

ODC
232.10
526

FOLIA FORESTALIA 229

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1975

VEIJO HEISKANEN JA PENTTI RIKKONEN

SAHATUKKIEN TODELLISEN KIINTOMITAN
MÄÄRITTÄMISMENETELMÄT

METHODS FOR THE MEASUREMENT OF
SOFTWOOD SAWLOGS

- 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 puutavalarajitaulukot. Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 150
- 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 mittaauksessa 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 kulkuvirrat 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 taimityppiiluokituksen 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 silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun 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: Kylläitehysmenetelmä 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,—
- 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,—

FOLIA FORESTALIA 229

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1975

Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen

SAHATUKKIEN TODELLISEN KIINTOMITAN
MÄÄRITTÄMISMENETELMÄT

Methods for the measurement of softwood sawlogs

SISÄLLYS

1. Johdanto	5
2. Puutavaran mittaussäännön määräykset	7
3. Kappaleittaiset mittaustavat	8
31. Latvaläpimitaan perustuva mittaus	8
311. Käyttö ja perusteet	8
312. Menetelmään liittyvät virhemahdollisuudet	10
3121. Tukin muodon vaihtelut	10
3122. Kuoren määrän vaihtelut	14
3123. Virheiden merkitys	18
313. Menetelmän kehittämisestä	19
314. Menetelmän muuttamisesta	20
32. Keskusläpimitaan perustuva mittaus	21
321. Käyttö ja perusteet	21
322. Menetelmään liittyvät virhemahdollisuudet	21
3221. Keskusmuotoluvun vaihtelut	21
3222. Kuoren määrän vaihtelut	24
3223. Virheiden merkitys	24
33. Tyvi- ja latvaläpimitaan perustuva mittaus	25
34. Usean läpimitan mittaukseen perustuva mittaus	26
4. Tukkierien mittausten menetelmät	27
41. Ksylometrimittaus	27
42. Upotusmittaus	28
Kirjallisuutta	29

SUMMARY

The study deals with existing methods for the measurement of softwood sawlogs, their sources of error and the possibilities of developing them.

The following conclusions were drawn:

Of the unit measuring methods, the present method which is accepted by the measuring parties must obviously be retained for this reason alone. Methods based on the middle diameter and on butt and top diameters are too laborious to be considered. Optical measuring devices are only a theoretical possibility. However, the method accepted by the measuring parties should obviously be developed. The following possibilities were held to be the most purposeful to develop:

1. Measurement of top diameter over bark requires either the acquisition of new material or correction of the present volume calculation figures from the results of RIKKONEN's (1974) bark study. The latter alternative presupposes that the new volume calculation figures are controlled against measurements made in field conditions.

2. The change suggested in item 1 still leaves open the correction of the averageness of the method used. In other words, it is not possible to eliminate the differences between stands or areas by means of the correction presented. Kajaani Oy has in fact asked for correction of the regional volume figure for the Kainuu district and Northern Ostrobothnia (HEISKANEN 1973), and the measuring committee has made similar requests for Southern Ostrobothnia. Indeed, it is probable that the differences between the regions would be corrected if the volume calculation figures were to be made for smaller part areas. However, stand-to-stand differences are encountered also within the part areas, e.g. on moving from the coast to inland or from lower-lying areas to wooded hills and fell slopes.

3. Stand-to-stand differences can be eliminated to some extent by adopting separate volume calculation figures for butt logs and

other logs. An even better system in theory would be to calculate the volume figures by quality, i.e. branchiness, classes. Classification of this kind is subjective, however. Its application necessitates the collection of additional material, whereas classification according to type of log (butt log or another) can probably be done from the materials already collected.

4. If stand-to-stand differences are to be eliminated as thoroughly as possible, two alternatives are available. The first and more accurate is to measure the taper from the sample bolts and from this to select the volume figures to be used on each occasion. Such a method requires the compilation of several volume calculation series for different tapers. To reduce the size of the sample needed, the logs should obviously be distributed into butt logs and other logs and treated separately.

The other alternative is application of volume calculation equations. This is possible, especially if measuring and calculation are performed by an electronic measuring device.

5. Studies have shown that there is a fairly close correlation between the stem characteristics and the form of the logs obtained from them. It might be advisable to examine the feasibility of using this correlation. If this alternative were to prove successful it would be possible in a way to link the log measuring results with the results of measurement on the stump.

6. As regards the bundle measuring methods, the immersion method is a practical substitute for measurement of single logs. Its accuracy and the factors that affect the results obtained should be studied.

7. Measurement on the stump is a good and recommendable measuring procedure. It is based on measurements by sections, and thus the top form factors of the logs in the volume calculation tables are not known. However, it should be remembered that if the minimum diameter of the logs changes the top form factor also changes (RIKKONEN 1970, 1972).

TIIVISTELMÄ

Kappaleittaisista mittaustavoista on nykyinen mittauksen osapuolten latvamittaan perustuva menetelmä ilmeisesti säilytettävä perusmenetelmänä edellä jo esitetyistä syistä. Keskusläpimitaan sekä tyvi- ja latvaläpimitoihin perustuvat menetelmät eivät tule kyseeseen vaivalloisuutensa vuoksi. Optiset ja laser-mittarit muodostavat vain teoreettisen mahdollisuuden. Mittausneuvoston suosittamaa menetelmää olisi kuitenkin ilmeisesti kehitettävä. Eri kehittämismahdollisuuksista todettiin asiaa käsiteltäessä seuraavat tarkoituksenmukaisimmiksi.

1. Siirrytään latvaläpimitan mittaamiseen kuoren päältä, mikä edellyttää joko uuden aineiston hankkimisen tai nykyisten kuutiointilukujen korjaamisen RIKKONEN (1974) kuoritutkimuksen tulosten perusteella. Jälkimmäinen vaihtoehto edellyttää uusien kuutiointilukujen tarkistamisen kentällä tehtävin mittauksin.

2. Edellisessä kohdassa esitetty muutos jättää vielä korjaamatta käytettävän menetelmän keskimääräisyyden. Ts. esitetyllä muutoksella ei saada eliminoiduksi leimikkojen tai alueiden välisiä eroja. Alueittaisia kuutiointilukujen korjauspyyntöjä onkin ehdotettu mm. Kainuuseen ja Pohjois-Pohjanmaalle Kajaani Oy:n taholta (HEISKANEN 1973) ja Etelä-Pohjanmaalle a.o. mittaustoimikunnan puolesta. Onkin todennäköistä, että alueiden väliset erot tulisivat korjatuksi, jos kuutiointiluvut tehtäisiin pienempiä osa-alueita varten. Leimikkojen välisiä eroja esiintyy kuitenkin myös osa-alueiden sisällä esim. siirryttäessä rannikolta sisämaahan tai alavamilta alueilta vaaroille ja tunturien rinteille.

3. Leimikkojen väliset eroavuudet voidaan jossakin määrin eliminoida siirtymällä erillisiin kuutiointilukuihin tyvitukkeja ja erillisiin lukuihin muita tukkeja varten. Vielä parempi järjestelmä olisi teoriassa se, että kuutiointiluvut laskettaisiin laatu- eli oksaisuusluokittain. Tämän

kaltainen luokitus on kuitenkin subjektiivinen. Sen soveltaminen vaatii ehdottomasti myös lisäaineistojen keruuta, kun taas tukkilajin (tyvi tai muu) mukainen erottelu voitaneen suorittaa jo kerättyjen aineistojen perusteella.

4. Jos leimikoittaiset erot pyritään eliminoidaan mahdollisimman tarkoin, on käytettävissä kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen ja tarkempi on se, että koepölkkyistä mitataan kapenemiset, joiden perusteella valitaan kulloinkin käytettävät kuutiointiluvut. Tällaisessa menetelmässä on syytä laatia useita kuutioimisluokusarjoja erilaisen kapenemisten mukaisesti. Tukit olisi ilmeisesti tarvittavan otoksen pienentämiseksi jaettava tyvitukkeihin ja muihin tukkeihin, jotka siis käsiteltäisiin erikseen.

Toisena vaihtoehtona on kuutioimisyyhtälöiden soveltaminen. Se on mahdollista erityisesti jos mittaus ja laskenta tapahtuu elektronista mitauslaitetta käyttäen.

5. Tutkimukset ovat osoittaneet, että rungon ominaisuuksien ja siitä saatavien tukkien muodon välillä vallitsee melko vahva riippuvuus. Saattaisi olla syytä selvittää tämän riippuvuuden hyväksikäyttömahdollisuudet. Jos tämä vaihtoehto onnistuisi, saataisiin tukkien mittaustulokset sidotuksi tavallaan pystymittauksen tuloksiin.

6. Niputtaisista mittaustavoista on upotusmittaus käyttökelpoinen korvaamaan tukeittaiset mittaukset. Sen tarkkuus ja saataviin tuloksiin vaikuttavat tekijät olisi selvitettävä tutkimuksin.

7. Muista mittausmenetelmistä on pystymittaus hyvä ja suositeltava. Se perustuu pätkittäin tehtyihin mittauksiin, joten ei ole tiedossa ko. kuutioimistaulukoiden tukkien latvamuotolukuja. On kuitenkin muistettava, että jos tukkien vähimmäisläpimittaa muutetaan, muuttuu myös latvamuotoluku (RIKKONEN 1970, 1972).

1. JOHDANTO

Sahatukkien todellisen kiintomitan määrittämisessä voidaan meillä sovelletun kuorettoman latvaläpimitan ja tukin koko pituuden mittaukseen sekä latvamuotolukujen käyttöön perustuvan mentelmän lisäksi käyttää monia muitakin menetelmiä. Kun sanottu menetelmä perustuu keskiarvoihin, on sitä monesti arvosteltu varsinkin puutavaran myyjien ja työntekijöiden

taholta. Tästä syystä on katsottu tarpeelliseksi analysoida tarkemmin nyt käytössä olevaa menetelmää ja tarkastella sen erilaisia soveltamismahdollisuuksia sekä esitellä muita kyseeseen tulevia menetelmiä.

Seuraavat järeän puun mittausmenetelmät ovat käytettävissä (taulukko 1). Ne esitetään seuraavassa vain tarvittavan läpimitan mittauskohdan

Taulukko 1. Sahatukkien todellisen kuorellisen kiintomitan mittauksessa kysymykseen tulevat menetelmät ja niissä tarvittavat muuntoluvut.	<i>Table 1. Methods that come into question in the measurement of the actual unbarked solid volume of sawlogs, and the conversion factors needed for these methods.</i>
Kappalettaiset menetelmät	Per log methods
<p>1. Läpimitan mittaus latvasta.</p> <p>A. Kuoren alta: Latvamuotoluku, keskusmuotoluku ja kuorikorjauskerroin (kuorell.: kuoreton).</p> <p>B. Kuoren päältä: Latvamuotoluku, keskusmuotoluku ja kuorikorjauskerroin (kuorell.: latvakuori).</p> <p>2. Läpimitan mittaus pituuden puolivälistä.</p> <p>A. Kuoren alta: Keskusmuotoluku ja kuorikorjauskerroin (kuorell.: kuoreton).</p> <p>B. Kuoren päältä: Keskusmuotoluku ja kuorikorjauskerroin (kuorell.: keskuokuori).</p> <p>3. Läpimitan mittaus tyvestä ja latvasta.</p> <p>A. Kuoren alta: Tyvilatvamuotoluku ja kuorikorjauskerroin (kuorell.: kuoreton).</p> <p>B. Kuoren päältä: Tyvilatvamuotoluku ja kuorikorjauskerroin (kuorell.: $\frac{\text{tyvikuori} + \text{latvakuori}}{2}$).</p> <p>4. Useiden läpimittojen mittaus.</p> <p>A. Kuoren alta: Kuorikorjauskerroin (kuorell.: kuoreton).</p> <p>B. Kuoren päältä: Ei muuntolukuja.</p>	<p>1. Measurement of diameter at the top.</p> <p>A. Inside the bark. Top form factor, middle form factor and bark correction coefficient (unbarked, barked).</p> <p>B. Over the bark. Top form factor, middle form factor and bark correction coefficient (unbarked, top bark).</p> <p>2. Measurement of the half-way diameter.</p> <p>A. Inside the bark. Middle form factor and bark correction coefficient (unbarked, barked).</p> <p>B. Over the bark. Middle form factor and bark correction coefficient (unbarked, middle bark).</p> <p>3. Measurement of diameter at the butt and top.</p> <p>A. Inside the bark. Butt top form factor and bark correction coefficient (unbarked, barked).</p> <p>B. Over the bark. Butt top form factor and bark correction coefficient (unbarked, $\frac{\text{butt bark} + \text{top bark}}{2}$).</p> <p>4. Measurement of several diameters.</p> <p>A. Inside the bark. Bark correction coefficient (unbarked, barked).</p> <p>B. Over the bark. No conversion factors.</p>
Erittäiset menetelmät (kuorelliset tukit).	<i>Methods for bundles (unbarked logs).</i>
<p>5. Tilavuuspaino-otanta: Tilavuuspaino.</p> <p>6. Ksylometrimittaus: Ei muuntolukuja.</p> <p>7. Uputusmittaus: Ei muuntolukuja.</p>	<p>5. Green density sampling: Green density.</p> <p>6. Xylometry: No conversion factors.</p> <p>7. Immersion method: No conversion factors.</p>

ja tarvittavan muotoluvun perusteella. Voidaan näet lähteä siitä, että pituutena käytetään kaikissa mittaustavoissa poikkileikkauspintojen lyhintä väliä, kuten puutavaran mittaussäännössä määrätään.

