

FOLIA FORESTALIA 192

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1974

PAAVO TIIHONEN

PUUTAVARALAJIRAKENTTEEN LIKIMÄÄRÄIS-
ARVIOINNISSA KÄYTETTÄVIÄ MENETELMIÄ

METHODEN FÜR DIE ANNÄHRENDE SCHÄTZ-
UNG DER HOLZSORTENSTRUKTUR

- No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätalonomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: Kuoriprocentin määrittäminen sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävittäjien käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mäliköinen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnonpuutaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen & Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen & Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämisen runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzählaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja värinäaltistus pelkässä kaadossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Elias Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mäliköinen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—

FOLIA FORESTALIA 192

Metsäntutkimuslaitos, Institutum Forestale Fenniae, Helsinki 1974

Paavo Tiihonen

PUUTAVARALAJIRAKENTEN LIKIMÄÄRÄISARVIOINNISSA
KÄYTETTÄVIÄ MENETELMIÄ

Deutsches Referat

Methoden für die annähernde Schätzung der Holzsortenstruktur

ALKUSANAT

Tässä julkaisussa esitettävät menetelmät liittyvät osana metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastossa suoritettavaan, puuston puutavaralajirakennetta koskevaan tutkimustyöhön. Tehtävässä on saatu arvokasta apua erityisesti metsäpäälikkö HANNU VENTOLALTA ja metsänhoitopäälikkö TAUNO TURUSELTA. Tutkimusaineiston keruuseen ja suoritettuihin kokeisiin on osallistunut useita tutkimusosaston palveluksessa olevia henkilöitä.

Tutkimuksessa on edelleen käytetty tarkistusaineistoja, joita puun myyjien ja ostajien edustajat ovat keränneet v. 1970–71.

Tutkimuksen käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit KULLERVO KUUSELA ja YRJÖ VUOKILA. Julkaisun saksankielisen selostuksen ovat kääntäneet rouva MARIANNE KAHANPÄÄ ja fil. maisteri YRJÖ SIHVO.

Esitän parhaat kiitokset saamastani monipuolisesta tuesta.

Helsinki, marraskuu 1973

Paavo Tiihonen

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
DEUTSCHES REFERAT	3
JOHDANTO	4
LIKIMÄÄRÄISARVIOINTIIN TARKOITETUT TAULUKOT	4
ERI PUUTAVARALAJIEN OSUUKSIEN LIKIMÄÄRÄISARVIOINTI	5
Yleistä	5
Arvioimismenetelmän perusteet ja laadinta	5
Menetelmän käyttö	6
Menetelmän luotettavuudesta	8
TUKKIPUULEIMIKON RAKENTEEEN ARVIOINTI	10
Yleistä	10
Tutkimusmenetelmä	10
Menetelmän käyttö	12
Muita soveltamismahdollisuuksia	13
Luotettavuuden tarkastelua	13
KIRJALLISUUSLUETTELO	16

METHODEN FÜR DIE ANNÄHERNDE SCHÄTZUNG DER HOLZSORTENSTRUKTUR

Deutsches Referat

Wegen der kürzlich in Finnland eingeführten Ingebrauchnahme der neuen Masseinheit für Holz, des Festmeters (Fm), hat es sich als notwendig erwiesen, u.a. die Methoden für die Klärung der Holzsortenstruktur an stehenden Bäumen abzuändern. Zunächst wurde die Umgestaltung der auf drei Merkmalen fussenden Kubierungsmethode (NOUSIAINEN et al. 1970), die für präzise Aufgaben, wie z.B. die Massenaufnahme von stehenden, zum Hieb ausgezeichneten Beständen bestimmt ist, in Angriff genommen. Dann kamen die Methoden für die annähernde Schätzung an die Reihe. Zuerst wurden die früher publizierten, für Abschätzungszwecke bestimmten Holzsortimententafeln (HEISKANEN und TIIHONEN 1958; TIIHONEN 1969 a) auf den Fm umgestellt. Ausserdem wurden zwei neue Abschätzungsverfahren ausgearbeitet.

In der vorliegenden Publikation werden eingangs die wichtigsten Grundlagen der schon veröffentlichten Holzsortimententafeln (HEISKANEN et al. 1972; TIIHONEN 1972 c) kurz dargelegt. Danach werden die neuen Schätzungsmethoden beschrieben. Zunächst wird die *annähernde Schätzung des Anteils der verschiedenen Holzsorten* besprochen. Nach der

Darstellung der Grundlage des Verfahrens wird die praktische Anwendung erklärt und mit einem Beispiel veranschaulicht (S. 6). Die Durchschnittstabellen für die Anwendung des Verfahrens sind in Tabelle 1 (S. 7) zusammengefasst. Die Zuverlässigkeit der Methode wurde u.a. durch zwei Feldversuche geprüft. Die Resultate der einen Probe sind aus Tab. 2 (S. 9) ersichtlich.

Das zweite neue Annäherungsverfahren ist für die *Schätzung der Struktur von zum Hieb ausgezeichneten Sägeholzbeständen* bestimmt. Im Mittelpunkt steht die Ablängung an stehenden Bäumen, die stichprobenweise ausgeführt wird. Tab. 3 zeigt zwei Beispiele von den Resultaten einer Untersuchung über die Grösse der Samplingdichte. Zusammenfassend werden Anweisungen für die Praxis gegeben, die auch eine die Grösse der Samplingdichte beleuchtende Zahlenreihe enthalten (S. 12). Die praktische Anwendung und Zuverlässigkeit auch dieses Verfahrens wurde mit Hilfe von Feldversuchen geprüft. Besonderes Gewicht wurde auf die Ablängung an stehenden Bäumen gelegt. Diesbezügliche Resultate sind in Tab. 4 aufgeführt.

JOHDANTO

Siirtyminen uuden mittayksikön, kiinto-kuutiometrin, käyttöön aiheutti mm. pystypuiden puutavaralajirakenteen selvittelyssä sovellettavien menetelmien uusimisen. Aluksi keskityttiin tarkkuutta vaativissa tehtävissä, kuten esim. leimikon pystymittauksessa käytettävän, kolmeen tunnukseen perustuvan kuutioimis-menetelmän (NOUSIAINEN et al. 1970) uusimiseen. Uuden menetelmän perusteita käsittelevä tutkimus (NOUSIAINEN et al. 1972) ja menetelmään sisältyvät kuitupuiden ja havutukkipuiden kuutioimistaulukot (TIIHONEN 1972 a ja b) valmistuivat v. 1972. Menetelmään liitettiin v. 1973 vielä koivutukkipuiden kuutioimismenetelmä (NOUSIAINEN et al. 1973).

Toiseen työvaiheeseen sisällytettiin likimääräistehtävissä käytettävät menetelmät. Tarkastellut kohdistuivat kahdelle taholle. Edellä viitattujen perustaulukoiden lisäksi oli uusittava myös likimääräistehtävissä sovellettavat puutavaralajitaulukot (HEISKANEN ja TIIHONEN 1958, TIIHONEN 1969 a). Etenkin leimikon rakenteen selvittelyyn kaivattiin toisaalta likimääräistaulukoiden avulla tapahtuvaa arviointia vieläkin nopeampia menetelmiä. Tällaisetkin menetelmät oli valmistettava uuden mittayksikön pohjalta.

