoin. Keski-ikänsä kehityksen suunta ei näytä kuitenkaan reagoivan yhtä herkästi hakkuujärjestykseen nähden kuin alkupuuston vastaava suunta. Niinpä hakkuumahdossa vanhojen metsien keski-ikä laskee 20 vuodessa nykyisestäään 30 vuodelle eli 40 %:lla, mutta alkupuuston kuutiomäärä laskee samana aikana runsaan 50 %. Myöhemmin havaitaan päinvastainenkin ilmiö; vaikka keski-ikä laskee, nousee alkupuusto. Tätä on pidettävä yhtenä todistuksena siitä, että hakkauslaskelmissa on noudatettu edistyvän metsätalouden periaatetta. Vertaamalla kuvia 2 ja 3 keskenään havaitaan, että hakkuusuunnitteen ja alkupuuston kuutiomäärien kehitys osoittavat myös suurta samankaltaisuutta.

### 55. Huonokasvuisten metsämaan puusto ja hakkuusuunnite

Hakkuukertymät arvioitiin ja hakkauslaskelmat laadittiin ainoastaan kasvullisille metsämaille. Metsälöihimme sisältyy huomattavan paljon myös huonokasvuista metsämaata, josta kertyy hakattavaa puustoa ja hakkuutuloja. Valtakunnan metsien arvioimistulosten mukaan on Suomen metsäalasta huonokasvuista metsämaata 20.7 % ja kasvullista 79.3 % (ILVESSALO 1956 b, s. 41). Tutkimusmetsissä on huonokasvuisten maiden vastaava osuus keskimäärin n. 18 % ja alkupuuston kuutiomäärä keskimäärin n. 30 k-m<sup>3</sup>/ha.

Huonokasvuisten metsämaiden hakkuusuunnitteet määritetään mm. valtion metsien taloussuunnitelmissa kuvioittaisessa arvioinnissa ehdotetun hakkaus-

määrän pohjalla (OHJEITA VALTION METSIEN — — — 1949, s. 94). Eräissä tapauksissa on nojaututtu huonokasvuisten maiden metsien kuutiokasvuun.

Alkupuuston kuutiomäärä on aineistossa edellisen mukaan lähes 1/3 kasvullisten metsämaiden hehtaarikuutiomäärästä (vrt. taulukko 2). Näiden metsien keskimääräinen kuutiokasvu on mm. valtakunnan metsien arvioimistulosten mukaan kuitenkin vain runsas 1/4 kasvullisten metsämaiden vastaavasta kasvusta (ILVESSALO 1956b, s. 117). Kun lisäksi huonokasvuisten metsämaiden puuston rakenne on mm. tämän tutkimuksen aineiston perusteella huonompi kuin kasvullisten metsämaiden puuston vastaava rakenne, oletetaan tuonnempana esitettävissä arvolaskelmissa neljän huonokasvuisten metsämaan hehtaarin vastaavan yhtä kasvullisen metsämaan hehtaaria. Käytännöllisissä laskelmissa on kuitenkin syytä ottaa huomioon kasvullisten metsämaiden keskihyvyys. Jos keskihyvyys poikkeaa huomattavasti MT-VT:n keskitasosta alaspäin, on suhdelukua pienennettävä ja päinvastoin. Jos keskihyvyys on CT:n tasoa, voidaan 2—2.5 hehtaaria huonokasvuista metsämaata katsoa vastaavan yhtä kasvullisen metsämaan hehtaaria, jos keskihyvyys on OMT:n tasoa, tarvitaan n. 6 huonokasvuisten metsämaan hehtaaria.

Otettakoon tässä esimerkiksi tutkimusmetsälö n:o 9, jossa on huonokasvuista metsämaata 10.20 hehtaaria ja sen alkupuusto 334 k-m<sup>3</sup> eli n. 33 k-m<sup>3</sup> hehtaarilla. Kasvullista metsämaata on metsälössä 55 hehtaaria, keskihyvyys keskitasoa eli 7.1. Huonokasvuisten metsämaan ala on kasvullisen metsämaan alasta 18.6 %. Kun tämä luku jaetaan 4:llä, saadaan luku 4.7. Lisäämällä laskeutu sadanneen kasvullisen metsämaan alkupuuston hehtaarilla olevaan määrään, 108 k-m<sup>3</sup>, saadaan n. 113 k-m<sup>3</sup>. Kun vastaava lisäys tehdään myös hakkuusuunnitteeseen, pysyvät taulukossa 3 esitetyt ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserän sadannesluvut samoina kuin pelkästään kasvullisten metsämaiden vastaavien hakkuusuunnitteiden nykyarvojen sadannesluvut. Huonokasvuisten metsämaiden hakkuusuunnitteiden absoluuttiset määrät on otettava huomioon lisäämällä metsälöiden kasvullisten metsämaiden nykyisiin ja tuleviin hakkuusuunnitteisiin esitetyn periaatteen mukaan arvioidut huonokasvuisten metsämaan hakkausmäärät.

## 6. Puuston rakenne

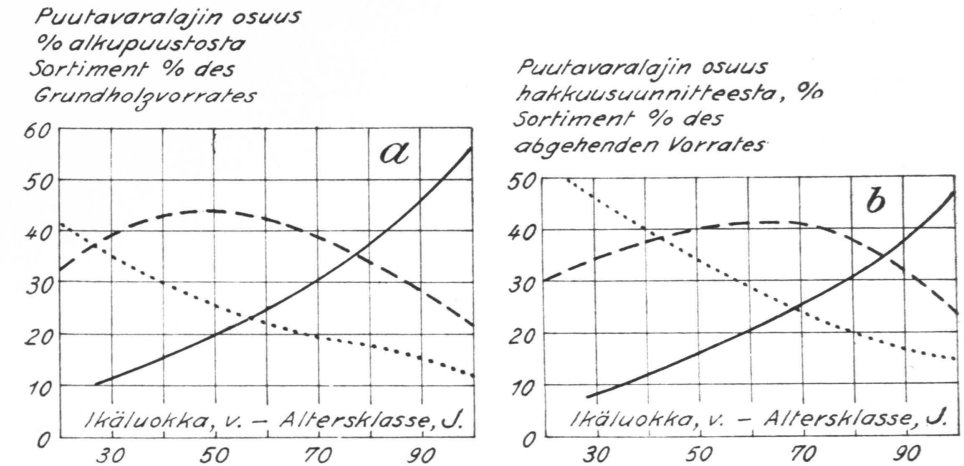
Hakkuusuunnitteen kiintokuutiometreissä ilmaistu määrä, *m a s s a*, ei vielä sellaisenaan kelpaa metsän arvonlaskennan pohjaksi, vaan on tunnettava myös suunnitteen *r a k e n n e*, ts. kuinka paljon siihen sisältyy eriarvoista puutavaraa, sahapuuta, paperi- ja kaivospuuta eli ainespinotavaraa, polttopuuta ja hakkuutähteitä.

Sekä alkupuuston että hakkuusuunnitteen peruserän rakenteen eli ns. puustokuutiometrin rakenteen arviointiin on liittynyt myös tukkipuurunkojen kuutiotaloissa ilmaistun teknillisen keskikuution arvioiminen. Eri puutavaralajit oletetaan otettaviksi talteen niihin minimimittoihin saakka, jotka mm. ILVESALO (1956 a, ss. 198—201) on esittänyt, kuusitukkipuut kuitenkin samoihin minimimittoihin saakka kuin mäntytukkipuutkin (vrt. myös VUOKILA 1956, ss. 86—87). Vikaisuustekijä on arvioitu viemällä vikainen puuston osa siihen puutavaralajiin, mihin se todellisuudessa kelpaa.

Eri puutavaralajien laskentaperiaatteet puustokuutiometrin rakenteen pohjalta ilmenevät mm. LIHTOSEN (1942) ja KALLION (1950 ym.) kirjoituksista (vrt. myös ARO ja PÖNTYNYN 1929; ARO 1935; ILVESSALO 1956 b, ss. 185—188) sekä Valtiovarainministeriön sotavahinkojen arvioimisohjeista (OHJEITA . . . 1942). Puuston rakenne voidaan laskea suoraan aineiston perusteella ainoastaan ensi 10-vuotiskauden alkupuuston ja hakkuusuunnitteen peruserän osalta. Jotta myös myöhempien ajankohtien hakkuusuunnitteiden rakenne voitaisiin määrittää, on tätä varten johdettu aineiston perusteella puustokuutiometrin tasoitettujen sadannesluvut seuraavaan tapaan:

Tutkimusmetsälöiden kunkin ikäluokan alkupuusto on ryhmitetty hehtaari-kuutiomäärän perusteella 8 luokkaan. Jokaisen luokan kohdalla on näiden nykyiset puutavaralajisadannekset — alkupuuston ja kasvatushakkausten hakkuusuunnite erikseen — tasoitettu akselistossa, jossa pystyakseli edustaa ao. sadannesta ja vaakakseli ikäluokkaa (esimerkkinä kuva 5). Tarvittavat puutuvut väliarvot on laskettu interpoloimalla. Tulokset ilmenevät taulukoista 4 a ja b.