1. Latvaläpimitta, latvamuotoluku ja keskusmuotoluku.
2. Keskusläpimitta ja keskusmuotoluku.
3. Tyvi- ja latvaläpimitat sekä tyvi- ja latvamuotoluku.

Nämä kaikki ovat *kappaleittaisia* mittaus-tapoja, joista puutavaran mittaussääntö tuntee tavat 1 ja 2, kuten jäljempänä esitetään. Ne perustuvat saksilla suoritettavaan läpimitan mittaukseen. Tapaa 1, joka on tällä hetkellä yleisin metsämittausten menetelmä, voidaan soveltaa kuitenkin myös sahojen automaattisessa mittaamisessa.

Tieteellisenä mittaustapana on syytä mainita pätkittäinen mittaus, jossa jokaisesta pölkystä mitataan useampia läpimittoja, joiden avulla saadaan tulokseksi tarkka todellinen kiintomitta. Tarkka todellinen kiintomitta voidaan selvittää myös pölkkyttain ksylometrimittauksella, jossa selvitetään mitattavan tukin kiintomitta sen syrjäyttämän nestemäärän tilavuuden perusteella. Pölkkyttain sovellettuna menetelmä on kuitenkin epätarkka ja vaivalloinen.

4. Useampien läpimittojen mittaus sahan automaattimittauslaitteella on myös pölkkyttäinen mittaustapa, joka antaa tulokseksi — jollei mittausvirheitä tukkiin jääneen kuoren tai rikkoutuneen pinnan takia tapahdu — erittäin tarkan todellisen kiintomitan. Tätä mittausta tuskin kuitenkaan voidaan käyttää puutavaran mittaustavan tarkoituksena luovutusmittana, vaikka Ruotsissa tiettävästi näin tapahtuikin.

5. Mittaus ksylometrillä niputtain.

6. Mittaus Arkimedeen lakiin perustuvilla upotusmittareilla niputtain.

7. Mittaus punnitsemalla ja tuloksen muuntaminen todelliseksi kiintomitaksi. Muuntolukuna tarvitaan kiintomitan ja painon suhdetta osoittava kerroin.

Nämä kolme viimeksi mainittua menetelmää, n:ot 5—7, ovat *eräkohtaisia*. Niillä ei saada selville yksittäisen tukin kiintomittaa, vaan tarkoituksena on mitata yhdellä kerralla tukkinipun tai autokuorman kaikkien tukkien yhteinen todellinen kiintomitta. Menetelmät 5 ja 6 ovat oikein ja huolellisesti käytettyinä erittäin tarkkoja mittaustapoja. Tosin ksylometrimittaus on meillä vielä vain teoreettinen mahdollisuus.

8. Pystymittaus on myös meillä yleinen mittaustapa, jossa puutavaralajikautuma kuitenkin määräytyy osaksi laskennallisesti eikä mittaukseen perustuen.

Kuten edellä mainittiin, tässä tutkielmassa on tarkoituksena tarkastella havusahatukkien mittausten menetelmiä ja niiden luotettavuutta käytännön luovutusmittauksissa. Eensisijaisena tarkoituksena on tarkastella nykyään käytössä olevaa osapuolten hyväksymää menetelmää, sen virhemahdollisuuksia sekä menetelmän kehittämistarvetta ja -mahdollisuuksia. Muita menetelmiä selostetaan siinä määrin, että voidaan osoittaa niiden tarkkuus ja käyttömahdollisuudet sekä niissä saatavan tuloksen suhde latvaläpimitaan ja latvamuotolukuun perustuvan menetelmän tulokseen sekä niiden sopivuus Mittausneuvoston kehittämään latvakiintomitan ja latvamuotoluvun kautta kulkevan menetelmän tarkistusmittauksiin.

9. Lisäksi voidaan tukkierän kiintomitta määrittää myös kehysmittausta ja otantaä käyttäen. Tämä menetelmä jätetään tässä yhteydessä käsittelemättä ja sen osalta viitataan LEINosen (1973) tutkielmaan, jossa todetaan, että pino-mittaus (kehysmittaus) otantaan yhdistettynä voi olla tietyissä olosuhteissa käyttökelpoinen myös sahatukkien autokuormamittauksessa. Se ei kuitenkaan vedä tarkkuudeltaan vertoja kappaleittaisille stereometrisille menetelmille.

Myös sahatukkien painomittaus jää käsittelyn ulkopuolelle, vaikka sitäkin voidaan käyttää teollisuuslaitoksilla sahatukkien todellisen kiintomitan määrittämiseen.

2. PUUTAVARAN MITTAUSSÄÄNNÖN MÄÄRÄYKSET

Puutavaran mittaussäännön (163/69) mukaan voidaan sahatukin kiintomitta määrätä joko teknillisenä tai todellisena kiintomittana. Asetuksessa puutavaran mittaussäännön muuttamisesta (753/72) määrätään eri mittaustapojen käytöstä seuraavaa (1 §). »Jollei toisin ole sovittu, määritetään luovutus- ja työmittauksessa järeän puutavarapölkyn kiintomitta todellisena kiintomittana».

Edelleen määritellään uudessa asetuksessa kaksi erilaista pyöreän puutavarapölkyn »teknillistä» kiintomittaa, nimittäin keskuskiintomitta ja latvakiintomitta seuraavasti (2 §).

»Pyöreän puutavarapölkyn todellinen kiintomitta määritetään muuntamalla keskusläpimitaan perustuva kiintomitta (latvakiintomitta) todelliseksi kiintomitaksi käyttämällä 30 §:ssä tarkoitettuja muuntolukuja.

Jollei toisin ole sovittu, määritetään järeän havupuupölkyn todellinen kiintomitta latvakiintomitan perusteella. Muun puutavarapölkyn todellinen kiintomitta määritetään keskuskiintomitan perusteella.»

Sanotussa 30 §:ssä todetaan, että »metsäntutkimuslaitos vahvistaa muuntoluvut, joita käyttäen muunnetaan

1. keskuskiintomitta todelliseksi kiintomitaksi
2. latvakiintomitta todelliseksi kiintomitaksi».

Ko. muuntolukuja ei ole vielä vahvistettu osittain sen vuoksi, että asiaa selvittävät aineistot ovat puutteellisia. Latvakiintomitan muuntamista koskevat luvut on jo julkaistu Uudistuva puutavaran mittaus -kirjasessa (vrt. HEISKANEN JA RIKKONEN 1971 a, 1971 b).

Keskuskiintomitan mittaamisesta määrätään 2 a §:ssä seuraavaa. »Keskuskiintomitta määritetään ympyrälierionä, jonka korkeutena on katkaisupintojen lyhimmältä väliltä mitattu pölkyn pituus ja jonka kannan halkaisijana on pituuden puolivälistä mitattu pölkyn paksuus. Pituuteen ei kuitenkaan sisällytetä sitä osaa,

jossa vesenne ulottuu yli poikkileikkauspinnan halkaisijan kolmanneksen.

Pölkyn pituuden mittaamisessa käytetään tasaavaa desimetriä tai puolen jalan luokitusta ja paksuuden mittaamisessa tasaavaa senttimetrin tai puolen tuuman luokitusta. Milloin pölkyt on valmistettu määräpituusiksi, käytetään pölkyn pituutena sen nimellispituutta.

Jollei toisin ole sovittu, mitataan järeän lehtipuupölkyn pituus kuitenkin 3 desimetrin luokitusta käyttäen sekä paksuus 2 senttimetrin tasaavaa luokitusta käyttäen. Milloin pölkyt on valmistettu määräpituusiksi, saavat pituudet poiketa sovituista pituuksista enintään 3 senttimetriä. Jos pölkyt on valmistettu vapaanpituusiksi, mitataan pituus tasaavaa luokitusta käyttäen.

Mitä 3. momentissa on säädetty vapaanpituisten järeiden lehtipuupölkkyjen mittauksesta, voidaan, jos asianosaiset ovat niin sopineet, soveltaa muunkin vapaanpituisten puutavaran mittaukseen.

Pölkyn paksuus mitataan kuoren päältä, jollei toisin ole sovittu. Jos pölkyn puolivälissä on oksapaisuma tai muu paksunnos, määritetään paksuus paksunnoksen ulkopuolelta kahden yhtä kaukana puolivälistä mitatun läpimitan keskiarvona.»

Latvakiintomitan määrittämisestä annetaan määräykset asetuksen 2 b §:ssä. Latvakiintomitta määritetään ympyrälierionä, jonka korkeutena on 2 a §:n 1. momentissa säädetyllä tavalla mitattu pölkyn pituus ja jonka kannan halkaisijana on pölkyn latvasta mitattu paksuus.

Pölkyn pituus määritetään 3 desimetrin luokitusta käyttäen. Milloin pölkyt on valmistettu määräpituusiksi, saavat pölkkyjen pituudet poiketa sovituista pituuksista enintään 3 senttimetriä. Jos pölkyt on valmistettu vapaanpituusiksi, mitataan pituus tasaavaa luokitusta käyttäen.

Pölkyn paksuus mitataan enintään 3 senttimetrin etäisyydeltä latvasta käyttämällä tasaavaa 2 senttimetrin luokitusta. Jos pölkky on yli 61 desimetriä pitkä, mitataan paksuus kuitenkin enintään 61 desimetrin etäisyydeltä tyvipäästä.

Pölkyn paksuus mitataan kuoren alta, jollei toisin ole sovittu. Jos paksuuden mittauskohdassa on oksapaisuma tai muu paksunnos, mitataan paksuus siitä, missä paksunnoksen vaikutus tyveen päin mentäessä päättyy.

Luokitusta ja mittaussuunnasta määrätään 3 §:ssä seuraavaa. Tasaavaa luokitusta käytettäessä mittaustulos luetaan kuuluvaksi siihen luokkaan, jonka keskus on mittaustulosta lähimpänä. Jos mittauksen tulos on luokkarajalla, luetaan se kuuluvaksi ylempään luokkaan.

Edellä 2 a ja 2 b §:ssä tarkoitetut pölkyn paksuudet mitataan vaakasuorassa suunnassa. Huomattavasti soikeista pölkkyistä mitataan kaksi toisiaan vastaan kohtisuorassa suunnassa olevaa läpimittaa, joiden keskiarvo on pölkyn paksuus.