Likimääräismenetelmiä koskeneiden tutkimusten tuloksena valmistuivat ensin rinnan-

korkeusläpimittaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot (HEISKANEN et al. 1972) sekä rinnankorkeusläpimittaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot (TIIHONEN 1972 c). Ns. nopeita menetelmiä on tähän mennessä valmistettu kaksi. Toinen on tarkoitettu käytettäväksi eri puutavaralajien osuukien arviointiin, toinen tukkipuu-leimikon tunnusten selvittelyyn. Näitä kahta menetelmää on selostettu aikaisemmin vain suppeasti Metsälehdessä (TIIHONEN 1973 a ja b).

Tähän mennessä on siis uusittu tai valmistettu kaikkiaan neljä puutavaralajirakenteen likimääräisarviointiin tarkoitettua menetelmää. Katsottiin, että oli aiheellista julkaista myös edellä mainittuja nopeita menetelmiä valaisevat tutkimusselostukset. Julkaisua valmistettaessa todettiin, että käytännön kannalta oli varmaan-kin edullista, jos samassa julkaisussa esitettäisiin kaikki metsäntutkimuslaitoksessa tähän mennessä valmistuneet uudet, likimääräisarviointia käsittelevät menetelmät. Päätettiin, että julkaisun alkuun sisällytetään aikaisemmin julkaistujen taulukoiden perusteita käsittelevä suppea kuvaus.

Todettakoon, että kaikki tarkasteltavat menetelmät on laadittu maan eteläpuoliskossa suoritettavia arviointeja varten.

LIKIMÄÄRÄISARVIOINTIIN TARKOITETUT TAULUKOT

Metsäntutkimuslaitoksen Folia Forestalia-sarjassa julkaistuista likimääräistaulukoista valmistuivat edellä mainitun mukaisesti ensin *rinnan-korkeusläpimittaan ja tukkilukuun* perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot (HEISKANEN et al. 1972). Ne on tarkoitettu lähinnä mänty- ja kuusisahapuuleimikoiden likimääräisarviointiin. Taulukoista ilmenee sovelletun luokituksen mukaisista rungoista keskimäärin saatava sahapuu- eli tukkiosa todellisina kuorellisina kiinto-

kuutiometreinä. Todettakoon, että näiden taulukoiden yhteydessä käytetään kuten vastaavassa aikaisemmassakin tutkimuksessa (HEISKANEN ja TIIHONEN mt.) nimitystä sahapuu, kun taas muiden menetelmien tarkasteluissa käytetään nimitystä tukkipuu.

Taulukoita käytettäessä mitataan rinnankorkeusläpimitta eteen sattuvalta puolelta 2 cm:n tasaavin luokin, tukkiluku vuorostaan arvioidaan silmävaraisesti. Apteerauksessa sovelletaan

puun myyjien ja ostajien järjestöjen laatimia ohjeita (*Sahatukkien ... 1971; Uudistuva ... 1972*). Niiden mukaisesti *minimirungosta* on saatava seuraavat vähimmäisvaatimukset täytävä tukki: männyllä 490 x 15 cm, kuusella 490 x 17 cm, läpimitat latvasta kuoren alta. *Minimitukin* koko on männyllä 430 x 15 cm (luokka, alaraja 14 cm), kuusella 430 x 17 cm (alaraja 16 cm).

Edellisessä mainittujen tukkien minimiläpimittojen rinnalla on viime aikoina käytetty myös pienempiä minimimittoja (mänty 13, kuusi 15 ja 13 cm:n luokka). Käytännön taholta onkin esitetty, että taulukoiden laadintaa olisi jatkettava valmistamalla myös pienempien minimiläpimittojen mukaiset taulukot. Tämä työ onkin jo aloitettu metsäntutkimuslaitoksessa. Uudet taulukot, joissa molemmilla puulajeilla tukin minimiläpimita on 13 cm (luokka), valmistunevat v. 1973–74 vaihteessa.

Sahapuutaulukoiden laadinnassa käytetyn aineiston perusteella suoritettujen, luotettavuutta koskeneiden vertailujen mukaan taulukoiden teoreettinen tarkkuus eli tarkistuslaskelmissa saatujen erojen keskiarvo on molemmilla puulajeilla n. 3 %. Lisäksi on otettava

huomioon mahdolliset mittausvirheet ja muut taulukoiden luotettavuuteen vaikuttavat seikat.

Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot sisältävät kuituja tukkipuiden kuutioimistaulukot. Rinnankorkeusläpimita mitataan kuten sahapuutaulukoita käytettäessä 2 cm:n tasaavin luokin, pituus taasen kahden metrin tasaavin luokin. Taulukot on tarkoitettu suurehkojen runkoerien, kuten metsäalueen, palstan yms. puuston puutavaralajirakenteen likimääräisarviointiin. Tarkkuutta vaativissa tehtävissä on syytä käyttää kolmeen, koivutukkipuilla neljään tunnukseen perustuvia taulukoita (TIIHONEN 1972 a ja b) tai vastaavaa ATK-laskentamenetelmää (NOUSIAINEN et al. 1972; NOUSIAINEN et al. 1973).

Luotettavuutta koskevat vertailut osoittavat, että taulukoilla saavutetaan vähintään tyydyttäviä tuloksia. Taulukkovirhe on kuitupuutaulukoita käytettäessä ilmeisesti hieman pienempi, tukkipuiden taulukoiden osalta vuorostaan hieman suurempi kuin edellä mainittu sahapuutaulukoiden keskimääräistulos (n. 3 %). Suurimmat virhemahdollisuudet liittyivät koivutukkipuiden kuutiointiin.

ERI PUUTAVARALAJIEN OSUUKSIEN LIKIMÄÄRÄISARVIOINTI

Yleistä

Eri puutavaralajien osuuksien arvioinnissa on yleensä pyritty suhteellisten osuuksien selvittämiseen (LIHTONEN 1942; KUUSELA 1964; MIETOLA 1971). Osuudet on ilmaistu prosentteina tarkasteltavan puuston koko määrästä. Osuuksista on edelleen laadittu tukki-osuuden suuruuden (LIHTONEN mt.) tai keskiläpimitan (KUUSELA mt.) mukaisesti ryhmitettyjä %-sarjoja.

Puuston kokonaismäärään kohdistuvien, eri puutavaralajien osuuksia ilmaisevien %-sarjojen käyttöä vaikeuttaa etenkin se seikka, että metsien järeysrakenne vaihtelee metsiköittäin varsin huomattavasti. Eri metsiköissä tehdyt mittaukset saattavat johtaa likimäärin samansuuruisiin keskiläpimitoihin, vaikka puuston järeys- ja puutavaralajirakennetta luonnehtivien eri metsiköiden vastaavien d1.3-luokkien osuuksien

välillä ilmenee ehkä huomattaviakin eroja. Koko puuston samanaikainen tarkastelu on usein myös vaivalloinen ja vaativa tehtävä, ja edellyttää yleensä runsasta koulutusta ja kokemusta.

Edellä mainitut vaikeudet ja todetut epätarkkuudet antoivat aiheen jatkaa tämän arvioimistehtävän suorittamisen mahdollisuuksien tutkimista. Suoritettujen selvitysten pohjalta päädyttiin hieman aikaisemmista menetelmistä eroavaan arvioimistapaan. Sen perusteet esitetään suppeasti seuraavassa.