Taulukoiden lukuja on käytetty hakkuusuunnitteeseen sisältyvien puutavaralajimäärien laskemisessa. Jotta tulokset olisivat keskenään vertailukelpoisia, on tasoitettuja sadanneslukuja käytetty myös ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen puutavaralajimäärien laskemisessa. Hakkuusuunnitteen sadanneslukuja on käytetty ainoastaan kasvatushakkauksien hakkuusuunnitteen rakenteen las-



K u v a 5. Puustokuutiometrin rakenne. Kuutiomääräluokka 81—100 k-m<sup>3</sup>/ha. Täysviiva = tukkip., katkoviiva = ainespinotavara, pisteviiva = polttop.

Z e i c h n u n g 5. Die Struktur des Holzvorratskubikmeters. Kubikmeterklasse 81—100 fm/ha. Vollstrich = Sägeholz, Brechstrich = Schichholz, Punktstrich = Brennholz.

a = alkupuusto — Grundholzvorrat

b = kasvatushakkuusuunnite — der abgehende Vorrat im Erziehungshiebe

kemisessä, koska tämän tukkipuuosuus on alaharvennusperiaatteen soveltamisen johdosta — vrt. edellä s. 25 — yleensä pienempi kuin vastaavan ikäluokan kokonaispuuston tukkipuuosuus, ja pinotavaraosuus — erikoisesti polttopuu — vastaavasti suurempi. Uudistettavien ikäluokkien hakkuusuunnitteen rakenne edellytetään lähimain samaksi kuin samojen ikäluokkien alkupuuston vastaava rakenne (vrt. mm. LIHTONEN 1943, ss. 46—47). Parillisten 10-vuotiskausien uudistettavien ikäluokkien alkupuusto hehtaaria kohden on suhteellisen alhainen. Jos näiden tukkipuuosuus määritetään taulukon 4 a lukujen perusteella, saadaan liian pieni luku, pienempi kuin parittomina 10-vuotiskausina. Tukkipuuosuus ei voi kuitenkaan pienentyä ja pinotavaraosuus suurentua parittomasta 10-vuotiskaudesta parilliseen siirryttäessä kun kysymyksessä on sama metsä ja kun parittomasta 10-vuotiskaudesta toiseen siirtyneen kehitettävän puuston rakenne on jo mainitun vuosijakson alussa sama kuin hakkuusuunnitteen rakenne vastaavana ajankohtana. Kun kehitettävä puusto lisäksi kasvaa parittoman 10-vuotiskauden alusta parillisena 10-vuotiskautena tapahtuvaan pätehakkaukseen saakka, täytyy siihen sisältyä enemmän tukkipuuta ja vähemmän pinotavaraa kuin parittoman 10-vuotiskauden uudistushakkuusuunnitteeseen. Tämä seikka on otettu laskelmissa huomioon nostamalla parillisen 10-vuotiskauden uudistushakkuusuunnitteen tukkipuusadannes parittoman eli jakson ensi 10-vuotiskauden vastaavaa sadannesta hieman korkeammaksi ja alentamalla pinotavaraosuus vastaavasti pienemmäksi.

Taulukko 4a. Puustokuutiometrin rakenne ikä- ja kuutiomääräluokittain.  
Alkupuusto.

Tabelle 4a. Die Struktur des Holzvorratskubikmeters in Altersklassen und Kubikmeterklassen ausgedrückt. Grundholzvorrat.

Ikäluokan puusto k-m <sup>3</sup> /ha Holzvorrat der Altersklassen, fm/ha	Ikäluokka, V. — Altersklasse, J.																											
	30			40			50			60			70			80			90									
	<sup>1</sup> I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
	Puustokuutiometrin rakenne % Die Struktur des Holzvorratskubikmeters %																											
alle unter 40	—	25	30	45																								
41—60	5	30	40	25	10	35	35	20	10	40	35	15	15	35	35	15	20	35	35	10	30	30	30	10	40	20	25	15
61—80	15	40	35	10	10	45	30	15	15	45	30	10	20	40	30	10	25	35	30	10	35	30	25	10	45	25	20	10
81—100	15	40	35	10	15	40	30	15	20	45	25	10	25	40	25	10	30	40	20	10	40	35	20	5	50	30	15	5
101—130	25	40	25	10	25	40	25	10	30	40	20	10	35	40	20	5	35	40	20	5	45	35	15	5	50	35	10	5
131—160					30	40	20	10	35	40	15	10	45	35	15	5	45	35	15	5	50	35	10	5	55	30	10	5
161—200					35	35	20	10	40	40	15	5	45	35	15	5	50	35	10	5	55	30	10	5	60	25	10	5
201+					40	35	15	10	45	40	10	5	50	35	10	5	55	30	10	5	60	25	10	5	60	25	10	5

<sup>1</sup> I = tukkip. — Sägeholz. II = ainespinot. — Schichholz. III = polttop. — Brennholz. IV = tähdeosuus. — Abfallholz.

Hakuumahdon hakkuusuunnitteen rakennesadanneksina on käytetty alkupuuston vastaavia sadanneksia. Tämä on perusteltavissa sillä, että hakkuusuunnitteen osuus alkupuustosta on hakuumahdon voimakkaissa kasvatushakkauksissakin suuri.

Tässä tutkimuksessa käytetyn tasoitettujen puustokuutiometrin rakenne vastannee metsän yleisen kehityksen mukaista puuston rakennetta. LIHTONEN (1942, ss. 19—22) osoittaa selvän riippuvaisuussuhteen vallitsevan metsikön kehitystasteen ja puustokuutiometrin rakenteen välillä. Sen mukaan tukkipuun sadannesosuus voidaan ottaa kehitystasteen tunnuksiksi, runkolukusarjan ja iän asemasta. Arvopuusuus on aluksi pieni, mutta kohoaa säännöllisesti iän mukana. Pyöreän pinotavaran eli ainespinotavaran määrä on runsaimmillaan nuorehkoissa metsissä ja säilyy suurena verraten pitkään, kun taas tukkipuusuuden lisääntyminen vähentää etupäässä polttopuu- ja tähdeosuutta, myöhemmissä kehitystasteissa myös ainespinotavaraa. Sama ilmiö havaitaan myös taulukoiden 4 a ja b luvuissa sekä kuvassa 5. Polttopuusuus on näissä suhteellisen korkea. Tämä ilmiö johtuu siitä, että luvuissa ovat mukana myös lehtimetsät (vrt. LIHTONEN 1942, s. 22). Toiseksi kuvaavat rakennesadannekset todellisia hakkuukertymiä, ts. vikaiset rungot tai rungon osat on arvioitu siksi puutavaralajiksi, mitä niistä todella saadaan.

Kun tässä tutkimuksessa ei ole voitu katsoa tukkipuusuutta tunnetuksi, on puustokuutiometrin rakenteen argumenteiksi täytynyt valita sellaiset suu-

Taulukko 4b. Puustokuutiometrin rakenne ikä- ja kuutiomääräluokittain.  
Kasvatushakkuusuunnite.

Tabelle 4b. Die Struktur des Holzvorratskubikmeters in Altersklassen und Kubikmeterklassen ausgedrückt. Der abgehende Vorrat im Erziehungshiebe.

Ikäluokan puusto k-m <sup>3</sup> /ha Holzvorrat der Altersklassen, fm/ha	Ikäluokka, v — Altersklasse, J.																											
	30			40			50			60			70			80			90									
	<sup>1</sup> I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
	Hakkuusuunnitteen puustokuutiometrin rakenne, % Die Struktur des Holzvorratskubikmeters des abgehenden Vorrates, %																											
alle unter 40	—	10	50	40																								
41—60	—	20	50	30	—	30	45	25	5	35	40	20	10	30	40	20	15	30	40	15	30	25	30	15	40	20	25	15
61—80	5	30	45	20	10	35	40	15	10	45	30	15	15	40	30	15	20	35	30	10	30	30	30	10	40	30	20	10
81—100	10	35	45	10	15	35	40	10	15	40	35	10	20	40	30	10	25	40	25	10	30	40	20	10	40	30	20	10
101—130	15	35	40	10	20	35	35	10	20	35	35	10	25	35	30	10	30	40	20	10	40	35	15	10	45	35	15	5
131—160					20	35	35	10	20	35	35	10	30	35	25	10	35	40	20	5	40	35	20	5	45	35	15	5
161—200									25	40	25	10	35	35	20	10	45	35	15	5	50	30	15	5	50	30	15	5
201+									30	45	20	5	40	40	15	5	50	30	15	5	50	30	15	5	55	25	15	5