Muista sahatukkien mittaustavoista mainitaan puutavaran mittaussäännössä:

— Teknillisen kiintomitan mittaus, joka jätetään tässä yhteydessä käsittelemättä, kun tarkasteltavana on todellisen kiintomitan mittaaminen. Todettakoon kuitenkin, että mittaussäännön mukaan tulee Metsäntutkimuslaitoksen vahvistaa ne muuntoluvut, joilla teknillinen kiintomitta muunnetaan todelliseksi kiintomittaksi. Nämä muuntoluvut on julkaistu Metsäntutkimuslaitoksen päätöksessä v. 1969 (FF 57).

— Puutavaranipun kiintomitan mittaus, josta määrätään puutavaran mittaussäännön 11 §:ssä seuraavaa:

»Puutavaranipun todellinen kiintomitta määritetään mittaamalla veteen uopetun nipun syrjäyttämä vesimäärä.

Nipun siteiden sekä nipussa olevan lumen, jään tai muun asiaankuulumattoman vaikutus otetaan huomioon mittaustuloksessa.

Pyytäessä virallisen mittaajan toimitusta puutavaranipun kiintomitan määrittämiseksi, tulee tarvittava laite antaa korvauksetta virallisen mittaajan käytettäväksi.»

— Rungon kiintomitan mittaus, jota koskeva mittaussäännön 10 § kuuluu seuraavasti:

»Rungon todellinen kiintomitta määritetään rungon pituuteen ja kuoren päältä mitattuun paksuuteen sekä rungon muotoon perustuvia vahvistettuja kuutioimistaulukoita käyttäen.»

Tällaiset kuutioimistaulukot on vahvistettu Metsäntutkimuslaitoksen toimesta v. 1969 tehdyssä päätöksessä (FF 57), jossa on erikseen taulukot, joista saadaan selville eri puutavarylajien osuudet ja määrät teknillisinä kiintomittoina ja pinomittoina. Kun nyt on siirrytty todellisen kiintomitan käyttöön, Metsäntutkimuslaitos teki v. 1974 uuden päätöksen puutavarylajien kiintomittaisista jakautumista. Päätös julkaistaan Folia Forestalia -sarjan numerona 206.

3. KAPPALEITTAISET MITTAUSTAVAT

31. Latvaläpimitaan perustuva mittaustapa

311. Käyttö ja perusteet

Puutavarakupan osapuolten keskinäisellä sopimuksella käyttöön ottama ja v. 1972 annettu asetuksenmuutoksen jälkeen myös puutavaran

mittaussäännön mukainen havutukkien mittaamenetelmä on pääpiirteittäin seuraava (vrt. »Uudistuva . . .«).

Läpimitta mitataan latvaleikkauksesta tai enintään 3 cm:n päästä siitä vaakasuorassa suunnassa kuoren alta tasaavaa 2 cm:n luokitusta (parittomat cm:t) käyttäen. Lehtipuutukin läpi-

mitta mitataan kuitenkin tukin keskeltä. *Pituus* mitataan katkaisupintojen lyhimmältä väliltä. Pituusluokat määräytyvät siten, että minimipituus on 31 dm, josta lähtien luokat määräytyvät 3 dm:n kerrannaisvälein (31, 34, 37 jne. dm). Määräpituiseksi katkottujen tukkien pituudet saavat poiketa em. pituuksista enintään ± 3 cm. Silmävaraisesti katkottujen tukkien pituuden mittauksessa käytetään kuitenkin tasaavaa luokitusta, jolloin pituus pyöristetään lähimpään luokkaan (luokat edellä mainitut). *Kuutiointi* tapahtuu havutukeilla latvamuotoluokun ja keskusmuotoluokun perustuvilla, erikseen kuusella ja männyllä sekä erikseen Etelä-Suomella ja Pohjois-Suomella lasketuilla kuutiointiluvuilla läpimittaluokittain. Nämä kuutiointiluvut vastaavat puutavaran mittaussäännössä tarkoitettuja muuntolukuja, joilla latva-kiintomitta muunnetaan todelliseksi kiintomittaksi (Taulukko 2). Kiintomitta saadaan todelli-

sina kuorellisina kuutiometreinä. Lehtipuutukien kuutiointi tapahtuu käyttämällä lieriön tilavuuteen perustuvia kuutiointilukuja.

Havutukien kuutiointiluvut on laadittu Metsäntutkimuslaitoksessa ja ne perustuvat ratkaisevimman tekijän, tukin keskikohdan ja latvan välisen kapenemisen osalta sahatukien mittaus- ja hinnoittelututkimuksen tietoihin (HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 a, 1971 b). Tukin tarkemmin määritellyn muodon osalta käytettiin ARON ja RIKKOSEN (1966) selvitysten perusteella laadittuja ns. keskusmuotolukuja. Kuoren keskimääräisinä, kuorellisesta kiintomittasta määriteltynä osuuksina käytettiin jo pitkään Tapion Taskukirjassa esitettyjä seuraavia lukuja

Mä E-S	Ku E-S	Mä P-S	Ku P-S
12 %	12 %	13 %	16 %

Taulukko 2. Havusahatukien yksikkökuutioluvut (Uudistuva puutavaran mittaus).
Table 2. Unit volume figures for softwood sawlogs. (Levelling classification).

Latvaläpimittaluokka kuoren alta cm ¹⁾ Top diameter class without bark ¹⁾	Etelä-Suomi — South Finland		Pohjois-Suomi — North Finland	
	Mänty — Pine	Kuusi — Spruce	Mänty — Pine	Kuusi — Spruce
13**	0.0207	0.0247	0.0216	0.0261
15	0.0261	0.0280	0.0268	0.0304
17	0.0324	0.0334	0.0333	0.0366
19	0.0395	0.0405	0.0408	0.0443
21	0.0473	0.0482	0.0493	0.0531
23	0.0565	0.0573	0.0587	0.0629
25	0.0668	0.0673	0.0691	0.0735
27	0.0782	0.0783	0.0799	0.0846
29	0.0903	0.0901	0.0917	0.0963
31	0.1030	0.1026	0.1047	0.1087
33	0.1165	0.1160	0.1178	0.1214
35	0.1308	0.1296	0.1315	0.1345
37	0.1459	0.1441	0.1461	0.1484
39	0.1617	0.1594	0.1621	0.1628
41	0.1784	0.1753	0.1789	0.1780
43	0.1956	0.1915	0.1960	0.1943
45	0.2134	0.2090	0.2139	0.2123
47	0.2321	0.2273	0.2327	0.2306
49	0.2516	0.2461	0.2525	0.2501
51	0.2719	0.2658	0.2725	0.2699

¹⁾ Tasaava luokitus.

¹⁾ Rounded off to the nearest units

Taulukko 3. Esimerkki erilaisten luokitusten vaikutuksesta latvamuotolukuun. Mänty, Etelä-Suomi.
 Table 3. Example of the effect of different classifications on the top form factor. Pine, South Finland.

Dl, cm	Luokitus — Classification					
	2 cm:n aleneva 2 cm descending	1 cm:n aleneva 1 cm descending	½ cm:n aleneva ½ cm descending	Dl, " inches	1" aleneva 1 in. descending	½" aleneva ½ in. descending
13	1.792	1.693	1.644	5	1.872	1.740
17	1.610	1.534	1.492	6	1.721	1.608
21	1.525	1.458	1.426	7	1.629	1.534
25	1.504	1.445	1.417	8	1.547	1.484
29	1.493	1.444	1.419	9	1.535	1.466
33	1.475	1.432	1.411	10	1.525	1.461

Näiden lukujen pohjalta määritettiin läpimitta-
 luokittaiset kuorikorjauskertoimet jakamalla kes-
 kimääräinen kuorimäärä läpimittaluokkiin em.
 mittaus- ja hinnoittelututkimuksessa (HEISKA-
 NEN 1970 a) saatujen läpimittaluokittaisten
 kuorisuhteiden avulla.

Yksinkertaistetussa muodossa ilmenee latva-
 muotolukujen laskenta seuraavasta kaavasta:

$$LML_t = K \cdot KML \cdot LML_k, \quad \text{jossa}$$

LML_t = todellinen latvamuotoluku eli to-
 dellinen kuorellinen kiintomitta/
 kuoreton latvakiintomitta,

K = kuorikorjauskertoimen eli todellinen
 kuorellinen kiintomitta/ todellinen
 kuoreton kiintomitta,

KML = keskusmuotoluku eli kuoreton to-
 dellinen kiintomitta/kuoreton kes-
 kusiintomitta ja

LML_k = keskuskiintomitan mukainen latva-
 muotoluku eli kuoreton keskus-
 kiintomitta/kuoreton latvakiinto-
 mitta.

Latvamuotoluvut laadittiin vastaamaan Etelä-
 Suomen alueella 49 dm:n ja Pohjois-Suomen
 alueella 47.5 dm:n keskipituuksia. Näistä keski-
 pituuksista poikkeavia keskipituuksia varten
 laadittiin seuraavat korjausluvut.

E-S Mä	E-S Ku	P-S Mä	P-S Ku
0.35 %	0.40 %	0.40 %	0.50 %

Luvut ilmaisevat, kuinka monta prosenttia
 yhtä pituuseron desimetriä kohden olisi kuutio-
 määrään lisättävä, jos tukkierän keskipituus on
 em. peruskeskipituutta suurempi tai vastaavasti
 kuutiomäärästä vähennettävä, jos erän keski-

pituus on peruskeskipituutta pienempi (vrt.
 HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b).

312. Menetelmään liittyvistä virhemahdollisuuksista

3121. Tukin muodon vaihtelut

Kun tukkien kuutiointi perustuu kuoren alta
 tasaavasti mitattuun läpimittaan ja läpimitta-
 luokittaisiin luokkakeskuksen ja latvamuoto-
 luvun mukaan määräytyviin kuutiointilukuihin
 aiheutuu yksittäisen tukin kuutiointissa virhettä
 seuraavista syistä.

— tukin muoto vaihtelee

— tukin kuoriprosentti vaihtelee

— tukin tarkka läpimitta ei tavallisesti ole
 sama kuin läpimittaluokan luokkakeskus

— tukin poikkileikkauksen muoto vaihtelee.

Kahteen viimeksi mainittuun virhelähteeseen ei
 tässä lähemmin puututa, mutta korostetaan sitä,
 että tällä on merkitystä eniten pienemmissä
 läpimittaluokissa. Nüssä jakautuma on yleensä
 sillä tavoin vino, että todellinen keskiarvo on
 luokkakeskiarvoa suurempi (vrt. RIKKONEN
 1973).

Käsillä olevassa luvussa tarkastellaan lähem-
 min muodon aiheuttamia virheitä, jolloin muotoon
 vaikuttavaksi tekijäksi luetaan kuuluvaksi
 myös tukin pituus. Muotoon liittyvien tekijäin
 vaikutus voidaan yksinkertaistaen pelkistää seu-
 raavasti. Tukin latvamuotoluku on sitä suurempi
 mitä voimakkaammin tukki kapenee ja sitä suu-
 rempi mitä pitempi on tukki.

Kumpikin lisätoteamus tarvitsee hieman lisä-
 tarkastelua.

Kapenemisen vaikutus on erilainen eri läpimittaluokissa, sillä mitä järeämpi on tukki, sitä vähemmän samansuuruinen kapeneminen vaikuttaa latvamuotolukuun.

Kun kapeneminen kaikkein järeimpiä tukkeja lukuunottamatta pienenee järeiden suure-

nessa, vaikuttaa järeys varsin voimakkaasti latvamuotolukuun siten, että latvamuotoluku pienenee järeiden suurenessa.

— Tyvitukkien latvamuotoluku on pienempi kuin muiden tukkien (taulukot 4 ja 5). Jos välija latvatukit erotetaan, on välitukkien latva-

Taulukko 4. Männyn tyvitukkien ja muiden tukkien latvamuotoluvut Heiskanen ja Rikkosen (1971 b) mukaan.

Table 4. Top form factors of pine butt logs and other logs, according to Heiskanen and Rikkonen (1971 b).