Arvioimismenetelmän perusteet ja laadinta

Arvioimismenetelmän laadintaa koskevat tutkimukset kohdistuivat kahdelle taholle. Ensimmäiseksi osatehtäväksi asetettiin erikokoisista

ja erimuotoisista rungoista kertyvien eri puutavaralajien %-osuuksien selvittäminen nykyisin yleisimmin sovellettujen apteeraussäntöjen pohjalta (ks. esim. TIIHONEN 1966). Tehtävää varten oli käytettävissä runsaasti aineistoa, jota oli kerätty maan eteläpuoliskon eri osista puutavaralajitaulukoiden ja kuutioiden menetelmien valmistamista varten (TIIHONEN 1966, 1969 b, 1972 a ja b; NOUSIAINEN et al. 1972; NOUSIAINEN et al. 1973). Sarjojen laadinta tapahtui tukkipuiden osalta ensin ko. ajan mittayksikköä, kuutiojalkaa käyttäen. Nämä sarjat uusittiin v. 1971–72 uuden mittayksikön, kiinotokuutiometrin käyttöönnoton jälkeen. Tällöin muutettiin myös apteerausperusteita eräiltä osin (*Sahatukkien ... 1971, Uudistuva ... 1972*). Aluksi päädyttiin rinnankorkeusläpimitan (jäljempänä lyhennys d) ja pituuden mukaisesti ryhmitettyihin kuitu- ja tukkipuiden %-sarjoihin. Kuitupuiden sarjat ilmaisivat kuitupuun ja latvan osuudet, tukkipuilla oli kolmantena %-lukuna tukkiosuus. Sarjat määritettiin erikseen männylle, kuuselle ja koivulle.

Mainitulla tavalla ryhmitettyjen sarjojen tarkastelussa ilmeni, että saman d-luokan eri pituusluokkien %-lukujen väliset erot olivat pääosiltaan aivan vähäiset. Katsottiin, että sarjojen yhdistäminen yksinomaan d-luokan mukaisesti ryhmittäen oli perusteltua. Mänty- ja kuusi-kuitupuille saatiin lisäksi niin samanlaiset sarjat, että nämä yhdistettiin havupuiden keskimääräis-sarjaksi.

Toinen osatyövaihe käsitti varsinaisen menetelmän laadinnan. Päädyttiin kaksivaiheiseen

menetelmään. Ensin määritetään tarkasteltavan puuston keskikuutiomäärä ($k\text{-m}^3$ kuorineen/ha) ja sen jakaantuminen kuitu- ja tukkipuurunkojen kesken. Tavoitteena on puuston määrä kaikkiaan ja lisäksi tukkipuuston määrä, molemmat tulokset keskimäärin hehtaaria kohden.

Kuutiomäärien määrittämisen jälkeen arvioidaan tehtävän edellyttämät %-osuudet. Toistettakoon, että puutavaralajirakenteen arviointi edellyttää nykyisin tavallisesti kolmen eri osuuden selvittämistä: kuitu- ja tukkipuuosa sekä käytön ulkopuolelle jäävä latva. Viimeksi mainittuun voidaan tarvittaessa yhdistää muunkinlaista hukkapuuta. Päädyttiin kahteen vaihtoehtoiseen ratkaisumahdollisuuteen. Kaikkia kolmea eri osuutta tarkastelemalla määritetään jokaisen kuutiomäärä (m^3/ha), tai arvioidaan puuston kokonaismäärä ja vähennetään siitä kaksi helpoimmin määritettävää osuutta, jolloin jäännös ilmaisee kolmannen osuuden. Suoritettua selvitykset puolsivat jälkimmäisen vaihtoehtoon käyttöä. Todettiin, että tällä arvioimistavalla voidaan välttää kahdelta eri taholta, kuitu ja tukkipuista, kertyvien kuitupuumäärien yhdistäminen.

Menetelmän käyttö

Laaditun arvioimismenetelmän mukaisesti tapahtuvaa eri puutavaralajien osuuksien arviointia havainnollistetaan seuraavalla esimerkillä.

Keskikuutio (kaikki rungot)	120 m^3	100 %
<i>Mittlere Kubikmasse (alle Stämme)</i>		
Tukkipuurunkojen kuutiomäärä 80 m^3		
<i>Blochholzmasse</i>		
—”— tukkiosuus männy 25 cm:n d-luokan mukaisesti arvioiden 83 %		
<i>Blochholzanteil der Sägeholzstämmen = 83 %, geschätzt nach d-Klasse 25 cm bei Kiefer</i>		
—”— tukkiosa 83 % x 80 m^3 =	66 ”	55 ”
<i>Blochholzanteil der Sägeholzstämmen</i>		
83 % x 80 m^3 =		
Latva tukkipuilla 1 %, kuitupuilla 5 %, yhteensä	4 ”	3 ”
<i>Zopf = 1 % bei Sägeholzstämmen, 5 % bei Faserholzstämmen, insgesamt</i>		
Kuitupuusa = 100 % - (55+3) % =		42 ”
<i>Faserholzanteil</i> tai <i>oder</i> 120 - (66+4) m^3 =	50 ”	42 ”

Esimerkin mukaisesti arvioidaan ensin tarkasteltavan puuston keskikuutiomäärä (= 100 %). Arvioinnissa on syytä käyttää relaskooppia tai yksinomaan keskimääräistaulukoita. Jälkimmäisistä ovat meillä tunnetuimmat ILVESSALON laatimat, puuston puulajivaltaisuuteen, tiheyteen ja valtapituuteen perustuvat taulukot (esim. *Tapion Taskukirja*, XIV painos, s. 194). NYYS-SÖSEN laatimia, relaskoopin käyttöön liittyviä kuutioimistaulukoita on tunnetusti julkaistu usealla eri taholla erillisinä taulukkoina, ja mm. *Tapion Taskukirjassa* (esim. 16 painos, s. 228). Saatu kokonaistulos jaetaan sitten kuitu- ja tukkipuurunkojen kesken. Voidaan menetellä niin, että ensin arvioidaan koko tarkasteltavan puuston keskikuutiomäärä (= kokonaistulos), ja toisessa vaiheessa vain tukkipuurunkojen kuutiomäärä tai niiden asemesta vähäisessä määrin esiintyvien kuitupuiden keskikuutiomäärä. Edelleen saatetaan arvioida kuitu- ja tukkipuiden %-osuudet keskikuutiomäärästä. Mahdollisuuksien mukaan pyritään selvittämään eri puulajien osuudet. Toistuvasti mainiten kuutiomäärän osalta on siis selvitettävä kaksi kysymystä: tarkasteltavan puuston määrä kaikkiaan ja tuk-

kipuuston määrä, molemmat tulokset keskimäärin hehtaaria kohden.

Esimerkissä esitetty kuitu- ja tukkipuun %-osuuksien arviointi on tapahtunut edellä menetelmän perusteiden yhteydessä suositetun tavan mukaisesti. Ensin on arvioitu metsikössä useimmiten kuitupuihin verrattuna selvemmin erottuvien tukkipuurunkojen kuutiomäärä, 80 m³/ha. Siitä on erotettu huomattavan %-osuuden, yleisesti 80–90 %, käsittävä tukkiosa. Esimerkin mukaan tukkipuiden keskiläpimitan arvio on 25 cm, jolloin taulukon 1 mäntytukkipuiden sarjan mukainen tukkiosuus on 83 %. Tarkasteltava puusto sisältää siten tukkeja 66 m³/ha eli 55 % puuston kokonaismäärästä.