<sup>1</sup> I = tukkip. — Sägeholz. II = ainespinot. — Schichholz. III = polttop. — Brennholz. IV = tähdeosuus. — Abfallholz.

reet, jotka ovat tunnettuja, ts. saadaan hakkauslaskelmista. Tällaisia ovat mm. ikäluokka ja alkupuuston kuutiomäärä hehtaarilla. Sitomalla taulukoiden 4 a ja b luvut toisaalta ikäluokkajakaantumiseen ja toisaalta alkupuuston hehtaari-puumääriin on pyritty eliminoimaan metsätyyppien eli keskihyvyyden vaikutus. Huonon metsätyypin metsikössä on mm. kasvu- ja tuottotaulujen sekä koke-muksen mukaan yleensä vähemmän tukkipuuta ja enemmän pinotavaraa sekä hakkuutähdettä kuin hyvän metsätyypin samanikäisessä metsikössä. Mutta jos huonon metsätyypin metsikössä on sama kuutiomäärä kuin hyvän metsätyypin metsikössä, voidaan olettaa, että niiden tukkipuusuuskin on lähimain samaa suuruusluokkaa. Tämän tutkimuksen aineiston kohdalla on tehty vertailuja samanikäisten metsiköiden välillä, joiden keskihyvyys on erilainen mutta alkupuuston kuutiomäärä hehtaaria kohden sama ja tällöin todettu, että huonojen metsätyyppien metsiköissä on tukkipuusuus hieman keskimäärää pienempi ja hyvien metsätyyppien metsiköissä hieman suurempi, mutta erotus ei ole kuitenkaan merkitsevää. Toisaalta hyvillä metsätyypeillä on samoissa ikäluokissa korkeampi kuutiomäärä, mikä puolestaan vastaa suurempaa tukkipuusuutta. Näillä perusteilla on puustokuutiometrin rakenne katsottu voitavan sitoa ikäluokkaan ja alkupuuston keskikuutiomäärään hehtaarilla.

Tunnettu tosiasia on, että yhdestä tukkipuukiintokuutiometristä, kuorellista runkopuuta, saadaan sitä enemmän teknillisin kuutiojalkamittoin ilmaistua tukkipuuta, kuta suurempi on runkojen keskikuutio. Toisaalta on runkojen keski-



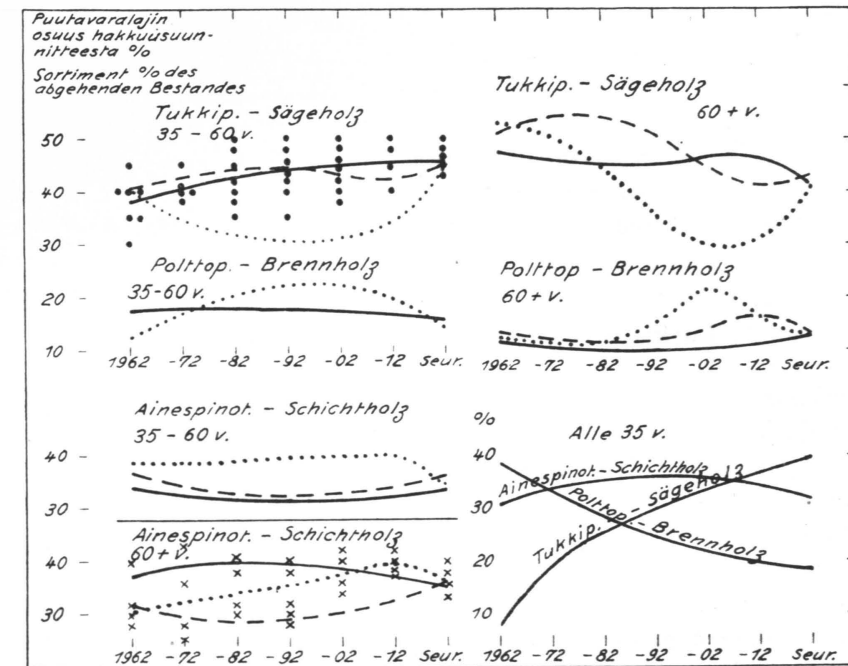
koko yleensä sitä suurempi, kuta suurempi osuus tukkipuulla on metsikön ja metsän rakenteesta. Tukkipuun yksikköhinta taas nousee tai laskee keskikuution noustessa tai laskiessa. Näillä perusteilla ja tässä luvussa mainittujen viiteteoksien taulukkoihin sekä arvioimistuloksista tehtyihin laskelmiin nojautuen on tukkipuusuuden muuntolukuina sekä hakkuusuunnitteiden tukkipuurunkojen keskikuutioina käytetty seuraavia lukuja (katso myös PÖNTYNEN 1956, s. 261):

Tukkipuuta, Sägeholz %	Muuntokulu, jolla tukkipuu- määrä, k-m <sup>3</sup> todellista mittaa kuorineen, on muunnettu kuutiojaloiksi <i>Umrechnungszahl, mit wel- cher die Sägeholzmasse, fm mit Rinde, in Kubikfussmasse um- gerechnet ist</i>	Tukkipuurunkojen keskikuutio, j <sup>3</sup> <i>Mittlere Kubikmasse der Sägeholzstämme, in Kubikfuss ausgedrückt</i>
alle unter 20	20.0	alle unter 5.0
21—30	21.0	5.0—6.5
31—40	22.0	6.6—8.0
41—50	23.0	8.1—9.5
51—60	23.5	9.6—11.0
61—70	24.0	11.1—13.9
70 +	24.5	14.0 +

Ainespinotavaraosuuden kuorellinen kiintokuutiometrimäärä on muunnettu puolipuhutaksi kuorituksi, 1-metrin mittaiseksi pinomitaksi likimääräisellä kertoimella 1.2 sekä polttopuuosuuden kiintokuutiometrimäärä kertoimella 1.6 (vrt. ARO-PÖNTYNEN 1929, s. 49 ja s. 54).

Rajoitetun tilan takia ei tässä voida julkaista hakkuusuunnitteiden rakennelukuja metsälöittäin. Niitä on kuitenkin laskettu tarpeellinen määrä tutkimuksen liiketaloudellista osaa varten. Sen sijaan esitetään kuvassa 6 hakkuusuunnitteiden loppuerien eli 10-vuotiskauden keskikohtaan laskettujen puustokuutiometrin rakennesadannesten keskimääräinen kehitys tutkimusmetsissä ensi 10-vuotiskaudesta lähtien kalenterivuosisjärjestyksessä. Hakkuusuunnitteiden ensi 10-vuotiskauden peruserän tukkipuusadannekset ovat nuorissa metsissä n. 6 % ja vanhoissa metsissä n. 3 % pienemmät kuin loppuarvot ja pinotavaraosuudet, erikoisesti polttopuu, vastaavasti suuremmat. Yhdenmukaisuuden vuoksi on tässä käytetty rakennesadannesten loppuarvoja, koska myöhemmät hakkuusuunnitteet rakenteineen määritetään vain loppuarvoina. Tässä kohdassa onkin tarkoituksena vain puuston rakennesadannesten oikean suuruusluokan kartoittaminen.

Kuvasta havaitaan, että ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen tukkipuuosuus nousee keski-ikäen noustessa ja myös yleensä siirrettäessä hakkuiden ajallista järjestystä nykyhetkeen eli hakkausten voimakkuuden kasvaessa. Pinotavaran, erikoisesti polttopuun, osuus taas pienenee vastaavasti. Nuorissa metsissä on tukkipuun osuus hakkuusuunnitteesta vain n. 10 %, keski-ikäisissä n. 35—40 % ja vanhoissa n. 45—50 %. Ainespinotavaran vastaavat luvut ovat n. 30, 35—40 ja 30—40 sekä polttopuun n. 40, 15—20 ja 10 %. Tukkipuusuuden ylimmät ja



Kuva 6. Hakkuusuunnitteiden loppuerien puustokuutiometrin keskimääräinen rakenne metsien nykyisen keski-ikäen ja hakkuujärjestyksen mukaan ryhmitettynä. Täysviiva = 100 vuoden kiertoaika, katkoviiva = 80 vuoden kiertoaika, pisteiviiva = hakkumahto. Pisteet = tukkipuusuuden hajonta 100 vuoden kiertoaajassa. Ristit = ainespinotavaraosuuden hajonta hakkuumahdossa.