DI ¹⁾	Etelä-Suomi — South Finland		Pohjois-Suomi — North Finland	
	Tyvet — Butts	Muut — Others	Tyvet — Butts	Muut — Others
13	1.350	1.565	1.460	1.607
14	1.321	1.522	1.389	1.583
15	1.307	1.479	1.363	1.515
16	1.274	1.445	1.327	1.500
17	1.248	1.404	1.293	1.502
18	1.228	1.366	1.267	1.479
19	1.238	1.323	1.260	1.404
20	1.215	1.302	1.241	1.402
21	1.205	1.285	1.235	1.335
22	1.199	1.257	1.232	1.338
23	1.199	1.250	1.216	1.321
24	1.179	1.240	1.217	1.332
25	1.178	1.210	1.194	1.266
26	1.179	1.209	1.191	1.293
27	1.182	1.230	1.201	1.242
28	1.175	1.199	1.169	1.256
29	1.166	1.183	1.195	1.249
30	1.158	1.233	1.189	1.232

¹⁾ Aleneva luokitus.

¹⁾ Descending classification.

Taulukko 5. Kuusen tyvitukkien ja muiden tukkien latvamuotoluvut Heiskanen ja Rikkosen (1971 b) mukaan.

Table 5. Top form factors of spruce butt logs and other logs, according to Heiskanen and Rikkonen (1971 b).

DI ¹⁾	Etelä-Suomi — South Finland		Pohjois-Suomi — North Finland	
	Tyvet — Butts	Muut — Others	Tyvet — Butts	Muut — Others
13	1.393	1.629	1.581	1.792
14	1.425	1.560	1.559	1.613
15	1.344	1.477	1.486	1.589
16	1.332	1.443	1.447	1.503
17	1.309	1.435	1.409	1.464
18	1.282	1.420	1.381	1.471
19	1.259	1.368	1.365	1.410
20	1.253	1.340	1.353	1.384
21	1.256	1.333	1.331	1.284
22	1.245	1.299	1.317	1.348
23	1.236	1.287	1.319	1.363
24	1.236	1.314	1.299	1.366
25	1.206	1.289	1.312	1.238
26	1.209	1.250	1.298	1.316
27	1.217	1.305	1.272	—
28	1.221	1.263	1.281	—
29	1.196	1.248	1.230	—
30	1.200	1.276	1.228	—

¹⁾ Aleneva luokitus.

¹⁾ Descending classification.

Taulukko 6. Oksaisuusluokan vaikutus mänty- ja kuusitukkien latvamuotolukuun Etelä-Suomessa Heiskanen mukaan.

Table 6. Effect of branchiness class on the top form factor of pine and spruce logs in South Finland, according to Heiskanen.

D _l , cm	Mänty — Pine				Kuusi — Spruce			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	Latvamuotoluku — Top form factor							
14	1.33	1.36	1.52	1.69	1.41	1.43	1.58	1.71
16	1.28	1.30	1.42	1.54	1.30	1.34	1.46	1.62
18	1.24	1.24	1.32	1.45	1.27	1.30	1.42	1.51
20	1.23	1.22	1.28	1.36	1.24	1.27	1.34	1.41
22	1.20	1.20	1.24	1.27	1.23	1.25	1.30	1.44
24	1.18	1.18	1.21	1.28	1.22	1.24	1.31	1.55
26	1.20	1.17	1.19	1.23	1.20	1.21	1.24	..
28	1.15	1.19	1.19	1.24	1.22	1.23	1.21	1.22
30	1.18	1.18	1.15	..	1.22	1.19	1.28	..

muotoluku pienempi kuin tyvitukkien, joita huonompimuotoisia ovat latvatukit (esim. LAASASENAHO ja SEVOLA 1972).

— Latvamuotoluku on sitä suurempi mitä oksaisempia ja huonolaatuisempia tukit ovat. Tosin männyllä on I ja II luokan välinen tämän-suuntaisien riippuvuus ilmeisen vähäinen (ARO ja RIKKONEN 1966). Taulukossa 6 on esitetty uusia tuloksia Etelä- ja Pohjois-Suomesta kerätyistä aineistoista, johon sisältyvät myös IV luokan tukit eli raakkitukit. Siitäkin ilmenee, että I ja II luokka eroavat vain vähän toisistaan, mutta III ja varsinkin IV luokan tukkien latvamuotoluvut ovat selvästi u/s-tukkien latvamuotolukuja huonommat.

— Tukkien kapeneminen ja latvamuotoluku riippuu alueellisesta sijainnista mikä on otettu, kuten edellä on mainittu, huomioon voimassa olevien kuutiointilukujen laadinnassa jakamalla maa Etelä- ja Pohjois-Suomen alueisiin (vrt. ARO ja RIKKONEN 1966, HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, HEISKANEN 1973). LAASASENAHO ja SEVOLA (1972) toteavat kuitenkin tutkimuksessaan, että »maantieteellinen sijainti ei tunnu (siten) kovinkaan selvältä tekijältä latvamuotolukualueiksi. Päävastaiseen viittaavat kuitenkin eri puolilla Suomea suoritettut mittaustutkimukset, joissa saatuja kuoretomia tukin keskustan ja latvan välisiä kapenemisiä on esitetty em. tutkimusten lisäksi mm. HEISKANEN (1974) tutkimuksessa.

— Alueellisissa eroissa on ilmeisesti kysymys ainakin osaksi kasvupaikan laadusta, joka todennäköisesti on kapenemisen kautta latvamuotolukuun vaikuttava tekijä. Tutkimustuloksia ei tietävästi ole kuitenkaan olemassa.

Latvamuotolukuun leimikossa tai tukkierässä sekä kapenemisen että järeyden kautta vaikuttavia tekijöitä ovat RIKKOSEN (1970, 1972) mukaan rungon kiintomitta, sahapuun minimiläpimitta ja sahapuun minimilaatu.

Näiden tutkimusten tulokset sahapuun minimiläpimitan vaikutuksen osalta on esitetty taulukoissa 7 ja 8 erikseen männylle ja erikseen kuuselle. Niistä havaitaan, että vähimmäisläpimitan suuretessa tukkien keskimääräinen latvamuotoluku pienenee pienikokoisissa rungoissa selvästi ja suurikokoisissa rungoissa vain vähän tai pysyy samana.

Rungon järeyden vaikutuksesta tehdyt selvitykset osoittavat, että rungon rinnankorkeusläpimitan suuretessa tukkien keskimääräinen latvamuotoluku aluksi suurenee ja alkaa maksiminsa, 25—30 cm:n rinnankorkeusläpimitassa, saavutettuaan jälleen laskea. Onkin korostettava, että minimiläpimitan tai laatuvaatimusten muuttaminen puoleen tai toiseen saa aikaan, että yleisesti hyväksytyt muuntoluvut eivät pidä paikkaansa. Sama on asianlaita, jos osa tukeista tehdään erikoispuutavaraksi.

Edellä tehdyt toteamukset on siis tehty lähtien siitä että tukkipituus on sama.

Taulukko 7. Tukin vähimmäisläpimitan vaikutus mäntyrungosta saatavien tukkien keskimääräiseen latvamuotolukuun Rikkosen mukaan.

Table 7. Effect of the minimum log diameter on the average top form factor of logs obtained from a pine stem, according to Rikkonen.

D 1.3, cm	Minimiläpimita, tuumaa — Minimum diam, inches			
	4 1/2"	5 1/2"	6 1/2"	7 1/2"
17	1.512	1.472	—	—
19	1.530	1.497	1.356	—
21	1.507	1.465	1.423	1.371
23	1.468	1.448	1.401	1.323
25	1.498	1.484	1.448	1.439
27	1.482	1.473	1.453	1.428
29	1.461	1.454	1.442	1.448
31	1.466	1.467	1.455	1.436
33	1.437	1.436	1.428	1.419
35	1.449	1.448	1.448	1.431
37	1.459	1.459	1.460	1.451
39	1.446	1.446	1.446	1.442
41	1.376	1.376	1.374	1.359
43	1.433	1.433	1.433	1.431
45	1.474	1.474	1.474	1.474
47—	1.447	1.447	1.447	1.447
17—47—	1.465	1.458	1.441	1.425

Taulukko 8. Tukin vähimmäisläpimitan vaikutus kuusirungosta saatavien tukkien keskimääräiseen latvamuotolukuun Rikkosen mukaan.

Table 8. Effect of the minimum log diameter on the average top form factor of logs obtained from a spruce stem, according to Rikkonen.

D _{1.3} , cm	Minimiläpimita, tuumaa — Minimum diam, inches			
	5	6	7	8
Latvamuotoluku — Top form factor				
17	1.466	—	—	—
19	1.502	1.430	—	—
21	1.526	1.468	1.378	—
23	1.538	1.494	1.436	1.308
25	1.538	1.504	1.454	1.390
27	1.531	1.501	1.458	1.410
29	1.516	1.491	1.456	1.418
31	1.500	1.480	1.450	1.420
33	1.482	1.465	1.444	1.422
35	1.463	1.450	1.436	1.420
37	1.444	1.434	1.424	1.410
39	1.420	1.412	1.406	1.396
41	1.388	1.384	1.380	1.374

Myös pituuden vaikutuksia tarkasteltaessa on asian selventämiseksi lähdettävä muiden tekijän vakioimisesta. Pituuden itsestäänselvältä näyttävä vaikutus latvamuotolukuun pitää paikkansa nimittäin vain edellytyksellä, että kapeneminen ei tukin pidetessä vastaavasti pienene. Käytännössä tehdään tavallisesti solakoista rungoista pitempiä tukkeja kuin voimakkaasti kapenevista rungoista ja pituuden vaikutus latva-

muotolukuun onkin usein vain vähäinen (esim. ARO ja RIKKONEN 1966).

Pituuden vaikutus latvamuotolukuun on kuitenkin kiistaton ja sitä suurempi, mitä kapenevampia ovat tukit, jos tietoisesti pyritään erilaisiin pituuksiin. Samoin kuin kapenemisenkin vaikutus on myös pituuden vaikutus suurempi pienikokoisilla kuin järeillä tukeilla. Jos kapeneminen on esim. 1 cm/m vaikuttaa metrin

pituusero D1 -luokassa 15 cm n. 6 % ja D1 -luokassa 31 n. 3 % latvamuotolukuun.

Sivulla 10 esitetyt keskipituuspoikkeamien korjausluvut on laskettu lähtemällä siitä, että kapeneminen ei vaikuta tukkien keskipituuteen.

Eri tekijöiden yhteisvaikutus voidaan selittää kuutiointiyhtälöin. Suurin selitysaste saadaan tietysti silloin, kun kapenemista käytetään selittäjänä (LAASASENAHO ja SEVOLA 1972), mutta tällaisia muuntoyhtälöitä ei voida käytännön mittauksissa soveltaa muutoin kuin muuttamalla nykyistä mittaustajustelmaa. HEISKASEN (1970 b) mukaan parhaat selitysasteet syntyivät, kun männynsä selittäjinä käytettiin tukkien pituutta ja latvaläpimittaa ja kun tyvitukit sekä muut tukit erotettiin toisistaan. Tyvitukeilla oli selitysaste 58 % ja muilla tukeilla 49 %. Kuusen tyvitukeissa päästiin vielä parempaan selitysasteeseen (69.5 %) mutta latvatuokeissa ei pystytty hajonnasta selittämään kuin 13 % (vrt. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b).

Keskusmuotoluvun suuruuteen vaikuttaviin tekijöihin palataan jäljempänä luvussa 32.

3122. Kuoren määrän vaihtelut

Nykyisin käytettävät yksikkökuutioluvut perustuvat kuoren osalta varsin vanhoihin tutkimustuloksiin, kuten edellä mainittiin. Näiden lukujen oikeellisuus onkin osittain ratkaiseva tekijä nykyisen mittausten menetelmän luotettavuuden kannalta. Vasta valmistuneet RIKKOSEN (1974) tutkimustulokset osoittavat eri alueilla seuraavia keskimääräisiä kuoriprosentteja.