Toisena arviointikohteena on esimerkin mukaisesti latvaosuus. Se on sekä sadanneksena ilmaistuna että määrällisesti yleisesti pieni. Osuuden määrittäminen on siten helppoa. Etenkin runsaasti järeää puustoa sisältävissä metsiköissä voidaan soveltaa sopivia keskimääräislukuja. Esimerkissä osuudeksi on saatu 3 % puuston kokonaismäärästä. Tukkien osuudeksi on edellä saatu 55 %, joten kuitupuurungoista ja tukkipuiden latvoista yhteensä kertyvän kui-

Taulukko 1. Keskimääräiset latva- ja tukkiosuudet.
Tabelle 1. Durchschnittsanteile an Zopf und Blochholz bei einem Baum.
 Latvaosuus – Zopfanteil

Puulaji <i>Holzart</i>	d-luokka, cm – d-Klasse, cm														
	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35+
	% rungon kuorellisesta kuutiomäärästä – % der Masse des Baumes mit Rinde														
Mänty ja kuusi <i>Kiefer und Fichte</i>	45	20	10	6	4	3	2	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2
Koivu (lehtip.) <i>Birke (Laubbäume)</i>	50	30	20	10	7	4	3	2	1	1	1	1	1	0.5	0.5

Tukkiosuus – Blochholzanteil

Puulaji <i>Holzart</i>	d-luokka, cm — <i>d-Klasse, cm</i>														
	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45+	
	% rungon kuorellisesta kuutiomäärästä — % <i>der Masse des Baumes mit Rinde</i>														
Mänty	60	70	78	83	87	88	90	91	92	93	93	94	94	94	
Kuusi	50	58	68	76	81	85	87	89	90	91	92	93	93	94	
Koivu	55	63	67	72	75	77	79	80	81	81	82	83	84	85	

tuppuun osuudeksi jää 100 % - (55+3) % = 42 %.

Esitetyssä laskelmassa ei ole erotettu eri puulajien osuuksia. Jos niiden erottaminen on tarpeen, voidaan menetellä niin, että laskelman mukaisesti saadut kuitu- ja tukkipuun %-osuudet jaetaan ko. metsikössä tehdyn arvioinnin mukaisesti eri puulajien kesken. Toisena vaihtoehtona on laskelmien suorittaminen puulajeittain. Edellinen laskentatapa lienee useimmiten yksinkertaisempi.

Jos tarkasteltava puusto sisältää runsaasti

pieniläpimittaisia tukkipuita, saattaa tukkiosuuden arviointiin ehkä liittyä epävarmuutta. Tehdävän helpottamiseksi on seuraavassa asetelmassa esitetty esimerkkejä eräiden vierekkäisten d-luokkien runkojen kokonaiskuutiomäärien keskinäisistä suhteista. Lukusarjat on laskettu ILVESSALON (1947) ”Pystypuiden kuutiomistaulukoiden” yksikkökuutioiden perusteella. Tarkastelua voidaan helposti täydentää taulukoiden muista luokista valittujen yksikkökuutioiden avulla.

Mänty, 25 cm:n d-luokan rungon koko kuutiomäärän suhteellinen arvo = 100

Kiefer, relativer Wert = 100 für d-Klasse 25 cm

Pituus, m	Kapen., cm	d-luokka, cm — d-Klasse, cm						
		19	21	23	25	27	29	31
<i>Höhe, m</i>	<i>Ausbau- chung, cm</i>	Kuutiomäärän suhteellinen arvo <i>Relativer Wert der Masse</i>						
18	4	54	67	82	100	119	141	164
20	4	54	67	82	100	119	141	164

Kuusi, 23 cm:n d-luokan suhteellinen arvo = 100

Fichte, relativer Wert = 100 für d-Klasse 23 cm

18	4	66	82	100	120	141
20	3	67	83	100	119	140

On ilmeistä, että vierekkäisten d-luokkien runkojen kuutiomäärien suhteellisista arvoista voitaisiin laatia yksinkertainen keskimääräissääntö.

Taulukossa 1 esitetyt latva- ja tukkiosuudet ovat lähinnä suuruusluokkaa osoittavia, maan eteläpuoliskon normaaleille puille sopivia keskimääräislukuja, joihin tarvittaessa on tehtävä muutoksia. Niinpä esim. vikaisuusien vaikutus saatetaan ottaa huomioon siten, että tukki- osuutta pienennetään arvioidulla määrällä. Menetelmässä sovellettujen tukkien minimimittojen, erityisesti tuikin latvaläpimitan pienentäminen suurentaa vuorostaan tukkiosuutta lähinnä pienissä d-luokissa.

Todettakoon, että tarkasteltua menetelmää voidaan tarvittaessa täydentää mm. jäljempänä esitetyllä, tukkipuita koskevalla erillisselvityksellä.

Menetelmän luotettavuudesta

Luotettavuuden tarkastelu kohdistettiin kahdelle taholle, toisaalta taulukossa 1 esitettyihin

keskimääräissarjoihin ja toisaalta menetelmän käytännölliseen suoritukseen. Laadittuja keskimääräissarjoja tutkittiin v. 1972–73 kerättyjen uusien tarkistusaineistojen perusteella. Laskelmissa päädyttiin taulukon 1 %-lukuihin verrattuna sekä + että – suuntaisiin eroihin. Edellä viitattu pieniläpimittaisten puiden tukkiosuuden suurentuminen, sovellettaessa pienempiä minimiläpimittoja, ilmeni useissa koepuuerissä. Uudet vertailut eivät kuitenkaan antaneet aihetta muuttaa laadittuja keskimääräissarjoja.

Menetelmän käyttömahdollisuuksia tutkittiin erilaisissa metsikköolosuhteissa suoritettujen koearviointien perusteella. Kokeet tehtiin syksyllä 1973 kahtena eri ajankohtana Suomusjärven kunnassa sijaitsevalla Kettulan metsäalueella. Kokeisiin osallistui kaikkiaan kuusi metsänarviointiin perehtynyttä metsäammattimiestä, joista kukaan ei kuitenkaan ollut käyttänyt aikaisemmin tutkittavaa menetelmää. Ensimmäisenä ajankohtana oli koekohteina viisi metsikköä, joista kaksi oli puhtaita männiköitä, muut kolme mäntyä, kuusta ja hieman koivua

sisältäviä sekametsiköitä. Toiseen kokeeseen sisältyi yksi puhdas männikkö ja kuusikko sekä neljä sekametsikköä. Kaikissa metsiköissä oli sekä kuitu- että tukkipuita. Keskikuutiomäärä oli 120–200 m³/ha. Koemetsiköt kuutiottiin pystypuista huolellisesti suoritettujen mittausten mukaisesti kolmeen tunnuksen perustuvilla puutavaralajitaulukoilla (TIIHONEN 1972 a ja b).

Taulukosta 2 nähdään ensimmäisessä kokeessa saadut, kuitu- ja tukkipuun sekä latvuksen

suhteellista osuutta ilmaisevat tulokset. Keskimääräispiirteinä ilmenee tukkiosuuden lievä aliarviointi ja latvaosuuden yliarviointi. Toistettakoon, etteivät arviomiehet olleet käyttäneet aikaisemmin tarkasteltavaa menetelmää.

Toisessa kokeessa saadut kuuden koemetsikön tulokset olivat kaikilla arviomiehillä useimmiten hyvin lähellä mittauksiin perustuvia vastaavia tuloksia. Kokeiden tulokset viittaavat siten menetelmän käytöstä varsin myönteisiin tuloksiin.

Taulukko 2. Eri puutavaralajien osuuksia koskeneen kokeen tulokset.

Tabelle 2. Resultate einer Probe über die Anteile an unterschiedlichen Holzsorten.