Zeichnung 6. Die mittlere Struktur des Holzvorratskubikmeters des Endvorrates des abgehenden Vorrates gruppiert nach dem gegenwärtigen durchschnittlichen Alter und der Hiebfolge. Vollstrich = Umtriebszeit 100 J., Brechstrich = Umtriebszeit 80 J., Punktstrich = grösstmöglicher Hiebssatz. Punkte = Streuung des Sägeholzanteiles bei Umtriebszeit von 100 J. Kreuze = Streuung des Schichtholzanteiles bei grösstmöglichen Hiebssatz.

polttopuuosuuden alimmat luvut ovat ominaisia hakkuumahdossa ja 80 vuoden kiertoaikaa sovellettaessa ja tukkipuun alimmat sekä polttopuun ylimmät luvut 100 vuoden kiertoaikaa sovellettaessa. Tämä johtuu lähinnä siitä, että lievissä samoin kuin nuoriin metsiin kohdistuvissa nykyhetken hakkauksissa poistetaan etupäässä alimpiin latvuserroksiin kuuluvaa pinotavaraa, kun taas voimakkaissa hakkauksissa hakkuusuunnitteeseen sisältyy lisäksi runsaasti myös ylimpiin latvuserroksiin kuuluvia järeitä puita.

On pantava merkille, että tukkipuusadanneksen kehityksessä ensi 10-vuotiskaudesta seuraaviin havaitaan huomattavaa samankaltaisuutta vastaavien ikä- ja hakkuujärjestysmuotojen hakkuusuunnitteiden kehityksen kanssa (kuva 2): kun hakkuusuunnitteen määrä nousee tai laskee, nousee tai laskee myös tukkipuusadanne. Edellä on todettu, että myös alkupuusto ja osittain keski-ikäkin

nousee tai laskee samalla tavalla kuin hakkuusuunnite. Kun tukkipuusadannes on sekä kuutiomäärän että ikäluokan funktio (vrt. taulukko 4) ja hakkuusuunnitteen kehitys on näiden kanssa samansuuntainen, on tukkipuusadanneksen nousu tai lasku selitettävissä myös tältä pohjalta. Toinen selitys on mainittu jo edellä: lievissä ja nuoriin metsiin kohdistuvissa hakkauksissa poistetaan runsaasti pinotavaraa, hakkauksen voimistuessa ja metsän iän kasvaessa sisältyy hakkuusuunnitteeseen yhä enemmän myös järeitä puita.

### 7. Tutkimuksen perusteella tehdyt päätelmät

Tutkimuksessa on todettu, että vaikka noudatetaan erilaisia hakkuujärjestysmuotoja ja tutkimusaineisto sisältää ikäluokajakautumiseltaan ym. met-sällisiltä tekijöiltään epänormaaleja metsiä, voidaan näissä metsissä saavuttaa hakkauslaskelmissa omaksuttuja periaatteita noudattamalla 5—6 vuosikymmenessä likimain normaali ikäluokajakautuminen ja ainakin Suomen etelä-puoliskon nykymetsien kasvullisten metsämaiden puuston määrää ja raken-etta vastaava alkupuusto, n. 80—110 k-m<sup>3</sup>/hehtaarilla, rakenteineen. Näillä perusteilla voidaan ensimmäisen kiertoajan loppuvuosikymmenien ja seuraavien kiertoaikojen hakkuusuunnitteet rakenteineen arvioida likimain tasaisina jatkuviksi.

Tutkimuksen tarkoituksen kannalta voidaan seuraavia taksatorisia tuloksia pitää tärkeinä:

1) Ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserän sadannesosuus alkupuustosta ei näytä sanottavasti-kaan nousevan metsien keski-iän noustessa kun nou-datetaan edistyvän metsätalouden periaatetta ja samaa kiertoaika. Hakkuusuunnitteen kuutiomäärä on vanhoissa metsissä samaa kiertoaika noudatettaessa silti suurempi kuin keski-ikäisissä, koska edellisten alkupuustokin on suurempi kuin jälkimmäisten. Hakkuumahdossa ovat vanhojen metsien ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen sadannesluvut kuitenkin hieman suuremmat kuin keski-ikäisten metsien.

Sensijaan nousee ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen peruserän sadannesosuus alkupuustosta ja siis myös kuutiomäärä samassakin keski-ikäryh-mässä kun siirrytään pitkästä kiertoajasta lyhyeen tai hakkuumahtoon ja päinvastoin.

Hakkuusuunnitesadannes vaihtelee aineistossa 100 vuoden kiertoajassa 18—50 %:iin, keskiarvo 31 %, 80 vuoden kiertoajassa 29—50 %:iin, keskiarvo 36 %, ja hakkuumahdossa 36—83 %:iin, keskiarvon ollessa keski-ikäisissä metsissä 57 % ja vanhoissa 60 %. Hakkuusuunnitteen mää-

rät samoissa keski-ikäryhmissä vaihtelevat hakkuujärjestyksen muuttuessa edellä mainittujen sadanneslukujen osoittamissa suhteissa. Varsin merkitsevä on ero siis hakkuumahdon ja 100 vuoden kiertoajan välillä: edellisessä nousee ko. hakkuusuunnitesadannes eräässä tutkimusmetsässä jopa 82 %:iin saakka, kun se samassa metsälössä 100 vuoden kiertoaika sovellettaessa on vain 29 %. Pienin ero hakkuumahtoon ja edistyvään metsätalouteen perustuvien hakkuusuunnitteiden välillä on nuorissa metsissä. Metsien metsänhoidollinen tila ja yksityismetsälainsäädäntö voivat rajoittaa hakkuumahtoa niin, että sen ja edistyvän metsätalouden periaatteen mukaisten hakkuusuunnitteiden erot jäävät myös keski-ikäisissä ja vanhoissa metsissä pieniksi, parissa tutkimusmetsässä esimerkiksi 16 %:iin alkupuustosta.

2) Ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen tukkipuusus nousee ja pinotavaraosuus, erikoisesti polttopuu, laskee yleensä sekä keski-iän noustessa että edistyvän metsätalouden periaatteesta ja pitkästä kiertoajasta hakkuumahtoon siirryttäessä. Ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteeseen sisältyy nuorissa metsissä tukkipuuta vain n. 10 %, ainespinotavaraa n. 30 % ja polttopuuta n. 35—40 %. Keski-ikäisissä metsissä on tukkipuun ja ainespinotavaran vastaava osuus kaikissa hakkuujärjestysmuodoissa n. 35—40 %:n sekä polttopuun n. 15—20 %:n suuruusluokkaa. Tukkipuun ja ainespinotavaran alimmat ja polttopuun ylimmät luvut ovat ominaisia 100 vuoden kiertoaika sovellettaessa, tukkipuun ja ainespinotavaran ylimmät ja polttopuun alimmat luvut taas hakkuumahtoa sovellettaessa. Vanhoissa metsissä on tukkipuun osuus 100 vuoden kiertoajassa 45 %:n suuruusluokkaa sekä 80 vuoden kiertoajassa ja hakkuumahdossa n. 50 %:n suuruusluokkaa. Ainespinotavaran kohdalla on suhde päinvastainen: 100 vuoden kiertoajassa n. 35 % ja 80 vuoden kiertoajassa sekä hakkuumahdossa n. 30 %. Polttopuuosuus on näissä kaikissa likimain sama.

Pitkä kiertoaika tuottaa runsaasti järeitä puita. Tutkimusmetsissä tapahtuu tämä usean vuosikymmenen kuluttua ja nostaa tukkipuun osuutta hakkuusuunnitteesta siis vasta lähivuosisikymmenien jälkeen, kuten kuvan 6 tukkipuusadanneskäyrät nimenomaan 100 vuoden kiertoajan kohdalla osoittavat.

3) Ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitemäärän peruserä ja sen rakenne muodostavat metsän raha-arvoon vaikuttavan etuosan ja seuraavien 10-vuotiskausien vastaavat luvut jälkiosan. Näitä lukuja ei tässä kuitenkaan diskontata eikä näillä tarkoiteta absoluuttisia lukuja vaan sitä, onko hakkuusuunnitteen ja sen rakenteen arvokkaimman osan, lähinnä tukkipuun, kehityksen suunta ensi 10-vuotiskaudesta seuraaviin lähivuosisikymmeniin siirryttäessä nouseva, tasainen tai laskeva. Jos nämä tekijät osoittavat nousua, on etuosalla suhteellisen pieni ja jälkiosalla suuri paino. Laskevassa suunnassa on suhde päinvastainen. Tasaisena jatkuvassa hakkuusuunnitteessa tasaisine tukkipuuosuuksineen ovat etu- ja jälkiosien painojen suhteet edellisten välillä.

Tutkimuksessa on todettu, että nuorissa metsissä hakkuusuunnitteet tukkipuuosuuksineen nousevat, joten niissä on jälkiosa suhteellisen korkea. Keski-ikäisissä metsissä ovat ensi ja seuraavien vuosikymmenien hakkuusuunnitteet rakenteineen suhteellisen samansuuruiset kun sovelletaan edistyvän metsätalouden periaatetta, erikoisesti 80 vuoden kiertoaikaa. Vain 100 vuoden kiertoaikaa sovellettaessa on jälkiosa lievästi korostumpi kuin etuosa. Hakkuumahdossa ja vanhoissa metsissä ovat sen sijaan sekä etuosan hakkuusuunnite että tukkipuun rakennesadannes jälkiosan vastaaviin lukuihin verrattuina suuret. Tämä tendenssi on lievin pitkässä kiertoajassa ja voimakkain hakkuumahdossa. Jos etuosa merkitään kussakin keski-ikäryhmässä 100:ksi, on jälkiosa tähän verrattuna suurin nuorissa ja pienin vanhoissa metsissä.