	Etelä-Suomi		Lappi	Mä	Ku
	Mä	Ku			
Länsi-Suomi	13.1	10.8	11.9	14.1	
Itä-Suomi	11.6	9.4	Kainuu	12.0	12.3
Yht.	12.2	10.1	Yht.	12.0	13.2

Vastaavat aiemmat yleisesti käytetyt kuoriprosentit olivat Etelä-Suomen männynsä ja kuusella 12 % sekä Pohjois-Suomen männynsä 13 % ja kuusella 16 %. Erityisesti kuusen osalta erot ovat suuret. Lisäksi on uutena ongelmana se, että myös suuralueiden eri osat eroavat tois-

taan. Joka tapauksessa voidaan todeta, että nyt on jo olemassa tuloksia, joiden avulla voidaan yksikkökuutioluvut korjata todellisuutta vastaaviksi.

Kasvualueen lisäksi kuoriprosenttiin vaikuttaa kummassakin puulajissa latvaläpimittaa, jonka vaikutus on esitetty taulukoissa 9 ja 10 RIKKOSEN (1974) mukaan. Myös nämä tulokset osoittavat läpimittaluokkien väliset erot osittain erilaisiksi, kuin kuutiointilukuja laskettaessa oletettiin. Tämäkin korjaus on siis kuitenkin jo tehtävissä uusien tutkimusten valmistuttua.

Taulukoista 9 ja 10 havaitaan lisäksi, että tukin asemalla on tärkeä vaikutus nimenomaan mäntytukkien kuoriprosenttiin siten, että tyvitukien kuoriprosentti on n. 2.5 -kertainen muiden tukkien kuoriprosenttiin verrattuna. Kuusituokeissa erot ovat huomattavasti vähäisemmät. Tämä merkitsee sitä, että myös kuorierojen vuoksi kuutiointimenetelmän tulokseen vaikuttaa suuresti se, jos jokin osa tyvitukeista tai latvatuokeista tehdään erikoistukeiksi tai jos minimiläpimittaa muutetaan, jolloin latvatukien osuus muuttuu. Tämä koskee, kuten mainittiin, erityisesti mäntyä.

Lisäksi kuoriprosentti vaihtelee männynsä tukin laatuluokan mukaan siten, että hyvälaatuisien tukkien keskimääräinen kuoriprosentti on suurempi kuin huonolaatuisten, mikä ilmenee seuraavista RIKKOSEN julkaisemista suhdeluista, joissa I laatuluokan tukkien kuoriprosenttia on merkitty luvulla 100

Luokka	Suht. kuorimäärä
I	100
II	95
III	66

Erot johtuvat lähinnä siitä, että runsaskuoristen tyvitukien osuus vähenee tukin laadun huonontuessa. Kuoriprosenttiin vaikuttavat myös kasvupaikan laatu (= metsätyyppi) ja lannoitus, joka vähentää kuoren paksuutta ja kuorisadannesta (RIKKONEN 1974, SAIKKU 1973). Myös puun iällä on vaikutusta, sillä mitä vanhemmista puista tehdyistä tukeista on kysymys, sitä enemmän niihin sisältyy kaarnaisia tukkeja.

Taulukko 9. Mäntytukkien kuoriprosentin riippuvuus tukin asemasta ja läpimitasta Rikkosen (1974) mukaan.

Table 9. Correlation of the bark percentage of pine logs with the position and diameter of the log, according to Rikkonen (1974).

Latva- läpi- mitta, cm ¹⁾ Top diam, cm ¹⁾	Tukkilaji — Log sort	Länsi-Suomi — Western Finland		Itä-Suomi — Eastern Finland		Kainuu — Kainuu		Lappi — Lapland		Etelä-Suomi South Finland		Pohjois-Suomi North Finland	
		kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
13	Tyvet — Butts ..	4	13.9	—	—	—	—	—	—	4	13.9	—	—
	Muut — Others ..	45	6.5	55	6.5	2	6.5	1	5.4	100	6.5	3	6.2
	Kaikki — Total ..	49	7.2	55	6.5	2	6.5	1	5.4	104	6.8	3	6.2
15	Tyvet — Butts ..	35	16.2	32	17.4	24	15.1	10	15.8	67	16.8	34	15.3
	Muut — Others ..	160	6.6	201	6.1	53	6.2	15	6.4	361	6.3	68	6.3
	Kaikki — Total ..	195	8.5	233	7.7	77	9.0	25	10.2	428	8.1	102	9.3
17	Tyvet — Butts ..	72	17.2	54	17.1	22	14.8	29	13.9	126	17.2	51	14.3
	Muut — Others ..	127	6.4	158	6.0	47	6.1	17	6.3	285	6.2	64	6.2
	Kaikki — Total ..	199	10.4	212	9.0	69	8.9	46	11.2	411	9.7	115	9.8
19	Tyvet — Butts ..	93	17.4	80	15.6	37	14.8	30	14.7	173	16.6	67	14.8
	Muut — Others ..	82	6.3	98	6.1	17	5.7	18	6.5	180	6.2	35	6.1
	Kaikki — Total ..	175	12.4	178	10.7	54	12.2	48	11.8	353	11.6	102	12.0
21	Tyvet — Butts ..	98	18.3	103	16.1	38	14.9	27	14.7	201	17.2	65	14.8
	Muut — Others ..	64	6.2	98	6.1	10	6.5	14	5.7	162	6.1	24	6.1
	Kaikki — Total ..	162	14.0	201	11.9	48	13.4	41	11.8	363	12.8	89	12.7
23	Tyvet — Butts ..	75	16.6	80	16.2	28	15.4	27	14.2	155	16.4	55	14.8
	Muut — Others ..	25	7.1	60	5.7	10	7.5	14	6.6	85	6.1	24	7.0
	Kaikki — Total ..	100	14.5	140	12.0	38	13.7	41	12.1	240	13.1	79	12.8
25	Tyvet — Butts ..	47	17.2	77	15.8	15	14.9	33	12.3	124	16.3	48	13.1
	Muut — Others ..	19	6.3	31	6.1	6	5.1	7	6.1	50	6.2	13	5.7
	Kaikki — Total ..	66	14.4	108	13.4	21	12.6	40	11.4	174	13.8	61	11.8
27	Tyvet — Butts ..	35	17.6	55	15.1	9	14.5	17	15.2	90	16.1	26	15.0
	Muut — Others ..	12	6.1	12	5.5	—	—	7	6.1	24	5.8	7	6.1
	Kaikki — Total ..	47	15.1	67	13.7	9	14.5	24	13.2	114	14.3	33	13.5
29	Tyvet — Butts ..	15	16.1	25	14.8	4	14.9	11	13.3	40	15.3	15	13.7
	Muut — Others ..	4	5.9	6	5.7	—	—	1	6.5	10	5.8	1	6.5
	Kaikki — Total ..	19	14.2	31	13.3	4	14.9	12	13.0	50	13.6	16	13.5
31	Tyvet — Butts ..	10	17.5	10	14.2	2	12.7	7	13.4	20	15.9	9	13.2
	Muut — Others ..	1	8.9	—	—	1	3.7	—	—	1	8.9	1	3.7
	Kaikki — Total ..	11	16.8	10	14.2	3	10.2	7	13.4	21	15.6	10	12.4
33	Tyvet — Butts ..	3	14.9	3	13.2	—	—	4	12.8	6	14.0	4	12.8
	Muut — Others ..	—	—	—	—	—	—	1	6.1	—	—	1	6.1
	Kaikki — Total ..	3	14.9	3	13.2	—	—	5	11.6	6	14.0	5	11.6

¹⁾ Tasaava luokitus. ¹⁾ Rounded off to the nearest units

Taulukko 10. Tukin kuoriprosentin riippuvuus tukin asemasta ja läpimitasta Rikkosen (1974) mukaan.

Table 10. Correlation of the bark percentage of a sawlog with the position and diameter of the log, according to Rikkonen (1974).

Latva- läpi- mitta, cm ¹⁾ Top diam, cm ¹⁾	Tukkilaji cf. Table 9	Länsi-Suomi Western Finland		Itä-Suomi Eastern Finland		Kainuu Kainuu		Lappi Lapland		Etelä-Suomi South Finland		Pohjois-Suomi North Finland	
		kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%	kpl	%
13	Tyvet — Butts ..	—	—	—	—	1	15.3	1	14.8	—	—	2	15.0
	Muut — Others ..	20	11.6	32	10.9	4	11.9	2	12.0	52	11.2	6	12.0
	Kaikki — Total ..	20	11.6	32	10.9	5	12.4	3	13.0	52	11.2	8	12.7
15	Tyvet — Butts ..	20	12.0	12	11.1	12	12.7	10	15.6	32	11.7	22	14.0
	Muut — Others ..	95	11.0	78	9.6	32	12.4	11	14.5	173	10.4	43	13.0
	Kaikki — Total ..	115	11.1	90	9.8	44	12.5	21	15.1	205	10.6	65	13.4
17	Tyvet — Butts ..	38	11.7	28	9.9	53	12.3	49	14.5	66	10.9	102	13.4
	Muut — Others ..	58	10.9	60	9.9	57	12.4	28	13.4	118	10.4	85	12.8
	Kaikki — Total ..	96	11.2	88	9.9	110	12.4	77	14.1	184	10.6	187	13.1
19	Tyvet — Butts ..	53	11.0	43	9.9	31	12.3	63	14.5	96	10.5	94	13.8
	Muut — Others ..	40	10.0	39	9.6	20	12.3	9	12.6	79	9.8	29	12.3
	Kaikki — Total ..	93	10.6	82	9.7	51	12.3	72	14.3	175	10.2	123	13.5
21	Tyvet — Butts ..	51	11.2	43	9.6	45	12.1	48	14.3	94	10.5	93	13.3
	Muut — Others ..	25	9.5	29	9.1	10	11.5	4	13.6	54	9.3	14	12.2
	Kaikki — Total ..	76	10.7	72	9.4	55	12.0	52	14.3	148	10.0	107	13.2
23	Tyvet — Butts ..	48	10.5	36	9.0	28	12.8	18	13.6	84	9.8	46	13.1
	Muut — Others ..	16	9.1	22	9.0	15	10.5	6	12.5	38	9.0	21	11.1
	Kaikki — Total ..	64	10.1	58	9.0	43	12.1	24	13.4	122	9.6	67	12.6
25	Tyvet — Butts ..	21	9.6	18	9.1	20	12.3	14	13.2	39	9.4	34	12.6
	Muut — Others ..	10	8.9	10	9.2	3	13.6	1	12.0	14	8.7	4	13.1
	Kaikki — Total ..	31	9.4	28	9.1	23	12.4	15	13.1	59	9.3	38	12.7
27	Tyvet — Butts ..	16	9.2	26	9.0	13	10.9	7	12.4	42	9.1	20	11.5
	Muut — Others ..	5	8.8	9	8.7	—	—	—	—	6	9.5	—	—
	Kaikki — Total ..	21	9.1	35	9.0	13	10.9	7	12.4	56	9.0	20	11.5
29	Tyvet — Butts ..	8	9.0	9	9.7	5	11.3	4	13.2	17	9.3	9	12.1
	Muut — Others ..	4	10.1	2	8.1	—	—	—	—	3	9.5	—	—
	Kaikki — Total ..	12	9.3	11	9.5	5	11.3	4	13.2	23	9.4	9	12.1
31	Tyvet — Butts ..	6	10.6	13	8.8	—	—	1	12.2	19	9.4	1	12.2
	Muut — Others ..	1	9.9	2	9.3	—	—	—	—	3	8.7	—	—
	Kaikki — Total ..	7	10.5	15	9.9	—	—	1	12.2	22	9.4	1	12.2
33	Tyvet — Butts ..	2	10.5	5	8.5	1	12.9	—	—	7	9.0	1	12.9
	Muut — Others ..	1	8.2	2	8.9	—	—	—	—	—	—	—	—
	Kaikki — Total ..	3	9.6	7	8.6	1	12.9	—	—	7	9.0	1	12.9

¹⁾ Tasaava luokitus.