Koemetsikkö Probebestand	Puutavaralaji Holzsorte	Mittaus Messung	Arviomies – Gewährmann Nr.					
			1	2	3	4	5	6
			% kuutiomäärästä – % der Kubikmasse					
1	1. Tukit 1. Blochholz	77	60	65	70	75	66	60
	2. Kuitupuu 2. Faserholz	22	38	33	28	24	32	38
	3. Latva 3. Zopf	1	2	2	2	1	2	2
2	1.	46	30	33	36	35	47	41
	2.	52	67	62	60	62	49	55
	3.	2	3	5	4	3	4	4
3	1.	58	55	50	52	55	62	53
	2.	41	42	47	46	43	35	44
	3.	1	3	3	2	2	3	3
4	1.	63	70	60	68	63	66	51
	2.	36	27	34	30	35	31	46
	3.	1	3	6	2	2	3	3
5	1.	61	45	50	50	65	64	50
	2.	38	52	47	47	33	33	47
	3.	1	3	3	3	2	3	3

TUKKIPUULEIMIKON RAKENTEEN ARVIOINTI

Yleistä

Tukkipuuleimikon rakenteen arvioinnilla tarkoitetaan tässä sellaisten lukujen tai lukusarjojen selvittämistä, jotka havainnollistavat leimikon runkojen ja niistä saatavien tukkien mittoja ja ominaisuuksia. Tärkein leimikkoa kuvaava luku eli tunnus on ilmeisesti runkojen keski-kuutio. Tunnuksen arvioinnin osalta rajoitutaan tässä lähinnä vain viittaamaan erityisesti HEISKASEN (1957) esittämiin otantasadanneksiin.

Rungon keskikuution lisäksi käytäntöä kiinnostaa erityisesti leimikon rungoista saatavien tukkien jakaantuminen tukin latvaläpimitan mukaisiin luokkiin, ns. läpimittajakaantuma. Tarkastelu voi kohdistua erikseen tyvitukkeihin ja kaikkiin tukkeihin. Tarkastelukohteena voi myös olla tukkien pituusjakaantuma, tukkipuiden laatu, vikaisuudet yms. leimikon rakennetta kuvaavat seikat.

Mittayksikön muutos ja tarve saada etenkin tukkien latvaläpimittajakaantumaa koskevia tietoja mahdollisimman nopeasti aiheuttivat sen, että tukkipuiden likimääräisarviointiin kiinnitettiin v. 1972 alussa erityistä huomiota. Metsäpäällikkö HANNU VENTOLAN aloitteesta ja asiantuntemuksen pohjalta suoritettiin metsäntutkimuslaitoksessa keväällä 1972 aihetta koskevia alustavia tutkimuksia. Ilmeni, että tyydyttäessä kohtuulliseen tarkkuuteen oli edelleenkin edullista nojautua yhden, tehtävään hyvin perehtyneen metsäammattimiehen suorittamaan pysyväteerakseen. Laajamittaisessa toiminnassa on tietokonelaskenta ilmeisesti edullisin ratkaisu.

Tukkipuuleimikon rakenteen arvioimismahdollisuuksia koskevia tutkimuksia jatkettiin kesä-syyskaudella 1972. Päähuomio kiinnitettiin tukkien latvaläpimitan mukaisen jakaantumien arviointiin, mutta samalla tarkasteltiin myös edellä mainittujen muiden leimikon rakennetta valaisevien tietojen selvittämismahdollisuuksia. Tavoitteena oli laatia käytäntöön soveltuva arvioimismenetelmä. Tämän tehtävän suoritusta selostetaan lyhyesti jäljempänä.

Tutkimusmenetelmä

Tutkimustehtävää hahmoteltaessa todettiin, että kysymyksessä oli likimääräisarviointi, joka

oli suoritettava mahdollisimman yksinkertaisella menetelmällä. Parhaimmalta ratkaisulta vaikutti tasavälinen poiminta, joka toteutettaisiin esim. tavanomaisena linjoittaisena koeala-arviointina. Pääkysymys oli siten millaisia pinta-alan mukaisia otantasadanneksia oli käytettävä. Samalla oli tarkasteltava mittausten käytännöllistä suoritusta. Katsottiin, että oli perusteltua keskittyä vain havutukkipuihin.

Otannan suuruutta koskevia tutkimuksia varten oli käytettävissä kaikkiaan 35 mänty- ja 34 kuusitukkipuuerää käsittävä, n. 20 000 koepuun aineisto (ks. NOUSIAINEN et al. 1970; NOUSIAINEN et al. 1972). Kaikki rungot oli apteerattu maassa Järvi-Suomen alueella sovitujen sahatukkien vähimmäisvaatimusten mukaisesti (*MTK:n metsävaltuuskunnan . . . ; Sahatukkien . . . 1971; Uudistuva . . . 1972*). V. 1969–70 kerätyn aineiston mittayksikkönä oli kuutiojalka, myöhemmin, v. 1971–72, käytettiin jo kiintokuutiometriä. Pääosa koepuueristä sisälsi 100–250 runkoa, yli 300 rungon koepuueriä oli vain muutamia. Yhdistämällä osaineistoja muodostettiin joukko alkuperäisiä suurempia koepuueriä. Rinnankorkeusläpimitan mukaisesti luokitetuista koepuueristä poimittiin tasavälein koepuita, joista kertyneet tukit ryhmitettiin pituuden ja latvaläpimitan mukaisesti. Koepuuerän mittaussajasta riippuen tukkien latvaläpimitan luokittelu tapahtui joko puolen tuuman alenevin tai 2 cm:n tasaavin luokin, pituuskien luokittelu taas joko 30 cm:n (310, 340, 370 cm jne.) kerrannaisina. Sekä latvaläpimitan että pituuden mukaisesti saadut tulokset laskettiin sadannesarjoiksi. Sarjat ilmaisevat, kuinka monta prosenttia kuhunkin luokkaan kertyneiden tukkien lukumäärä on kaikkien tukkien kokonaislukumäärästä. Myös latvaläpimittojen osalta rajoituttiin siis vain kapalemäärien mukaisen %-jakaantumien laskentaan. Nojautumalla tukkien keskimääräisiin pituuksiin voidaan tulossarjan perusteella tarvittaessa arvioida vastaava luokittaisia kokonaispitouksia ilmaiseva jakaantuma.

Molemmat mainitut sadannesarjat laskettiin jokaiselle koepuuerälle kolmen otantasadanneksen, 5, 10 ja 20 mukaisesti. Taulukossa 3 esitetään esimerkkeinä kahden mäntykoepuuerän tukkien latvaläpimita- ja pituusjakaantumia valaisevat tulokset. Käytettyjä otantasadanneksia valittaessa kiinnitettiin huomiota ensiksi siihen, että kokeita oli suoritettava asteittain

Taulukko 3. Esimerkkejä eri otantasannosten mukaisesti saaduista tukkien latväläpimitta- ja pituusjakaantumista.
 Tabelle 3. Beispiele für Verteilungen der Oberdurchmesser und Längen am Sägeholz nach verschiedenen Samplinghundertsteln.