Kun tukkipuiden järeysuhteet, runkojen keskikoko, samoin kuin yksikköhinta, suurenevät tai pienenevät tukkipuusadanneksen suurentuessa tai pienentyessä, suurentaa tämäkin tekijä vanhojen metsien ja hakkuumahdon etuosan painoa samoin kuin nuorien metsien ja pitkän kiertoajan jälkiosan painoa.

Metsän tuottoarvon laskentaa varten suoritettavissa metsänarvioimistehtävissä on ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen eli heti hakattavissa olevan puuston määrän ja rakenteen arvioiminen helpoin ja seuraavien vuosikymmenien vastaavan puuston määrän ja rakenteen arvioiminen vaikein tehtävä. Kun etuosa suurenee ja jälkiosa pienenee, suurenee siis arvioimisen tarkkuus ja päinvastoin. Tästä voidaan päätellä, että metsän tuottoarvon laskentaa varten tarvittavat taksatoriset tiedot ovat varmimmin arvioitavissa vanhoissa metsissä sekä hakkuumahtoa sovellettaessa.

4) Siitä huolimatta, että hakkuusuunnitteet on laadittu 100 hehtaarin metsälöille, voivat eri hakkuujärjestysmuotojen hakkuusuunniteluvut kuvata myös eri suuruisien metsälöiden hakkuusuunnitteita. Pisimmän kiertoajan — tässä 100 v. — luvut kuvaavat suurien metsäalueiden ja hakkuumahdon luvut pienien metsälöiden hakkuusuunnitteita rakenteineen ja niiden ajallisia suhteita (vrt. KELITKANGAS 1947, ss. 81—82). Jos otetaan vain pinta-ala huomioon, voi ensi 10-vuotiskauden hakkuusuunnitteen osuus alkupuustosta metsällisiltä tekijöiltään muuten samanlaisissa metsissä olla sitä suurempi, kuin pienempi metsälö on kysymyksessä. Samoin voidaan pienien metsälöiden hakkuusuunnitteisiin sisällyttää runsaammin tukkipuuta ja ainespinotavaraa kuin suurien metsäalueiden hakkuusuunnitteisiin. Edellisestä seuraa, että hakkuusuunnitteen etuosa on pienissä metsälöissä jälkiosaan verrattuna korkeampi kuin suurissa.

Tutkimuksen tulokset antanevat viitteitä siitä, mitä suuruusluokkaa lähiajan hakkuusuunnitteet voivat olla erilaisissa metsissä ja pyrittäessä erilaisiin tavoitteisiin erilaisia hakkuujärjestysmuotoja soveltamalla. Samalla ne osoittavat,

että hakkuusuunnitteiden määrät rakenteineen voivat vaihdella samassakin metsässä ja metsällisiltä tekijöiltään samanlaisissa metsälöissä varsin väljissä rajoissa ilman, että vielä poikettaisiin yksityismetsälain ja metsänhoidon asettamista vaatimuksista. Kuinka paljon ja millä tavalla nämä vaihtelut vaikuttavat metsän tuottoarvoon, sitä selvitetään tutkimuksen toiseen päätavoitteeseen pyrkivässä, metsän raha-arvon muodostumista ja määrittämistä koskevassa jatko-osassa.

### Kirjallisuusluettelo

- A h o n e n, L e o. 1957. Metsän raha-arvon määrittäminen. Metsäkäsikirja 2. Rauma.
- A r o, P a a v o. 1935. Tutkimuksia rinnankorkeus- ja katkaisuläpimitan vaikutuksesta käytöpuun ja hakkuutähteiden määrään. Referat: Untersuchungen über den Einfluss des Brusthöhen- und Minimaldurchmessers auf die Menge des Gebrauchsholzes und der Hiebsreste. — MTJ 20.
- A r o, P a a v o ja P ö n t y n e n, V. 1929. Kiintomittataulukkoja. Helsinki.
- C a j a n d e r, A. K. 1909. Über Waldtypen. — AFF 1.
- I l v e s s a l o, Y r j ö. 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. Summary: The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924. — MTJ 11.
- »— 1930. Käytännölliset metsän arvioimistavat. Maa ja metsä, metsätalous 3. Helsinki.
- »— 1940. Metsän arvioimisen ohjeet pika-asutustoimituksia varten. Maatalousministeriön asutusasiainosaston julkaisuja n:o 2. Helsinki.
- »— 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Summary: Third National Forest Survey of Finland. Plan and instructions for field work. — MTJ 39.
- »— 1956a. Puun ja metsikön mittaus ja kasvun laskenta. Tapion Taskukirja, 13. painos. Helsinki.
- »— 1956b. Suomen metsät vuosista 1921—1924 vuosiin 1951—1953. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Summary: The forests of Finland and their development from 1921—24 to 1951—53. A survey based on three National Forest Inventories. — MTJ 47.
- »— 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.
- K a l l i o, K u s t a a. 1934. Perustyöt metsätaloussuunnitelmaa varten yksityismetsissä. Metsämies n:o 6. Tampere.
- »— 1950. Metsän ja metsikön rakenteen silmävaraisesta arvioimisesta. Metsäkalenteri. Vammala.
- »— 1957. Käenkaali-mustikkatyyppin kuusikoiden kehityksestä Suomen lounaisosassa. Takatoris-liiketaloudellinen tutkimus. Summary: On the development of spruce forests of the oxalis-myrtillus site type in the south-west of Finland. — AFF 66.
- K e l t i k a n g a s, V a l t e r. 1947. Metsänarvonlaskennan luennot. Moniste. Helsinki.
- K i i n t o m i t t a t a u l u k k o j a. 1929. Katso A r o, P a a v o, ja P ö n t y n e n, V. 1929.
- K u u s e l a, K u l l e r v o. 1953. Zur Theorie der forstlichen Zuwachsberechnung auf Grund der periodischen Messung. — AFF 60.
- L a k a r i, O. J. 1930. Metsätalouden järjestely. Maa ja metsä, metsätalous 3. Helsinki.
- L i h t o n e n, V. 1929. Metsänhoitosuunnitelman perustavat työt. Helsinki.
- »— 1942. Puuston hakkuuarvosta ja sen määrittämisestä. Referat: Über den Abtriebswert des Holzvorrates und seine Bestimmung. — AFF 50.
- »— 1943. Tutkimuksia metsän puuston muodostumisesta. Tuottohakkauslaskelma. Referat:

- Untersuchungen über die Bildung des Holzvorrates des Waldes. Ertragshiebsberechnung. — AFF 51.
- L i h t o n e n, V. 1944. Piirteitä metsätalouden järjestelyn rakennemuodoista Suomessa. Referat: Über die Strukturformen der Forsteinrichtung in Finnland. — AFF 52.
- »— 1946. Valtakunnan metsätalouden järjestely metsiemme poistuman ja tuottohakkausmäärän valossa. Summary: Regulation of Finnish forestry in the light of removal and rental cut. — AFF 53.
- »— 1952. Metsiemme tulevan kehityksen ääriviivoja. Tutkimusmenetelmän esittely. Summary: On the future development of Finnish forests. On research methods. — MTJ 40.
- L u k k a l a, O. J. ja K o t i l a i n e n, M a u n o J. 1945. Soiden ojituskelvopaisuus. — Keskusmetsäseura Tapio. Helsinki.
- L ö n n r o t h, E r i k. 1919—1920. Ohjeita metsätalouden järjestelyssä, I—II. Moniste.
- »— 1927. Zur Frage der Waldbetriebsregelung mit besonderer Berücksichtigung der Waldverhältnisse Finnlands. — AFF 32.
- »— 1929. Theoretisches über den Volumzuwachs und -abgang des Waldbestandes. — AFF 34.
- »— 1930. Normaalmetsä. Maa ja metsä, metsätalous 3. Helsinki.
- O h j e i t a s o d a n m e t s i l l e a i h e u t t a m i e n v a h i n k o j e n a r v i o i m i s e s s a 4. 1942. Valtiovarainministeriön sotavahinkojen arvioimisosasto. Helsinki.
- »— valtion metsien taloussuunnitelmien laatimisessa. Metsähallituksen arvioimisosasto. 1949. Moniste.
- O s a r a, N. A. 1948. Maatilametsälön taloussuunnitelma. Opaskirja käytäntöä varten. Helsinki.
- O s t w a l d, E. 1931. Grundlinien einer Waldrententheorie. Riga.
- P ö n t y n e n, V. 1956. Puutavaran kuutioiminen. Tapion Taskukirja, 13. painos. Helsinki.
- S a a r i, E i n o. 1937. Ehdotus käytännölliseksi ja yksinkertaiseksi tuloksenlaskentamenetelmäksi. — MA.
- »— 1940. Suurten metsäalojen arvon määrittäminen. Referat: Die Schätzung des Wertes grosser Waldflächen. — SF 55.
- »— 1950. The sustained yield in forestry. Proceedings of The III World Forestry Congress, N:o 3, pg. 277 ff. Helsinki.
- »— 1952. FAO:n suositus metsäpolitiikan periaatteiksi. Summary: Principles of forest policy as recommended by FAO. — MTJ 40.
- »— 1954. Harvennushakkausten liiketaloudellinen arvostelu. Summary: Economic evaluation of thinnings. — MA.
- S a r v a s, R. 1956. Metsänhoidon tekniikka. Metsäkäsikirja 1. Rauma.
- T e r t t i, M a r t t i. 1935. Mikä metsätyyppi? Ohjeita metsätyyppin määrääjälle Suomen eteläpuoliskon kovilla mailla. Helsinki.
- V u o k i l a, Y r j ö. 1956. Etelä-Suomen hoidettujen kuusikoiden kehityksestä. Summary: On the development of managed spruce stands in southern Finland. — MTJ 48.