Kuoriprosentin vaikutusta on tutkittu myös kaarnaisuuden perusteella. RIKKOSEN tutkimuksessa jaettiin tukit kaarnaisiin ja kaarnatto-miin. Seuraavasta asetelmasta nähdään kaarnais-ten mittauskohtien osuudet mittauskohdista sekä kuoriprosentin suhdeluku kaarnaisissa kohdissa, kun kaarnatonta kohtaa merkitään luvulla 1.

	Etelä-Suomi		Pohjois-Suomi	
	osuus	suhde	osuus	suhde
Mä tyvet	89	2.7	79	2.4
muut	16	1.5	15	1.6
kaikki	50	2.8	55	2.6
Ku tyvet	30	1.2	56	1.2
muut	7	1.2	23	1.2
kaikki	8	1.2	46	1.2

Kun mäntytukit on jaettu neljään luokkaan kaarnanmuodostuman kannalta ja kuusitukit kahteen luokkaan, on myös saatu selvät erot eri luokkien kuoriprosenttien välillä (T. SALMINEN 1968).

Latvakiintomitan määrityksessä on myös tärkeä tunnus latvakuoren paksuus tai kuoriprosentti latvassa. Nykyinen Mittausneuvoston menetelmä perustuu latvaläpimitan kuoren alta mittaamiseen. Kun pyritään kuorelliseen kiintomittaan, olisi tietenkin teoriassa järkevämpää mitata myös perusläpimita kuoren päältä. Tästä syystä onkin asiallista tarkastella latvakuoren paksuutta ja sen vaihtelua erityisesti latvaläpimitan mittauksen kannalta.

Latvakuoren paksuus riippuu pääosin samoista tekijöistä kuin kokonaiskuorimääräkin. Kun kysymys on latvakuoren paksuudesta on kuitenkin todettava, että kuoren paksuus lisääntyy tukin läpimitan kasvaessa. Nämä tärkeimmät tekijät ovat kummassakin puulajissa seuraavat:

1. Kasvualue
2. Tukin asema eli tukkilaji
3. Tukin latvaläpimita
4. Kuorilaji eli kaarnamuodostuma.

Kasvualueittain latvakuoren paksuus on RIKKOSEN mukaan seuraava.

	Etelä-Suomi		Pohjois-Suomi	
	Mä	Ku	Mä	Ku
Länsi-Suomi	7.1	11.7	Kainuu	7.2 12.8
Itä-Suomi	6.9	11.0	Lappi	7.7 14.6
Yhteensä	7.0	11.3	Yhteensä	7.4 13.6

Myös latvakuoren paksuudet vaihtelevat siis kasvualueittain, mikä on taulukoita laadittaessa otettava huomioon. Mäntytukeilla ovat myös tukkilajittaiset erot verraten suuret, siten että tyvitukeilla on latvakuoren paksuus läpimitta-luokittain suurempi kuin muilla tukeilla.

Kuoren päältä mittauksen kannalta on kuoren rikkoutuminen ja kuluminen erittäin tärkeä kysymys, sillä se vaikuttaa huomattavasti kuuntiointilukujen tarkkuuteen kuoren päältä mitattaessa. Se näet suurentaa hajontaa. RIKKONEN toteaa, että kuoren vioittumisella ei ole latvakuoren osalta juuri mitään merkitystä, kun tukit mitataan heti kaadon jälkeen. Hänen aineistossaan oli vioittumistapausten määrä männyllä 7 % ja kuusella 8 %. Kuoren vioittuminen oli kuitenkin kaiken kaikkiaan pienentänyt latvan kuoriprosenttia vain 0.1 %-yksikön verran. SALMISEN mukaan kaukokuljetusvarastoilla tehdyissä mittauksissa vioittumistapausten osuus vaihteli 0 %:sta lähes 40 %:iin ja oli keskimäärin männyllä vain 4.9 % ja kuusella 4.1 %. Sahalla tehdyt mittaukset osoittavat kuoren kuluneisuuden määrän huomattavasti suuremmaksi niinkuin taulukosta 11 nähdään. Siinä on tukit jaettu latvakuoren kuluneisuuden perusteella neljään luokkaan, joista luokka 1 tarkoittaa ehjää ja kulumatonta kuorta ja luokka 4 sel-laista tukkia, jossa mittauskohdalla ei ole lainkaan kuorta jäljellä. Kuluneisuusluokkien kuoren kaksinkertaiset paksuudet vaihtelevat kummasakin puulajissa erittäin paljon (HEISKANEN ja RIIKONEN 1974).

Jos kuori on tuoretta, mutta rikkoutunutta, on ilmeisen helppoa arvioida kuoren paksuus kuoren päältä mittauksia varten. Mihinkään hyvin suuriin tarkkuuksiin ei kuitenkaan voida päästä, mutta käytettäessä 2 cm:n luokitusta tarkkuus-vaatimus ei olekaan rajatapauksia lukuun ottamatta suuri. Ongelma on toinen, jos kuori on vain kulunut, mutta ei rikkoutunut. Tällöin on usein vaikeata arvioida kulumisen vaikutus kuoren paksuuteen.

Kuoriprosentin suuruuteen vaikuttaa myös mittaustapa. Kuorimittarilla saadaan yleensä suuremmat kuoren paksuudet ja kuoriprosentit kuin mittaamalla saksilla kuorellinen ja kuore-

Taulukko 11. Sahalle talvella tulleiden tukkien jakautuminen latvakuoren kuluneisuuden mukaan (Heiskanen ja Riikonen 1974).

Table 11. Distribution according to wear of the top bark of logs arriving at the sawmill by road in the winter.

	1	Kuluneisuusluokka — Wear, class			Yht.
		2	3	4	
		Mäntytukit — Pine logs			
Tyvet — Butts	13.8	21.9	33.3	31.0	100.0
Muut — Others	12.3	26.4	32.4	28.9	100.0
Kaikki — Total	13.3	23.6	32.9	30.2	100.0
		Kuusitukit — Spruce logs			
Tyvet — Butts	35.6	28.6	24.9	10.9	100.0
Muut — Others	48.1	25.3	20.3	6.3	100.0
Kaikki — Total	40.4	27.3	23.1	9.2	100.0

ton läpimitta (esim. OKSTAD 1972). Kaulainmittauksella saadaan mäntytyvitukeissa selvästi suurempi ja kuusityvissä hieman suurempi kuoriprosentti kuin ksylometrimittauksella. Muissa tukeissa erot ovat vähäiset (RIKKONEN 1974). Keskusläpimitan mukaan mitatut kuoriprosentit ovat todellisia pienempiä. LAASASENAHON ja SEVOLAN mukaan oli todellisten kuoriprosenttien summan suhde tukin keskikohdan mukaisten kuoriprosenttien summaan mäntytyvitukeilla 1.212 ja kaikilla tukeilla 1.140. Kuusen vastaavat luvut olivat 1.049 ja 1.024.

3123. Virheiden merkitys

Esitettyjen tietojen perusteella voidaan yhdistelmän luonteisesti todeta latvaläpimitaan perustuvassa menetelmässä mm. seuraavat virhemahdollisuudet.

Tämän vertailun pohjalta voidaan latvaläpimitaan perustuvassa menetelmässä katsoa olevan mm. seuraavia virhemahdollisuuksia:

1. Tukkien kapeneminen ja muoto saattavat suurillakin alueilla olla keskimäärin erilainen kuin kuutiointilukujen perustana oleva kapeneminen ja muoto (vrt. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b, LAASASENAHO ja SEVOLA 1972, HEISKANEN 1973).

2. Samallakin seudulla tukkien muoto vaihtelee eri leimikoiden välillä mm. metsätyypistä ja puuston laadusta johtuen.

3. Tukkien muodon satunnaisvaihtelua esiintyy myös leimikon sisällä.

4. Kuutiointilukuihin sisällytetty kuoriosuus perustuu epävarmoihin tietoihin.

5. Kuoriosuus vaihtelee leimikoiden välillä ja myös leimikon sisällä samalla tavoin kuin tukkien muotokin.

6. Kun luvut on laadittu kaikille tukeille, saattaa tyvitukkiosuuden poikkeuksellisuus eri läpimittaluokissa aiheuttaa virhettä, koska tyvitukkien ja muiden tukkien latvamuotoluvut ovat erilaiset (esim. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b).

Edellisiä virhelähteitä voidaan pitää latvaläpimitaan perustuvasta menetelmästä johtuvina. Myös menetelmän käyttöön liittyy luonnollisesti virhelähteitä, joista mainittakoon seuraavat.

7. Ellei pituuskorjausta käytetä, saattaa tau-lukoissa edellytetystä poikkeava keskipituus aiheuttaa virhettä tulokseen ainakin silloin kun poikkeavaan keskipituuteen on tietoisesti pyritty. Kun pituuskorjausluvut on kuitenkin teoreettisesti laskettu eikä niiden sopivuudesta eri tapauksiin käytännössä ole tarkempaa tietoa, on tämä virhemahdollisuus osittain myös menetelmästä johtuva virhe.

8. Puhtaasti käyttöön liittyviä virhelähteitä ovat kuutiointilukujen laskennassa sovelletun läpimitta- ja pituusluokituksen tietoinen hyväksikäyttö (väärinkäyttö) tukkien apteerauksessa sekä kuoren paksuuden väärä arviointi latvaläpimittaa mitattaessa ja muu varsinainen epätarkkuus mittauksessa.

Koska virhelähteitä on useita, saattaa virhe epäedullisissa tapauksissa nousta suureksikin. Virheiden esiintyminen on haitallinen seikka

sinänsä. Vakavaa huomiota olisi erityisesti kiinnitettävä kuitenkin siihen, että tukkien kiintomittaa määritetään myös pystymittauksella ja jossain määrin myös upotusmittauksella. Nämä menetelmät ovat eräkohtaisia, eivätkä sisällä keskimääräisyyttä kuten kyseinen kappaleittainen menetelmä. Ne kohdistuvat myös kuorelliseen puuhun, kun taas kappalemenetelmässä mitataan kuoreton läpimitta. Tästä syystä voidaan yksittäisissä tapauksissa saada eri menetelmillä hyvinkin erilaisia tuloksia. Näin voi tapahtua etenkin pystymittauksen ja kappaleittaisen menetelmän osalta koska pystymittauksen puutavaralajijakautuma määräytyy laskennallisesti eikä mittauksen perusteella kuten edellä on todettu.

313. Menetelmän kehittämistä.

Edellä mainittujen, lähinnä menetelmän laatuun liittyvien virhemahdollisuuksien vähentämiseksi on olemassa useitakin vaihtoehtoja. Seuraavassa on esitetty joukko tähän tähtäviä menettelyjä, jotka on jaettu a) nykyistä menetelmää kehittäviin ja b) sitä oleellisesti muuttaviin toimenpiteisiin.

Kehittävistä toimenpiteistä mainitaan seuraavat:

1. Kuutioimislukusarjoja laaditaan nykyistä useammalle osa-alueelle.

2. Käytössä olevat kuutiointiluvut korjataan valmistumassa olevan kuoritutkimuksen tulosten mukaisiksi.

3. Tukit kuutioidaan tukin aseman mukaan laadituilla lukusarjoilla.

4. Tukit kuutioidaan tukin laadun (oksaisuuden) mukaisilla lukusarjoilla, minkä järjestelmän varjopuolena on kuitenkin oksaisuusluokan määrittämisen subjektiivisuus. Tukkikasoista niiden määrittäminen on mahdotonta, vaan järjestelmä edellyttää hakkuumiehen suorittaman laadun määrittämisen. Myös eri oksaisuusluokkien väliset erot ovat kuutioinnin kannalta pienemmät kuin tyvitukkien ja muiden tukkien vastaavat erot.

5. Tukit kuutioidaan pituuden ja läpimitan mukaan luokitetuilla lukusarjoilla. Menetelmän varjopuolena on se, että pituuden vaikutus riip-

puu sekä runkokuodosta että halutusta keskipituudesta eli apteeraustavasta. Nykyisillä apteeraustavoilla latvamuotoluvun riippuvuus tukin pituudesta on varsin vähäinen. Tämä menettely on ylösoton ja laskennan kannalta varsin suuritöinen tavanomaisia mittaussäilyneitä käytettäessä. Elektronisin mittauslaittein (esim. VISA-laite) tätä haittaa ei kuitenkaan esiinny.