Tukkien latväläpimitta, mäntykoepuuerä 17 – Oberdurchmesser, Kiefernprobestammartie 17

Ota- sannes Sampling- dichte, %	Tukin larvaläpimitta, cm — Oberdurchmesser des Blochs, cm										Yhteensä Insgesamt
	15	17	19	21	23	25	27	29	31+		
	% kaikista tukeista — % der Gesamtblochzahl										
Kaikki — Alle	10.8	13.6	9.9	11.2	11.6	13.7	11.3	7.9	5.7	100	
20	12.1	14.1	10.1	9.4	13.4	10.7	11.4	6.7	6.0	100	
10	13.4	11.0	12.2	9.8	12.2	12.2	9.8	8.5	6.1	100	
5	12.2	12.2	14.3	10.2	14.3	6.1	10.2	10.2	4.2	100	

Tukkien pituus, mäntykoepuuerä 14 – Länge, Kiefernprobestammartie 14

Otanta- sadannes Sampling- dichte, %	Tukin pituus, dm – Blochlänge, dm											Yhteensä Insgesamt
	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	61	
	% kaikista tukeista – % der Gesamtblochzahl											
Kaikki – Alle	0.3	0.6	2.9	4.2	24.5	15.7	14.1	10.8	16.3	4.1	6.5	100
20	1.4	0.7	1.4	4.7	21.6	11.5	15.5	13.5	18.2	3.4	8.1	100
10	2.4	1.2	2.4	8.4	26.5	12.1	10.9	8.4	18.1	2.4	7.2	100
5	3.7	1.8	1.8	9.3	29.6	7.4	13.0	7.4	16.7	1.9	7.4	100

pienenevien osuuksien mukaisesti. Alustavien kokeiden perusteella tiedettiin lisäksi, että aivan pienet, alle 5 %-yksikön otantasadannekset näyttivät johtavan ainakin 100–200 rungon leimikoissa liian epävarmoihin tuloksiin. Katsottiin, että laadittavalla menetelmällä oli saavutettava käytäntöä tyydyttäviä tuloksia. Suoritettujen tarkastelujen perusteella päädyttiin seuraaviin, tulosten luotettavuutta kuvaaviin vaatimuksiin:

- tukkien lukumäärän suhteellinen jakaantuminen latvaläpimitan mukaisiin luokkiin saadaan ilmaista niin, että virhemahdollisuus yksityisen luokan kohdalla ei yleensä ylitä $\pm 3\text{--}5\%$ -yksikköä
- lähes samaan tarkkuuteen päästään tukkien jakaantumisessa pituuden mukaisiin luokkiin, jolloin tukkien keskipituuteen liittyvä virhemahdollisuus rajoittuu yleensä $\pm 15\text{ cm}$:iin, ja
- rungon keskikuution virhe jää $\pm 5\text{--}10\%$:iin.

Tukkien latvaläpimitaa ja pituutta ilmaisevien sarjojen sekä runkojen keskikuutioiden laskennan jälkeen tuloksia tarkasteltiin eri otantasadannesten ja leimikon runkoluvun mukaisesti. Pyrittiin selvittämään, millaisia otantasadanneksia oli käytettävä erilaisia runkomääriä sisältävissä leimikoissa, kun tulosten tuli täyttää edellä esitetynlaiset luotettavuusvaatimukset. Selvitysten yhdistelmänä päädyttiin jäljempänä esitettäviin keskimääräisiin otantasadanneksiin.

Edellä viitatus mukaisesti päätettiin soveltaa uutta, kiintokuutiometrin käyttöön perustuvaa mittaussjärjestelmää. Katsottiin, että tutkimusaineiston keruukohteista johtuen laadittava menetelmä soveltui käytettäväksi varsinkin maatilametsälöiden tukkipuuleimikoissa, joissa runkoluku on yleensä 50–500, yksittäistapauksessa enemmänkin. Seuraavassa selostettavan ”perusmenetelmän” käytön jälkeen tarkastellaan suppeasti eräitä muita menetelmän soveltamis-mahdollisuuksia.

Menetelmän käyttö

Menetelmän käyttö edellyttää sekä kenttä- että laskentatöitä. Molemmat on pyritty muokkaamaan mahdollisimman yksinkertaisiksi. Kenttätöiden perustana on tavanomainen linjoittainen koeala-arviointi. Leimikkoon hahmotellaan siten linjaverkosto, jota seuraten mitataan 3 aarin koealoja. Linjastoa ja sen mittausta koskevien yksityiskohtien suhteen viitataan tässä pääosiltaan metsänarvioimismenetelmiä käsitteleviin kuvauksiin (esim. NYSSÖNEN 1971). Arviointi aloitetaan siten sijoittamalla ensimmäinen linja sopivan ”perussivun” (pellon, tien, rajan tms.) mukaisesti, puolen linjavälin etäisyydelle mainitunlaisesta aloittamisreunasta. Koealojen lukumäärä määritetään seuraavien lukusarjojen pohjalta.

Leimattujen runkojen lukumäärä <i>Anzahl der ausgezeichneten Stämme</i>	≤ 100	101–200	201–400	401+
Pinta-alan mukainen otantasadannes <i>Samplingdichte je nach Areal, %</i>	20	15	12	10

Leimikon rakenne, käytännön näkökohdat yms. seikat saattavat antaa aiheen käyttää esitettyjä lukuja hieman suurempia tai pienempiä otantasadanneksia. Hyvin tasarakenteisissa, suppean d-jakaantuman käsittävissä leimikoissa voidaan siten soveltaa keskimääräislukuja hieman alittavia, rakenteeltaan rikkonaisissa metsissä taas useita (esim. 3–5) %-yksikköä suurempia otantasadanneksia jne. Esitettyjä otantasadanneksia vastaavat linja- ja koealavälit ovat seuraavat:

Otantasadannes <i>Samplingdichte, %</i>	Linjaväli, m. <i>Linienabstand, m</i>	Koealaväli, m. <i>Probeabstand, m</i>
20	40	40
15	50	40
12	50	50
10	60	50

Linja- ja koealaväliä valittaessa on syytä kiinnittää huomiota myös palstan muotoon, maasto-olosuhteisiin, työn joustavaan suoritukseen jne. Runkoluvun suuretessa 800–1000

runkoon, on mahdollista soveltaa osittain 10 %:a alittaviakin otantasadanneksia. Keskimäärissäntönä voidaan esittää, että alle 500 runkoa sisältävissä tavallisissa leimikoissa tulisi soveltaa *mieluummin viittätoista kuin kymmentä läheneviä otantasadanneksia*.

Koeala rajoitetaan kaulaimen varrella (5 m), hakkuumiesten käyttämällä mittanauhalla tai muulla säteen mittaukseen soveltuvalla välineellä. Jokaisesta koealalle sattuneesta leimastusta rungosta suoritetaan pystyapteenaus. Tarvittaessa määritetään tyvitukin laatuluokka. Voidaan arvioida myös muiden tukkien likimääräinen jakaantuminen erotettaviin laatuluokkiin (esim. I + II 30 %, III 70 %). Apteerauksessa ja laatuluokituksessa sovelletaan puun myyjien ja ostajien järjestöjen laatimia ohjeita (*Sahatukkien . . . 1971; Uudistuva . . . 1972*). Näihin yleisperusteisiin tehdään tarvittaessa lisäyksiä ja muutoksia.

Apteerauksessa mitataan aina tyvitukki, muiden tukkien mitat arvioidaan kokemusperäisesti ja tyvitukin mittaustuloksiin nojautuen. Tukkien pituus määritetään uuden mittausjärjestelmän mukaisesti 30 cm:n kerrannaisina, 10 cm:n tasausvara mukaan lukien (310, 340, 370 cm . . . jne.), latvaläpimitta kuoren alta 2 cm:n tasaavin luokin, luokkakeskusten ollessa parittomia lukuja.

Apteerauksen ja laatuluokituksen tulokset kootaan tavanomaiseen tapaan pisteinä sopivalle lomakkeelle. Esimerkkinä mainittakoon mt. ANTERO KUROSEN laatima lomake (*Säänkestävä . . . 1973*).