### Lyhennyksiä

- AFF = Acta Forestalia Fennica. Helsinki.
- MA = Metsätaloudellinen Aikakauslehti. Helsinki.
- MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen (aik. Metsätieteellisen koelaitoksen ja Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen) julkaisuja (Communicationes ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae). Helsinki.
- SF = Silva Fennica. Helsinki.

## REFERAT:

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE HIEBSSATZBERECHNUNG  
UND AUF DIESER BASIERTEN BETRIEBSWERTES DES  
WALDES

I. DIE ABFASSUNG DER HIEBSSATZBERECHNUNG SPEZIELL FÜR DIE BE-  
RECHNUNG DES BETRIEBSWERTES DES WALDES

1. Einleitung

Diese Forschung ist in zwei Teile eingeteilt. Der jetzt in Frage kommende, taxatorische Teil setzt sich aus nötigen Erklärungen der zweckmässigen Hiebssatzberechnungen für die Bestimmung des Betriebswertes des Waldes zusammen und der andere, Betriebswissenschaftliche Teil, in abfassung von Forst. liz. LEO AHONEN, aus die Bestimmung des Betriebswertes des Waldes auf Grundlage des Hiebssatzberechnungsmateriales und die bei der Klarlegung dieser Berechnungen erhaltenen Resultate.

In den taxatorischen Teil der Forschung versucht man die für die Berechnung des Waldwertes zweckmässigen Hiebssatzberechnungen klarzulegen und auf Grundlage dieser Berechnungen zu konstatieren im welchem Grade die Zeitfolge der Hiebe die Hiebssätze sowie auch andere forstliche Faktoren in Wäldern mit verschiedenen Altersklassenverhältnissen und anderen forstlichen Eigenschaften ändert. Auch versucht man die Frage zu beantworten wie viel man die Zeitfolge der Hiebe in gleichartigen Wäldern variieren kann ohne dass man gegen die gesetzmässigen und waldbaulichen Faktoren verstösst. Ausserdem versucht man in der Forschung auch die Struktur des abgehenden Vorrates auf Grundlage der Struktur des Holzvorratskubikmeters zu bestimmen (LIHTONEN 1942) sowie auch die Variation dieser Struktur in Wäldern mit verschiedenen forstlichen Eigenschaften bei veränderter Hiebfolge.

Bei der Hiebssatzberechnung strebt man gewöhnlich zur Nachhaltigkeit oder zur Progressivität (SAARI 1950). Die Berechnung des Waldwertes ist doch oft eine Geschäftlich-Wirtschaftliche Frage, so dass der Waldbesitzer in seinem Walde den grösstmöglichen, gesetzmässig, waldbaulich und technisch-wirtschaftlich zulässigen und von den Absatzmöglichkeiten beruhenden Hiebssatz (= grösstmöglicher Hiebssatz) schlagen kann. Aus diesem Grunde berechnet man für dieselben Forschungswälder die abgehenden Vorräte für verschiedene Hiebszeitfolgen, so dass für die progressive Wirtschaft 100 und 80 jährige Umtriebszeiten angewendet werden sowie auch für die erste 10-Jahresperiode den grösstmöglichen Hiebssatz. Als begrenzende Faktoren für den grösstmöglichen Hiebssatz werden nur das Privatforstgesetz Finnlands und die darin genannten waldbaulichen Forderungen beobachtet.

2. Die Grundzüge der angewendeten Hiebssatzberechnung und  
Ihre Zweckmässigkeit für den Zweck der Forschung

Das Material ist in Wäldern gesammelt worden, die der Wirklichkeit entsprechen. Die Altersklassenlagerungen und die anderen forstlichen Faktoren sind darum unnormal und die

Hiebssätze und deren Struktur variieren. Aus diesen Gründen kann der Betriebswert nicht auf Grundlage eines gleichmässigen, fortsetzenden jährlichen Hiebssatzes bestimmt werden. In der Forschung hat man konstatiert dass man in den Forschungswäldern bei progressiver Waldwirtschaft im Laufe von 5—6 Jahrzehnten eine beinahe normale Altersklassenlagerung und gleichmässige, fortsetzende Hiebssätze erzielen kann. Die Hiebssatzberechnung ist folglich für die genannten Jahrzehnten abgefasst und die Hiebssätze (= die abgehenden Vorräten) für die folgenden Jahrzehnten und Umtriebszeiten sind als ungefähr gleichmässig fortsetzend abgeschätzt worden.

In dem Ertragshiebssatzberechnungsprinzip von LIHTONEN (1943) kann man die Entwicklung von dem Grundvorrat, des abgehenden Vorrates und des Zuwachses bis zum Ende der Umtriebszeit verfolgen. Aus diesem Grunde hat man es für richtig erachtet, die Berechnungs- und Strukturprinzipien der genannten Ertragshiebssatzberechnung für die Abfassung der Hiebssatzberechnungen anzuwenden. Der in der Forschung angewendete grösstmögliche Hiebssatz kann zu starken Kapitalschlägen führen. Da man hierbei von einem der Prinzipien der Ertragshiebssatzberechnung abweicht (vgl. LIHTONEN 1943, s. 232), kommt in der Forschung u.a. aus diesem Grunde nur die Benennung Hiebssatzberechnung zur Anwendung.

Die Tabelle n:o 1 zeigt die Struktur, Terminologie und Idee der Hiebssatzberechnung. Ebenfalls zeigt die Tabelle die betreffende Berechnung für die zwei ersten 10-Jahresperioden gleich einer Verjüngungsperiode für ein zu dieser Forschung hörendes Waldgut. Die Berechnung ist auf Grundlage der Grundvorräten am Anfang der dritten 10-Jahresperiode in derselben Weise für die nächsten 20 Jahre fortgesetzt und auf Grundlage der Grundvorräten am Anfang der fünften 10-Jahresperiode noch 10 oder 20 Jahre weiter.

3. Das Forschungsmaterial und die Prinzipien bei Ihrer  
Anschaffung

Als Grundmaterial wird in dieser Forschung die Resultate der vom Verfasser in den Jahren 1945—1957 ausgeführten Bestandesaufnahmen in verschiedenen Waldgütern in der Südhälfte Finnlands benutzt. Die Tabelle N:o 2 zeigt die betreffenden Waldgüte. Die Bestände wurden abteilungsweise mittelst der sogenannten Okularmethode abgeschätzt. Zum Teil wurde die Abschätzung kontrolliert und berichtigt entweder mit Hilfe der durchschnittlichen Probeflächenmethode (vgl. LÖNNROTH 1919—1920) oder durch Abschätzung nach Kreisprobeflächen (vgl. ILVESSALO 1930, ss. 739—744). Der Wald- und Moortyp nach CAJANDER (1909), die Kubikmasse pro Hektar (= Grundholzvorrat, fm mit Rinde), Holzartenzusammensetzung, Altersklassenlagerung in ungeraden 10-Perioden (1—20 J. = 10 J., 21—40 J. = 30 J. u.s.w.) ausgedrückt, jeweils nötige Hiebe in Erziehungshieben und Verjüngungshieben (= U) eingeteilt, die Hiebssätze der ersten 10-Jahresperiode oder der Anfangsvorrat des abgehenden Vorrates fm pro Hektar sind auf jeder Bestandesfigur abgeschätzt. Desgleichen wurde die Struktur des Holzvorratskubikmeters sowohl für den Grundholzvorrat wie für den Anfangsvorrat des abgehenden Vorrates abgeschätzt (vgl. LIHTONEN 1942, ss. 28—30).