6. Kuoren alta mittaamisesta luovutaan ja mitataan läpimitat kuoren päältä. Tällöin tulisi osa kuoren paksuuden vaihtelun aiheuttamasta virheestä eliminoiduksi. Tähänkin järjestelmään sisältyy varjopuolia. Tärkein on se, että osa tukeista on latvastaan kuoriutuneita tai niissä kuori on kuivunut ja kutistunut. Kuoren rikkoutumisen yleisyydestä saadaan käsitys taulukosta 11, jonka mukaan maitse sahalle tuotujen tukkien latvakuori oli ehjä vain 13 %:ssa männyistä ja 40 %:ssa kuusista (HEISKANEN ja RIIKONEN 1974). Metsävarastoilla latvastaan ehjäkuoristen tukkien osuus on keskimäärin yli 96 % (T. SALMINEN 1968). Heti kaadon jälkeen on latvakuoreltaan rikkoutuneiden osuus käytännön kannalta merkityksetön, kuten edellä on esitetty.

7. Leimikon keskimääräisestä rungon tukki-osasta on ehkä ilman suurempia lisämittauksia määritettävissä tunnuksia, jotka ovat riippuvuussuhteessa latvamuotolukuun. Tällainen voisi olla esimerkiksi keskijäreiden mukaan luokiteltu tukkiosan keskimääräinen juoksumetrimäärä, jonka mukaan laskettaisiin kokonaiskuution korjauskertoimet (vrt. RIIKONEN 1970, 1972).

Osa em. toimenpiteistä on vaihtoehtoisia ja toisensa poissulkevia, osa kuitenkin rinnakkainkin käytettäviä. Lukuun ottamatta kuoreen kohdistuvia toimenpiteitä merkitsivät eri vaihtoehtot mitta- ja laskentatyön hankaloitumista ja mahdollisesti suoritettavissa tutkimuksissa jouduttaisiinkin selvittämään, missä vaihtoehdossa tarkkuuden paraneminen saataisiin aikaan pienimmän kustannuksin. Kuorikysymystä lukuun ottamatta vaatisi eri vaihtoehtojen selvittäminen ilmeisesti melkoisesti tutkimustyötä. Lähellä on myös se ajatus, että kehittämisen linjalle lähdeittäessä olisi syytä kerätä myös uusi tukin muotoa koskeva perusaineisto,

sillä eri tutkimusten antamat kapenemiset ja latvamuotoluvut poikkeavat jonkin verran toisistaan Etelä-Suomessakin. Tätä aineistoa kerätessä olisi tutkittava perusteellisesti myös pätkittäisen mittauksen pätkien pituuden sekä poikkileikkauksen muodon vaikutus saatavaan tulokseen (KÄRKKÄINEN 1974).

Kaikista esitetyistä kehittämisehdotuksista erillisenä on mainittava myös käytettävän läpimittaluokituksen korjaaminen. Lämpimittajakautumasta ja »keinottelusta» johtuvat virheet ovat suurimpia pienimmissä tukeissa, minkä vuoksi saattaa olla paikallaan siirtyä pienimmissä läpimittaluokissa 1 sentin luokkaväleihin.

314. Menetelmän muuttamisesta

Vaihtoehdoilla, joissa on kysymys menetelmän muuttamisesta, tarkoitetaan tässä sellaisia latvakiintomittaan perustuvia mittaustapoja, joissa luovutaan keskimääräisen muuntamisen periaatteesta. Tällöin latvamuotoluku ja siis kuutiointiluku selvitettäisiin leimikkokohtaisilla otantamittauksilla. Tällaisella menettelyllä olisi keskimääräiseen muuntamiseen verrattuna ratkaisevana etuna se, että systemaattisen virheen vaaraa ei olisi. Näiden menetelmien mahdollisuuksien selvittäminen niin, että tarkkuuden kustannuksella minimoidaan, on myös ilmeisen

työläs tehtävä joskaan valtakunnallista perusaineistoa ei tarvita ainakaan siinä määrin kuin keskimääräiseen muuntamiseen liittyvien menetelmävaihtoehtojen selvittämisessä. Otantavaihtoehtojen valinnassa tulevat ainakin seuraavat peruskysymykset:

1. Selvitetäänkö otannalla koko mittauserän latvamuotoluku vai latvamuotoluvut läpimittaluokittain vai mahdollisesti myös tukkilajeittain.

2. Mitä läpimittoja ja mistä kohdin kustakin otantatukista mitataan.

3. Miten tukkien pituus otantaerässä ja koko tukkierässä otetaan huomioon.

Kysymys otannan vaihtoehdoista on tässä yhteydessä liian laaja kysymys perusteellisesti pohdittavaksi. Todettakoon, että otannan mahdollisuudet riippuvat tässä tapauksessa, kuten yleensäkin selvitettävän suureen hajonnasta, koska saman tarkkuuden saavuttaminen edellyttää sitä suurempaa otosmäärää, mitä suurempi on selvitettävän suureen hajonta. Tietojen kokoaminen ja laskeminen latvamuotolukujen hajonnasta on parhailaan Metsäntutkimuslaitoksessa käynnissä. Valmiina olevista tiedoista esitetäkään seuraava sarja, joka on kerätty eräästä Itä-Suomen mäntyleimikosta mittaamalla joka kymmenes tukki muotolukuselvityksiä varten. 60 tukkia sisältäneiden näytteiden muotoluvut hajontoineen olivat seuraavat.

Erä	KML ¹⁾		LML _t ¹⁾		LML _k ¹⁾	
	keski-arvo	var. kerr.	keski-arvo	var. kerr.	keski-arvo	var. kerr.
1	1.042	5.3	1.266	8.5	1.216	8.5
2	1.027	5.6	1.317	7.1	1.286	8.8
3	1.036	5.8	1.329	7.4	1.286	8.6
4	1.052	6.4	1.330	7.8	1.264	7.9
Yhteensä	1.039	5.4	1.311	7.9	1.263	8.6

¹⁾ Ks. sivu 4. Todellinen latvamuotoluku (LML_t) perustuu pätkittäiseen mittaukseen.

Mikäli tästä laskelmasta, joka koskee vain yhtä leimikkoa, tehdään päätelmiä, päästäisiin sen mukaan todelliseen latvamuotolukuun kohdistuvilla mittauksilla verraten pienellä näytekukien määrällä. Onhan 8 % hajontaa ja esim. 25 tukin näyte-erää vastaava keskivirhe vain n. 1.6 %, mikä merkitsee n. ±3 % luotettavuutta tuloksessa. Toisaalta ei pätkittäinen mit-

taus (tässä n. 6—8 mittauskohtaa tukissa) voine tulla kysymykseen käytännön mittauksessa. Jos käytettäisiin keskeltämittausta ja keskuskiintomitan korjaamista keskimääräisillä kertoimilla joudutaan luotettavuutta tarkastettaessa ottamaan huomioon myös keskusmuotoluvun hajonta, joka suurilla alueilla on ilmeisesti suurempi kuin tässä esimerkissä saatu. Mikäli

otannassa pyritään vain yhteen lisämittaan, saataisi esim. tyvi-latvamittaus olla keskeltämittausta edullisempi vaihtoehto. Ruotsissa saatujen kokemusten perusteella tosin totaalisisäkin tyvi-latvamittauksessa voi mittauserän virhe nousta $\pm 2-3\%$:iin. Ilmeisesti systemaattisen virheen mahdollisuus on siinä kuitenkin pienempi kuin keskeltämittauksessa.

32. Keskusläpimitaan perustuva mittaus

321. Käyttö ja perusteet

Aiempi puutavaran mittaussääntö vuodelta 1965 esitti tarkan todellisen kiintomitan mittamista varten menetelmän, joka perustui tukin pituuden ja keskusläpimitan mittaamiseen. Myös uusi mittaussääntö tuntee tämän menetelmän. Puutavaran mittaussääntöä totesi kuitenkin mietinnössään, että näin ei saada tarkkaa kiintomittaa vaan hieman sitä pienempi tulos, kuten edellisessäkin luvussa todettiin. Uudessa mittaussääntöä onkin edellytetty, että tulos korjataan keskusmuotoluvulla, jolla tarkoitetaan tarkan todellisen kiintomitan ja keskuskiintomitan suhdetta. Tällöin muodostuu laskentakaava seuraavaksi.

$$V_t = kml \cdot V_{kesk}, \text{ jossa}$$

$$V_t = \text{todellinen kiintomitta}$$

$$kml = \text{keskusmuotoluku ja}$$

$$V_{kesk} = \text{keskuskiintomitta}$$

Keskuskiintomitta on teoriassa erittäin helposti määritettävissä ja sen antama tulos keskusmuotoluvulla korjattuna verraten tarkka tukin todellisen kiintomitan likiarvo.

322. Menetelmään liittyvät virhemahdollisuudet

3221. Keskusmuotoluvun vaihtelut

Myös tämä menetelmä edellyttää siis muotoluvun käyttöä, mutta keskusmuotoluku vaihtelee huomattavasti vähemmän kuin latvamuoto-

luku. Uudessa sahatukkien mittaussääntöä sen keskimääräiseksi suuruudeksi on otettu 1.030 eli siis on laskettu, että tukin todellinen kiintomitta on 3% keskuskiintomittaa suurempi. Sanottu 3% perustuu eri tutkimusten tulosten aritmeettiseen keskiarvoon ja on siis tavallaan sopimusluonteinen luku (HEISKANEN ja RIKKONEN 1971 b). Mainittakoon kuitenkin, että LAASASENAHON ja SEVOLAN (1972) mukaan kaikkien mäntytukkien todellinen kiintomitta on kuorellisena 5.9% ja kuorettona 3.7% korkeampi kuin keskuskiintomitta. Kuusitukkien vastaavat sadannekset olivat 4.4 ja 4.0% . Nämä luvut perustuvat teoreettisesti apteerattujen tukkien pätkittäisen mittausten tuloksiin, jossa kuutiointi tapahtui 20 cm:n pätkinä.

Keskusmuotoluvun suuruuteen vaikuttaa ennen kaikkea tukin muoto. Jos tukki on muodoltaan paraboloidi, antaa keskusläpimitan mukainen tulos oikeaa suuremman tuloksen eli keskusmuotoluku on alle 1. Jos rungon muoto vastaa kvadraattista paraboloidia on keskusmuotoluku 1, eli siis keskusläpimitan mittauksella saadaan oikea tulos. Jos tukit ovat kartion tai neiloidin muotoisia, antaa keskeltä mittaus aina tulokseksi todellista pienemmän kiintomitan eli keskusmuotoluku on yli 1 (vrt. NYLINDER 1972). Voidaan todeta, että tyvitukit ovat yleensä lähinnä katkaistun paraboloidin, välitukit katkaistun kartion ja latvatukit katkaistun neiloidin muotoisia.

Keskusmuotoluvun suuruus riippuukin varsin selvästi tukin asemasta, siis siitä, onko kyseessä tyvi-, väli- vai latvatukki. ALMQVIST ja HALLMANS (1946) saivat mäntytyvitukkien keskimääräiseksi keskusmuotoluvuksi 1.035 ja kuusityvitukeille 1.030. Latva- ja välitukkien keskusmuotoluku oli heidän mukaansa keskimäärin 1.000. LAASASENAHON JA SEVOLAN (1972) mukaan eri tukkilajien keskimääräiset keskusmuotoluvut olivat seuraavat kuorellisille tukeille.