Tehtävän kaikkiin yksityiskohtiin hyvin perehtynyt metsäammattimies voi yksinkin suorittaa kenttätöitä. Muulloin on muodostettava kahden henkilön ryhmä. Toinen jäsen suorittaa tyvitukin apteerauksen ja avustaa muiden tukkien arvioinnissa, toinen toimii kirjamiehenä ja täydentää osaltaan apteerausta, tarvittaessa myös laatuluokitusta. Molempien jäsenten on nytkin oltava hyviä ammattimiehiä.

Tulosten laskenta tapahtuu samoilla lomakkeilla, joihin kenttätöissä kertyneet tiedot on koottu. Jos tukkien jakaantuminen latvaläpimitan mukaisesti halutaan ilmaista senttimetrin luokin, voidaan tehtävä ratkaista ehkä yksinkertaisimmin summakäyrää soveltaen.

Tulosten laskenta saatetaan suorittaa kullekin leimikolle erikseen tai yhdistämällä leimikoita sopiviksi ryhmiksi. Jos tarkastellaan useita leimikoita samanaikaisesti, on ennen kenttätöiden aloittamista ratkaistava, lasketaanko tulokset

myös leimikoittain vai yksinomaan ko. leimikkoryhmälle. Ratkaisu vaikuttaa otantasadanneksen suuruuteen ja lisäksi siihen, kootaanko tulokset leimikoittain vai samalle kenttälomakkeelle. Tietojen keruu leimikoittain tarjonnee tiettyjä etuja, vaikka tulokset joudutaisiinkin yhdistämään.

Muita soveltamismahdollisuuksia

Suurissa, yli 1000 runkoa käsittävissä leimikoissa voidaan menetellä myös niin, että kaikista koealoille sattuneista rungoista mitataan rinnankorkeusläpimitta 2 cm:n tasaavin luokin ja vain osa rungoista otetaan koepuiksi. Niistä tehdään edellä esitetyt mittaukset ja arvioinnit. Jos koepuiden poimintaväli on kaikissa d-luokissa sama, voidaan tulokset koota samalle lomakkeelle, vaikkakin tuloksiin saattaa liittyä erityisesti pienissä leimikoissa tiettyä epätarkkuutta. Jos poimintaväli on erilainen, on apteeraus- ja laatuluokitus tulokset koottava erikseen d-luokittain. Tulosten yhdistäminen edellyttää d-luokittaisten osatulosten painottamista käytettyjen poimintavälien mukaisesti. Laskentatöiden yksinkertaistamista silmällä pitäen olisi-kin syytä rajoittaa vain yhteen tai muutamaan poimintaväliin. Käytännön kannalta näyttäisi edullisimmalta sellainen ratkaisu, jossa otantasadanneksen osalta pyritään eri d-luokkien osalta kohtuulliseen kompromissiin ja sitten otetaan kaikki koealoille sattuneet rungot koepuiksi.

Tyvitukin laadun selvittäminen pienehköllä koepuumäärällä saattaa muodostua epätarkaksi. Selvitykseen saadaan helposti lisävahvistusta tarkastelemalla tyvitukin laatua perusmenetelmän 3 aarin koalojen asemesta suuremmalta alueelta, esim. 5 tai 10 aarin alalta.

Oman ryhmänsä muodostavat ne leimikot, joissa leimaaja käyttää esim. d-luokkaan ja tukkilukuun perustuvia taulukoita (HEISKANEN et al.). Arviointia jatketaan nyt koepuuotannalla joko yksinomaan d-luokittain tai suurissa leimikoissa ryhmittäen koepuutiedot vielä tukkiluvun mukaisesti.

Luotettavuuden tarkastelua

Menetelmän luotettavuuden tarkastelu kohdistui jälleen kahdelle taholle. Ensiksi pyrittiin täydentämään kuvaa menetelmässä käytettävien otantasadannesten luotettavuudesta. Kysymys-

tä tarkasteltiin χ^2 -testien avulla (HALD 1962), vertaamalla erisuurilla otantasadanneksilla saatuja, tukkien latvaläpimitan jakaantumia kuvaavia %-sarjoja vastaavan leimikon kaikkien tukkien %-jakaantumaan. Todettiin, että yli 40 koepuun otannalla saatu jakaantuma oli yleisesti hyvin yhdenmukainen kaikkien tukkien jakaantumien kanssa. Havaittiin, että yhdenmukaisuus lisääntyisi edelleen, jos yksittäisiä tukkeja sisältäviä suuria läpimittaluokkia ei sisällytetä tarkasteluun. Tällöin jo 25–30 koepuulla päästään hyvään yhdenmukaisuuteen.

Suoritettujen χ^2 -testien tulosten yhdistelmänä katsottiin, että edellä menetelmän käytön yhteydessä esitetyt otantasadannekset soveltu-

vat lähinnä verraten tasarakenteisten leimikoiden arviointeihin. Koepuiden lukumäärä tulisi tällöinkin olla vähintään 25–30. Edellä viitatus mukaisesti on syytä kiinnittää erityistä huomiota yksittäisiin järeisiin runkoihin. Lähinnä pienissä leimikoissa on ilmeisesti syytä soveltaa mieluummin hieman esitettyjä keskimääräisluokuja ylittäviä otantasadanneksia. Suurien, yli 500 rungon leimikoiden osalta testien tulokset sen sijaan vahvistavat edellä tehtyjä päätelmiä.

Toisena tarkastelukohteena oli, kuten edellä puutavaralajirakenteen selvittelyssä, arvioimis-tehtävän käytännöllinen suoritus. Sitä tutkittaessa kiinnitettiin huomiota ensiksi siihen, että

Taulukko 4. Pystyapteerausta koskeneessa kokeessa erotettujen tukkien suhteellinen jakaantuminen latvaläpimitan mukaisiin luokkiin.

Tabelle 4. Resultate von einer Probe über die Ablängung an stehenden Bäumen. Relative Verteilungen der Sägeholzstämme in bezug auf den Oberdurchmesser.

Puulaji <i>Holzart</i>	Tukin latvaläpi- mitta, cm <i>Oberdurch- messer am Bloch, cm</i>	Apteeraus maassa <i>Ablängung am Boden</i>	Pystyapteeraus, arviomies <i>Ablängung am stehenden Baum, Gewährsmann, Nr.</i>			
			1	2	3	4
		% tukkiluvusta — % der Gesamtblochzahl				
Mänty <i>Kiefer</i>	15	22.8	21.6	21.0	32.6	26.1
	17	14.9	15.7	19.0	6.7	9.1
	19	17.6	17.6	20.0	22.5	20.5
	21	21.1	17.6	21.0	15.7	19.3
	23	9.6	15.7	7.0	7.9	11.4
	25	9.6	7.8	5.0	9.0	8.0
	27	2.6	1.0	4.0	2.2	2.3
	29		1.0	1.0	1.1	1.1
	31	1.8	2.0	2.0	2.2	2.2
	Yhteensä <i>Insgesamt</i>	100	100	100	100	100
Kuusi <i>Fichte</i>	17	42.6	41.8	41.9	41.9	44.6
	19	11.8	15.2	12.2	25.8	8.1
	21	26.5	19.0	23.0	17.7	23.0
	23	13.2	13.9	12.1	8.1	13.5
	25		7.6	5.4	6.5	4.1
	27	4.4	1.3	2.7		4.1
	29	1.5	1.3	2.7		2.7
	Yhteensä <i>Insgesamt</i>	100	100	100	100	100

tyvitukki mitataan aina. Todettakoon, että tyvitukin osuus koko tukkiosan kuutiomäärästä on kaksitukkisilla rungoilla keskimäärin n. 65 %, kolmitukkisilla n. 50 %. Maatilametsälöiden tukkipuuleimikoissa pääosa rungoista koostuu usein pienehköstä määrästä d-luokkia, joten väli- ja latvatukkien läpimittojen jakaantuma on samoin verraten suppea. Ainakin tyvi- ja välitukkien jakaantumata sisältävät edelleen samoja luokkia. Leimikossa saattaa kuitenkin olla yksittäisiä, runkojen keskikoosta selvästi poikkeavia puita. Lähinnä pienissä leimikoissa on niiden merkitykseen syytä kiinnittää huomiota.