4. Die Abfassung der Hiebssatzberechnung

Die taxatorischen Resultate wurden je Waldgut und je 100 Hektar berechnet so dass die Grundflächen in der Tabelle 1 Kolonne 2 zugleich die prozentuelle Verteilung der Grundflächen der produktiven Waldböden nach Altersklassen zeigen. Die Zahlen der Tabelle 1 Kolonnen 3—4 zeigen die abgeschätzten Kubikmengen des Grundholzvorrates nach Altersklassen gruppiert. Die Verjüngungsfläche (= U) wurde auf Grundlage der Resultate der aus-

geführten Abschätzung bestimmt und durch die Formel  $U = \frac{A}{K} \times K$  kontrolliert, wo  
 A = Areal des Waldgutes,  
 K = Umtriebszeit, und  
 20 = Verjüngungsperiode (vgl. LIHTONEN 1943, s. 230) sind.

Falls es alte Wälder mehr als normal gab wurde die nach der Formel berechnete Verjüngungsfläche vergrößert und im Gegenteil vermindert auf Grundlage der Ausgleichszeit (vgl. LIHTONEN 1943, s. 230). Die Verjüngungsflächen für die folgenden 20-Jahresperioden sind dann auf derselben Weise bestimmt worden wie für die ersten 20-Jahresperiode. In dem grösstmöglichen Hiebssatz geht man schon in der zweiten 10-Jahresperiode zu dem progressiven Prinzip und im allgemeinen zur 80-jähriger Umtriebszeit über.

Der Anfangsvorrat für den abgehenden Vorrat der Verjüngungshiebe in der ersten 10-Jahresperiode wurde auf Grundlage der Abschätzungsergebnisse mit 50–70 % von den Grundholzvorrat der Verjüngungsfläche berechnet und der grösstmögliche Hiebssatz mit sogar 80 %. Der Endvorrat des entwicklungsbaren Vorrates in der Kolumne 13 wird in der zweiten 10-Jahresperiode geschlagen. Dieser Satz ist (bei Umtriebszeiten 100–80 Jahren) beinahe ebenso gross wie der entsprechende Satz der ersten 10-Jahresperiode. Der abgehende Vorrat der Erziehungshiebe wurde auch auf Grundlage der Abschätzungsergebnisse bestimmt (Zeichnung 1).

Bei der Bestimmung des abgehenden Vorrates für die folgenden 10- und 20-Jahresperioden kamen dieselben Prinzipien und Prozentzahlen wie oben zur Anwendung.

Die Erziehungshiebe sind in Altersklassen gruppiert aber die Verjüngungshiebe (welche im Allgemeinen mehrere als eine älteste Altersklasse umfasst) als eine Gruppe.

Die Zuwachsprozente der Hiebssatzberechnung (Tabelle 1, Kolumne 7 und 11) gründen sich auf die Resultate der Reichsabschätzung der Wälder in Finnland und sind gleich den mittleren Zuwachsprozenten in den Gebieten des betreffenden Bezirksforstausschusses (ILVESSALO 1957, s. 74). Die Zuwachsprozente für die abgehenden Vorräte sind, durch die unmittelbaren Wirkungen der Schläge (vgl. LIHTONEN 1943, s. 223) von diesen Mittelwerten vermindert und die des entwicklungsbaren Vorrates entsprechend vergrößert so dass der Zuwachsprozent des Grundholzvorrates gleich bleibt. Besonders bei den Erziehungshieben war es notwendig solche Ausnahmen zu machen, da bei diesen Hieben vorzugsweise langsam wachsende Bäume gefällt werden.

### 5. Resultate der Hiebssatzberechnungen

Die Tabelle 2 zeigt die wichtigsten forstlichen Eigenschaften der Forschungswälder, wie die Mittelbonität der Waldböden (vgl. s. 20), sowie das jetzige Durchschnittsalter, gewogen mit den Grundflächen der Altersklassen, die Grundholzvorräte und die abgehende Vorräte. Die Zeichnung 2 zeigt die mittleren Anfangsvorräte der abgehenden Vorräte sowie die allgemeine Entwicklung des Zuwachses des entwicklungsbaren Vorrates in fm je Jahr und Hektar. Die Zeichnung 3 zeigt wiederum die Entwicklung des Grundholzvorrates pro Hektar. Die Wälder sind in drei Gruppen auf Grundlage des jetzigen Durchschnittsalters gruppiert, nämlich 1) junge Wälder, Durchschnittsalter weniger als 35 Jahre, 2) Wälder in mittleren Alter, Durchschnittsalter 35–60 Jahre und 3) alte Wälder, Durchschnittsalter mehr als 60 Jahre (= 60 + J.). Ausserdem sind die Wälder hinsichtlich der Umtriebszeit und der Hiebfolge gruppiert.

Die Zeichnungen 2 und 3 zeigen dass die Entwicklung des Anfangsvorrates des abgehenden Vorrates und die des Grundholzvorrates je Durchschnittsaltergruppe und Hiebfolgeklasse ähnlich ist. Die Tabelle 3 zeigt die prozentuellen Anteile der Anfangsvorräte der abgehenden Vorräten von den Grundholzvorrat und dessen Mittelwert pro Durchschnittsalter und Hiebfolgegruppe. Danach kann der abgehende Vorrat in demselben Waldgut bei einer Umtriebs-

zeit von 100 Jahren sogar zwischen 29 % und 82 % bei dem grösstmöglichen Hiebssatz variieren (N = 23). In den genannten Waldgut gibt es viel alte, hiebsreife Wälder und andererseits Verjüngung und Dickungen. Die progressive Waldwirtschaft und das Streben nach einer normalen Altersklassenlagerung zwingt einen alte Wälder zu sparen, wenn wieder bei dem grösstmöglichen Hiebssatz begrenzende Faktoren nur das Privatforstgesetz Finnlands und dessen waldbauliche Forderungen sind. Andererseits kann der Unterschied zwischen den entsprechenden Zahlen bei einer Umtriebszeit von 100 Jahren und bei dem grösstmöglichen Hiebssatzes nur 16 % in einem Waldgute sein, wo es ungepflegte Wälder mittleren Alters gibt, deren Verjüngung das Privatforstgesetz verbietet (N = 15) und in jungen Wäldern wo es wenig absatzfähige Sortiment gibt.

Die Zeichnung 4 zeigt die Entwicklung der Altersklassenstruktur bis zum Beginn der fünften 10-Jahresperiode. Wie die Zeichnung zeigt erzielt man in den Forschungswäldern in 4 Jahrzehnten eine beinahe normale Altersklassenlagerung.

Für den Betriebswissenschaftlichen Teil der Forschung ist der abgehende Vorrat pro Hektar der weniger produktiven Waldböden als durchschnittlich c. 1/4 der entsprechenden Zahl für die produktiven Waldböden abgeschätzt.

### 6. Struktur des Holzvorrates

Für die Wertberechnung des Waldes muss man auch die Verteilung des abgehenden Vorrates auf den verschiedenen Holzsortimenten kennen. Die abgeschätzten Strukturprozente des Holzvorratskubikmeters (LIHTONEN 1942, s. 29) sind ausgeglichen unter Zuhilfenahme von Altersklassen und Kubikmengen pro Hektar als Argumente (vgl. Bild 5 und Tabellen 4a–4b). Die Struktur des Grundholzvorrates und des abgehenden Vorrates ist auf Grundlage der Zahlen in den genannten Tabellen berechnet worden so dass bei Berechnung des abgehenden Vorrates bei den Verjüngungshieben sowie bei der Berechnung der Struktur des grösstmöglichen Hiebssatzes wurden in allgemein die Zahlen der Tabelle 3a benutzt und bei der Berechnung der Struktur des abgehenden Vorrates der Erziehungshiebe die Zahlen der Tabelle 3b. Die durchschnittliche Tendenz der Entwicklung der Struktur des Holzvorratskubikmeters der Endvorräte der abgehenden Vorräte gruppiert nach Durchschnittsalter und Hiebfolge zeigt die Zeichnung 6.

### 7. Schlussfolgerungen der Forschung

In der Forschung wird konstatiert dass man bei Benützung verschiedener Umtriebszeiten und Hiebfolgen bei den Hiebssatzberechnungen in den Forschungswäldern in c. 5–6 Jahrzehnten eine beinahe normale Altersklassenlagerung erzielt und dass der Grundholzvorrat eine steigende Tendenz zeigt. Speziell ist zu beobachten dass der Prozentteil des Anfangsvorrates des abgehenden Vorrates von den Grundholzvorrat in der ersten 10-Jahresperiode nicht besonders grösser wird bei höherem Durchschnittsalter der Wälder wenn man das Prinzip der progressiven Waldwirtschaft und dieselbe Umtriebszeit befolgt. Bei dem grösstmöglichen Hiebssatz sind die genannten Prozente in alten Wäldern doch etwas grösser als in Wäldern von mittleren Alter. Dagegen wird der genannte Prozent grösser in derselben Mittelalterlichen Gruppe wenn man von einer langen Umtriebszeit zu einer kurzen übergeht wie auch zu dem grösstmöglichen Hiebssatz oder umgekehrt.