Pystyapteerauksen suoritusta tutkittiin kahden kokeen avulla Padasjoella ja Suomusjärvellä syksyllä 1973. Ensimmäiseen kokeeseen osallistui 4 metsäammattimiestä, joista kaksi oli tehtävään hyvin perehtynyttä ja kaksi taas oli suorittanut varsin vähän pystyapteerauksia. Koe-erä käsitti 35 mänty- ja 35 kuusitukkipuuta. Rungoista saatiin vaihtelevasti 1–3 tukkia. Voitiin päätellä, että koepuiden kaltaisia runkoja esiintyy varsin yleisesti maatilametsäillä. Pystyapteerausten jälkeen rungot kaadettiin, karsittiin ja apteerattiin maassa pystyap-

teerauksessa sovellettujen perusteiden mukaisesti. Tulosten esittelyssä rajoitutaan taulukosta 4 nähtäviin %-sarjoihin, jotka kuvaavat maassa ja pystyapteerauksissa erotettujen tukkien jakaantumista latvaläpimitan mittauksessa sovellettuuihin 2 cm:n luokkiin.

Pienehkö koepuumäärä lieenee osaltaan aiheuttanut eräitä taulukon 4 %-sarjojen välillä ilmeneviä eroja. Voidaan kuitenkin päätellä, että apteeraukseen hyvin perehtyneiden arviomiesten 1 ja 2 tulokset lähenevät vertauskohdeeksi valittuja maassa suoritettua apteerauksen tuloksia. Myös vähäisen kokemuksen omaavien arviomiesten 3 ja 4 tuloksia on pidettävä varsin tyydyttävinä, jälkimmäisen osittain hyvinäkin.

Toiseen kokeeseen osallistui viisi metsäammattimiestä, joista neljä oli ollut edellisessä kokeessa. Koe-erä käsitti 50 kuusitukkipuuta, pääosiltaan 2–4 tukkisia runkoja. Tulokset olivat nyt pystyapteeraukseen tottumattomillaakin varsin hyvät. Suppeudesta huolimatta kokeet siten osaltaan vahvistavat aikaisemmin yleisesti saatuja kokemuksia siitä, että koulutettu ja kokenut metsäammattimies saavuttaa pystyapteerauksessa varsin hyviä tuloksia.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- HALD, A. 1962. Statistical theory with engineering applications. New York.
- HEISKANEN, VEIJO. 1957. Leimaus ja leimikon arviointi. Metsäkäsikirja II.
- HEISKANEN, VEIJO, ANTERO KURONEN ja PAAVO TIIHONEN. 1972. Rinnankorkeuslöpimittaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. FF 162.
- HEISKANEN, VEIJO ja PAAVO TIIHONEN. 1958. Rinnankorkeuslöpimittaan perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for saw timber stems based on breast height diameter. MTJ 49.5.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. MTJ 34.4.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1959. Metsän likimääräinen arvioiminen. Tapion Taskukirja. 14. painos.
- KURONEN, ANTERO. 1973. Säänkestävä mittausluettelo Etelä-Suomen yksikkökuutioluvuin. Lomake n:o 820.2/Tapio.
- KUUSELA, KULLERVO. 1964. Increment-drain forecast for a large forest area. Seloste: Kasvun ja poistuman ennuste suurelle metsäalueelle. Acta Forestalia Fennica 77.
- LIHTONEN, V. 1942. Puuston hakkuuarvosta ja sen määräämisestä. Referat: Über den Abtriebswert des Holzvorrates und seine Bestimmung. Acta Forestalia Fennica 50.10.
- MIETOLA, TOIVO. 1971. Metsän ja puuston arvon määrittäminen. Tapion Taskukirja. 16. uudistettu painos.
- MTK:n Metsävaltuuskunnan ja Koivukeskuksen 28.5.1971 sopimat yleiset vanerikoivujen mittaus- ja laatumääritelmät. Moniste.
- NOUSIAINEN, JUHANI, JUKKA SORSA ja PAAVO TIIHONEN. 1970. Mänty- ja kuusitukkipuiden kuutioimismenetelmä. Referat: Eine Methode zur Massenermittlung von Kiefern- und Fichtenblochholz. FF 98.
- NOUSIAINEN, JUHANI, VÄINÖ RANTANEN ja PAAVO TIIHONEN. 1972. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuva kuitu- ja tukkipuiden kuutioimismenetelmä. Mänty, kuusi ja koivu. Referat: Ein Massenermittlungsverfahren für Faser- und Blochholz mit dem Festmeter als Masseinheit. Kiefer, Fichte und Birke. MTJ 77.2.
- NOUSIAINEN, JUHANI, JUHA PURANEN ja PAAVO TIIHONEN. 1973. Koivutukkipuiden kuutioimismenetelmä. Referat: Eine Kubierungsmethode für Birkenblochholz. MTJ 79.1.
- NYSSÖNEN, AARNE. 1971. Metsänarvioiminen. Tapion Taskukirja. 16. uudistettu painos.
- Sahatukkien laatuvaatimukset. 1971. Suomen Sahanomistajayhdistys. Helsinki.
- TIIHONEN, PAAVO 1966. Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi. FF. 19.
- TIIHONEN, PAAVO. 1969 a. Rinnankorkeuslöpimittaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot. FF 71.
- TIIHONEN, PAAVO. 1969 b. Puutavaralajitaulukot. 3. Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot. FF 59.
- TIIHONEN, PAAVO. 1972 a. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot. Referat: Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. FF 154.
- TIIHONEN, PAAVO. 1972 b. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Referat: Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. FF 155.
- TIIHONEN, PAAVO. 1972 c. Rinnankorkeuslöpimittaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot. Referat: Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. FF 167.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 a. Uusittuja menetelmiä puutavaralajirakenteen likimääräisarviointiin. Metsälehti n:o 2,
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 b. Puutavaralajirakenteen arvioinnin keskeiset piirteet. Metsälehti n:o 19.
- Uudistuva puutavaran mittaus. 1972. Puun myyjien ja ostajien järjestöjen laatima esite.
- MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja
FF = Folia Forestalia

- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —
- No 165 Metsätilastollinen vuosikirja 1971.
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinsitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirratt vuonna 1970 (1964, 1967).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.
The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen.
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävaran apteeraus kuusisahapuun teossa.
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikonen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50

- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—.
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—.
- 1974 No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyyppisestä ja geneettisestä vaihtelusta.
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—.
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa.
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—.
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.
On the supply of roundwood in Finland.
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72.
Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72.
- No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.
Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—.
- No 194 Ukko Rummukainen: Hebisidirakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista.
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—.
- No 195 Metsätilastollinen vuosikirja 1972.
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—.
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.
Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen.
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—.
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.
Timber cutting motives of forest industry enterprises.
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.
Dry-weight scaling based on chip samples.
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimusia Pallarin kantoharvesterista.
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—.