In dem abgehenden Vorrat der ersten 10-Jahresperiode wird der Sägeholzanteil (%) grösser und der Schichtholzanteil, besonders der Brennholzanteil, in allgemein kleiner bei höherem Durchschnittsalter und bei Übergang von der progressiven Waldwirtschaft und langer Um-

triebszeit zu dem grösstmöglichen Hiebssatz und kurzer Umtriebszeit. Der abgehende Vorrat der ersten 10-Jahresperiode setzt sich in den jungen Wäldern dieser Forschung aus c. 10 % Sägeholz, c. 30 % Schichtholz und c. 35—40 % Brennholz zusammen. Der Rest ist Abfallholz. In Wäldern von mittleren Alter ist der Anteil von Sägeholz und Schichtholz bei allen Hiebsfolgen c. 35—40 % und der Brennholzanteil c. 20—15 %. In alten Wäldern ist der Sägeholzanteil c. 45—50 %, der Schichtholzanteil 35—30 % und der Brennholzanteil c. 10 %. Die erstgenannten Zahlen sind ausmerkend für Umtriebszeiten von 100 Jahren und die späteren Zahlen für Umtriebszeiten von 80 Jahren und für den grösstmöglichen Hiebssatz.

Die Menge des abgehenden Vorrates der ersten 10-Jahresperiode nebst dessen Struktur bildet den auf den Geldwert des Waldes wirkenden ersten Teil und die entsprechenden Zahlen der folgenden Jahrzehnten den zweiten Teil, als proportionelle Zahlen angewendet. In der Forschung wird konstatiert dass beim Übergang von der ersten 10-Jahresperiode zu den folgenden wird der abgehende Vorrat nebst Struktur grösser in jungen Wäldern, so dass in diesen der zweite Teil gewichtiger ist als der erste. In Wäldern von mittleren Alter ist der erste und zweite Teil in Proportion gleich gross. In alten Wäldern sowie bei dem grösstmöglichen Hiebssatz der Wälder mittleren Alters sind sowohl der erste Teil des abgehenden Vorrates als die prozentuelle Struktur des Sägeholzanteiles grösser als die betreffenden Zahlen des zweiten Teiles. Falls man den ersten Teil in beiden Fällen mit 100 bezeichnet, ist der zweite Teil verhältnismässig am grössten in jungen Wäldern und am kleinsten in alten Wäldern.

Da der Kubikinhalt der Sägestämme wie auch deren Preise grösser oder minder werden bei entsprechender Variation des Sägeholzanteiles (vgl. Tabelle s. 42) wirkt dieses vergrössernd auf den ersten Teil des abgehenden Vorrates in alten Wäldern und vermindernd auf denselben Teil in jungen Wäldern.

Die begrenzende Faktoren des grösstmöglichen Hiebssatzes verstärken sich beim Übergang von kleinen Waldgütern zu grösseren und umgekehrt. Die Zahlen des abgehenden Vorrates für den grösstmöglichen Hiebssatz können dafür die abgehende Vorräte für kleine Waldflächen zeigen und die Zahlen der progressiven Wirtschaft den abgehenden Vorrat für grosse Waldarealen.

Die Forschung zeigt dass die Menge des abgehenden Vorrates nebst ihre Struktur in demselben Walde in recht weiten Grenzen variiert, beruhend von der Hiebsfolge und den forstlichen Faktoren, wie der Altersklassenlagerung. In welcher Weise diese Variationen auf den Betriesbwert des Waldes einwirken, wird in dem zweiten Teil der Forschung, die zu dem anderen Hauptziel dieser Forschung strebt, gezeigt.

## Lisäys edelliseen julkaisuun.

Käsillä olevan Acta-sarjan niteen tässä kohdassa julkaistavaksi tarkoitettussa tutkimuksessa käsitellään Kallion hakkauslaskelma-aineiston ja sen käsittelyssä saatujen tulosten pohjalla hakkauslaskelmaan perustuvan metsän tuottoarvon muodostumista ja määrittämistä sekä hakkuujärjestyksen vaikutusta metsän tuottoarvoon.

Tutkimuksen tulokset osoittavat hakkuitten ajallisen järjestyksen vaikuttavan verraten voimakkaasti laskettuun raha-arvoon. Tämä vaikutus suurenee siirryttäessä keski-ikäisiin nuorista metsistä vanhempiin. Samalla todetaan keski-ikäisiä vanhemmilla metsillä hakkuukypsän puuston hehtaarikuutiomäärällä olevan suuremman vaikutuksen metsän raha-arvoon kuin kasvupaikan hyvydellä.

Korkosadanneksen vaikutus on tavallaan kahden suuntainen. Tavallisimmin siinä nähdään epävarmuutta aiheuttava epäkohta, koska sen täsmällistä suuruutta ei ole voitu tarkalleen perustella. Meillä sen suuruus on vaihdellut metsän raha-arvolaskelmia tehtäessä 4—5 %:n rajoissa. Erityisesti pitkiä ajanjaksoja koskevissa laskelmissa jo puolenkin prosentin vaihtelu aiheuttaa merkittäviä eroja lopputuloksissa. Tästä johtuen sellaisissa metsissä, joissa hakkuut keskittyvät puuston ikäluokkasuhteista tai toteutettavasta hakkuujärjestyksestä riippuen suhteellisen etäälle nykyhetkestä, korkosadanneksen vaikutus lopputulokseen on verraten suuri. Hakkuitten keskittyessä lähemmäksi laskentahetkeä koronkorkolaskun vaikutus pienenee. Korkosadanneksesta aiheutuvaa epävarmuutta voidaan siis vähentää hakkuumahtomenetelmällä, jossa hakkuut pyritään keskittämään mahdollisimman voimakkaina nykyhetkeen tai lähivuosiin. Toisena epävarmuutta aiheuttavana tekijänä metsän raha-arvoa laskettaessa on laskelmien osittainen perustuminen tulevaisuuden suunnitteisiin. Tässäkin suhteessa laskelmat ovat sitä epävarmempia, mitä etäämmälle hakkuiden painopiste keskittyy ja päinvastoin taas sitä varmemmalla pohjalla, mitä lähemmäksi nykyhetkeä hakkuut keskitetään. Kun koronkorkolasku toimii painottavana tekijänä eriaikaisten tulo- ja menoerien vertailussa, se tavallaan varmentaa myös laskelmia antamalla suuremman painon lähiajan hakkuille ja vähentämällä etäälle tulevaisuuteen ulottuvien suunnitteen erien vaikutusta. Tässä suhteessa koronkorkolasku toimii laskelmia varmentavana, myönteisenä tekijänä. Tätä vaikutussuuntaa voidaan tehostaa käyttämällä suhteellisen korkeaa korkosadannesta. Meillä yleisimmin suositeltua 5 %:n sadannesta voidaan siis perustella myös tällä näkökohdalla.

Tutkimuksessa todetaan edelleen useita selviä riippuvuussuhteita metsässä arvioitavissa olevien tunnusten ja hakkauslaskelmaan liittyvien tekijäin kesken. Ne viittaavat sellaisen likimääräismenetelmän kehittämismahdollisuuteen, jonka avulla on verraten yksinkertaisin laskelmin saatavissa karkeita likiarvoja tarvitsematta varsinaisen hakkauslaskelman laatimista. Aineisto ei kuitenkaan ole vielä riittävän edustava tässä suhteessa yleistettävien päätelmien tekemiseen.

Suoritettu tutkimus on tuonut esiin useita metsänarvonlaskennassa merkittäviä näkökohtia, joiden selvittäminen edellyttää tutkimuksen laajentamista. Asiantuntijoiden kanssa käydyissä neuvotteluissa on päädytty siihen, että tutkimusta ei tästä syystä olisi tarkoituksenmukaista vielä tässä vaiheessa julkaista. Acta-sarjan julkaisijan suostumuksella tutkimus onkin tarkoitus painattaa nykyisestään laajennettuna myöhemmin ilmestyvässä sarjan niteessä.

#### REFERAT

Die an dieser Stelle zum Druck vorgesehene Untersuchung betreffend der auf Hiebssatzberechnung gegründeten Ertragswertbildung und -Bestimmung und der Einwirkung der Hauordnung auf den Geldwert des Waldes, wird, mit Zustimmung des Herausgebers der Acta-Serie, wegen Erweiterung der Untersuchung, in einem später erscheinenden Band der Serie publiziert.

Helsingissä, 20 p:nä helmikuuta 1959.

*Leo Ahonen.*