	Mänty	Kuusi
Tyvitukit	1.092	1.067
Välitukit	1.006	1.003
Latvatukit	1.011	1.013

Teknologian osaston viimeisimmissä selvityksissä ovat vastaavat luvut olleet seuraavat:

	Mänty	Kuusi
Tyvityköt	1.060	1.051
Muut tukit	1.000	1.007

Uutta mittausmenetelmää kehitettäessä on käytetty yhtä keskimääräistä keskusmuotolukua kaikille tukeille ja sen on laskettu riippuvan tukin

latvaläpimitasta samalla tavoin kuin ARO ja RIKKONEN (1966) ovat osoittaneet. Heidän mukaansa keskusmuotoluku yleensä suurenee tukin läpimitan suuretessa myös erikseen tyvi- ja erikseen muissa tukeissa (vrt. myös NYLIN- DER 1972). LAASASENAHO ja SEVOLA (1972) sitä vastoin havaitsivat aineistossaan tälläisen riippuvuuden vain erottelemattomissa tukeissa, siis käsiteltäessä kaikki tukit yhdessä.

Taulukko 12. Eri tutkimuksin saatuja mäntytukkien keskusmuotolukuja Kärkkäisen (1974) mukaan.
Table 12. Middle form factors of pine logs obtained in different studies, according to Kärkkäinen (1974).

Tutkimus ¹⁾ Study ¹⁾	Aineisto kpl Material	Kuori Bark	Mittaus- menetelmä Measur. meth.	Sijainti rungossa Location in stem	Pätkien pituus Length	Keskusmuoto- luku Middle form factor
FINNE 1970 b (E-Suomi — <i>South Finland</i>)	190	neen	stereom.	U	1	1,032
FINNE 1970 a (P-Suomi — <i>North Finland</i>) .....	..	neen	stereom.	U	1	1,043
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	1 196	neen	stereom.	B	—	1,092
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	2 409	neen	stereom.	U	—	1,059
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	1 196	tta	stereom.	B	—	1,057
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	2 409	tta	stereom.	U	—	1,037
ARCHER 1920 (Norja — <i>Norway</i>)	2 000	tta	stereom.	B	1	1,023
ARO & RIKKONEN 1966 (P-Suomi — <i>North Finland</i>)	363	tta	stereom.	B	—	1,00 ... 1,05
ARO & RIKKONEN 1966 (P-Suomi — <i>North Finland</i>)	2 105	tta	stereom.	T	—	0,99 ... 1,00
ARO & RIKKONEN 1966 (E-Suomi — <i>South Finland</i>)	382	tta	stereom.	B	—	1,01 ... 1,05
ARO & RIKKONEN 1966 (E-Suomi — <i>South Finland</i>)	3 614	tta	stereom.	T	—	0,99 ... 1,01
BERGESTAD 1929 (Norja — <i>Norway</i>)	570	tta	stereom.	B	1	1,035
»	256	tta	stereom.	T	1	1,007
EIDE 1922 (Norja — <i>Norway</i>)	1 092	tta	stereom.	U	1	1,025
PÖNTYNYNEN 1929 (E-Suomi — <i>South Finland</i>) ..	..	tta	stereom.	U	2	1,016
» (P-Suomi — <i>North Finland</i>) ..	..	tta	stereom.	U	2	1,015
Vid virkesmätning ... 1923 (Ruotsi — <i>Sweden</i>) ..	591	tta	stereom.	B	1	0,964 ... 1,074
»	333	tta	stereom.	T	1	0,998 ... 1,027
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>)	3 120	neen	upotusm.	B	—	1,061
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>)	2 268	neen	upotusm.	T	—	1,026
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (E-Suomi <i>South Finland</i>)	2 311	neen	upotusm.	B	—	1,083
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (E-Suomi <i>South Finland</i>)	2 837	neen	upotusm.	T	—	1,047
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (E-Suomi <i>South Finland</i>) .....	..	neen	upotusm.	U	—	1,069
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>) .....	..	neen	upotusm.	U	—	1,044
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>) .....	..	neen	upotusm.	U	—	1,035
HEMMI 1970 (P-Suomi — <i>North Finland</i>)	542	tta	upotusm.	U	—	1,032
FINNE 1970 a (P-Suomi — <i>North Finland</i>) .....	..	tta	upotusm.	U	—	1,036

¹⁾ Kirjallisuuden osalta viitataan KÄRKÄISEN tutkimukseen — *Literature, see KÄRKÄINEN'S study*

Eri tutkimusten mukaiset keskimääräiset keskusmuotoluvut on esitetty taulukoissa 12 ja 13 KÄRKKÄISEN (1974) tutkimuksen mukaisina. Tämä osoittaa, että keskusmuotoluvun suuruus pitäisi selvittää laajemmin tutkimuksin kuin

tähän mennessä on tehty. Ilmeisesti myös läpimitan vaikutus ko. tunnuksen suuruuteen vaatii lisätutkimuksia.

Keskusmuotoluvun suuruus riippuu myös siitä, mitataanko tukit kuorellisina vai kuoretto-

Taulukko 13. Eri tutkimuksissa saatuja kuusitukien keskusmuotolukuja Kärkkäisen (1974) mukaan.
Table 13. Middle form factors of spruce logs obtained in different studies, according to Kärkkäinen (1974).

Tutkimus	Aineisto kpl	Kuori	Mittaus- menetelmä	Sijainti rungsossa	Pätkien pituus	Keskusmuoto- luku
FINNE 1970 b (E-Suomi — <i>South Finland</i>)	280	neen	stereom.	U	1	1,014
HÄKKILÄ & RIKKONEN 1970 (E-Suomi <i>South Finland</i>)	885	neen	stereom.	U	0,2 . . . 1	1,031
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	743	neen	stereom.	B	—	1,067
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	1 415	neen	stereom.	U	—	1,044
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	743	tta	stereom.	B	—	1,060
LAASASENAHO & SEVOLA 1972 (Koko Suo- mi — <i>Whole Finland</i>)	1 415	tta	stereom.	U	—	1,040
ARCHER 1920 (Norja — <i>Norway</i>)	4 800	tta	stereom.	B	1	1,022
» »	1 200	tta	stereom.	T	1	1,002
ARO & RIKKONEN 1966 (P-Suomi — <i>North Finland</i>)	384	tta	stereom.	B	—	1,03
ARO & RIKKONEN 1966 (P-Suomi — <i>North Finland</i>)	1 365	tta	stereom.	T	—	1,00 . . . 1,01
ARO & RIKKONEN 1966 (P-Suomi — <i>North Finland</i>)	324	tta	stereom.	B	—	1,02 . . . 1,05
ARO & RIKKONEN 1966 (E-Suomi — <i>South Finland</i>)	3 741	tta	stereom.	T	—	1,00 . . . 1,02
ARO & RIKKONEN 1966 (E-Suomi — <i>South Finland</i>)	3 693	tta	stereom.	B	1	1,040
BERGESTÄD 1929 (Norja — <i>Norway</i>)	1 659	tta	stereom.	T	1	1,007
» »	5 145	tta	stereom.	U	1	1,038
BRANTSEG 1954 (Norja — <i>Norway</i>)	3 286	tta	stereom.	U	1	1,039
EIDE 1922 (Norja — <i>Norway</i>)	3 892	tta	stereom.	U	1	1,029
» » . . . . .	..	tta	stereom.	U	2	1,020
PÖNTYNEN 1929 (E-Suomi — <i>South Finland</i>) . .	..	tta	stereom.	U	2	1,007
» (P-Suomi — <i>North Finland</i>) . .	613	tta	stereom.	B	1	0,980 . . . 1,037
Vid virkesmätning . . . 1923 (Ruotsi — <i>Sweden</i>) . .	232	tta	stereom.	T	1	0,998 . . . 1,027
» »
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>)	3 088	neen	upotusm.	B	—	1,033
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>)	476	neen	upotusm.	T	—	1,002
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (E-Suomi <i>South Finland</i>)	2 934	neen	upotusm.	B	—	1,086
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (E-Suomi <i>South Finland</i>)	2 403	neen	upotusm.	T	—	1,048
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (E-Suomi <i>South Finland</i>) . . . . .	..	neen	upotusm.	U	—	1,064
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>) . . . . .	..	neen	upotusm.	U	—	1,021
HEISKANEN & RIKKONEN 1971 (P-Suomi <i>North Finland</i>) . . . . .	..	tta	upotusm.	U	—	1,031
HEMMI 1970 (P-Suomi — <i>North Finland</i>)	258	tta	upotusm.	U	—	1,043

cf. table 12

mina. Oletettaessa kuoren olevan koko tukissa ehjää ja koskematonta, voidaan todeta kuoren vaikutuksesta seuraavaa (RIKKONEN 1974).

— Kuorellisten mäntytyvitukkien keskusmuotoluku on suurempi kuin kuorettomien. Ero on muutaman prosenttiyksikön luokkaa.

— Männyn muissa tukeissa kuorellisuuden vaikutus on merkityksetön.

— Kuorellisten kuusityvitukkien keskusmuotoluku on jonkin verran suurempi kuin kuorettomien. Ero on selvin Pohjois-Suomessa, mutta se on sielläkin pienempi kuin mänty-tukeissa.

— Kuusen muissa tukeissa kuoren merkitys on pieni, mahdollisesti vielä pienempi kuin männyllä.

3222. Kuoren määrän vaihtelut

Kuoren päältä mittauksen tulokseen vaikuttavat myös kuoren paksuuden ja kuoriprosentin vaihtelut tukin pituuden puolivälissä. Niihin vaikuttavat samat seikat kuin latvakuoreen ja kokonaiskuoreen, joten voidaan viitata vain lukuun 3122.

Mittauksen kannalta on lisäksi tärkeätä tietää kuoren rikkoutumisen ja kuluneisuuden määrä eri mittauspaikoilla. Suoritettaessa mittaus heti kaadon jälkeen on rikkoutumisten määrä täysin merkityksetön (RIKKONEN 1974). Tehtyjen havaintojen mukaan kaukokuljetusvarastoilla esiintyy jo jossain määrin rikkoutumista, kulumista ja kuivumista.

Kuivumisen merkitystä kuvaavat mm. seuraavat keskuskuoren paksuutta koskevat tiedot HEISKASEN (1970 a, 1970 c) tutkimuk-

sista. Etelä-Suomessa tukit mitataan kesäkuussa pitkän kuivan kauden jälkeen ja Pohjois-Suomessa syystalvella kun kuivumista ei enää voinut tapahtua. Mittaukset suoritettiin ehjäkuorisista paikoista.

	Etelä-Suomi keskuskuori, %	Pohjois-Suomi
Mänty, tyvet	11.0	10.8
muut	4.8	5.7
Kuusi, tyvet	8.6	11.7
muut	9.2	11.3

Sahalaitoksella suoritettujen mittausten mukaan jakautuivat tukit keskuskuoren kuluneisuuden mukaan taulukossa 14 osoitetulla tavalla erotettuihin neljään luokkaan. Luokitus oli sama kuin latvakuorta koskevilla mittauksissa.

Taulukosta ilmenee, että ehjäkuoristen tukkien osuus on keskuskuoren perusteella luokiteltaessa huomattavasti suurempi kuin latvakuoren mukaan luokiteltaessa. Tämä tekee kuorellisen keskusläpimitan mittauksen luotettavammaksi kuin kuorellisen latvaläpimitan mittauksen. Kuoren kuluneisuudella on kuitenkin myös keskuskuoren ollessa kyseessä erittäin selvä vaikutus kuoren paksuuteen, kuten HEISKANEN ja RIIKONEN (1974) ovat osoittaneet.

3223. Virheiden merkitys

Keskusläpimitan mittaukseen perustuva mitausmenetelmä sisältää myös virhelähteitä, joista osa johtuu itse menetelmästä ja osa siitä, että mitattavana on kuorellisia tukkeja ja kun pyritään saamaan tulokseksi kuorellinen kiintomitta.

Taulukko 14. Sahalle maitse tuotujen tukkien jakautuminen keskuskuoren kuluneisuuden mukaan. Table 14. Distribution according to wear of the middle bark of logs brought to the sawmill by road.

	1	Kuluneisuusluokka			Yht.
		2	3	4	
		Mäntytykit			
Tyvet — Butts	62.9	22.9	12.3	1.9	100.0
Muut — Others	30.3	36.7	26.1	6.9	100.0
Kaikki — Total	51.0	27.9	17.3	3.8	100.0
		Kuusitykit			
Tyvet — Butts	71.1	18.6	8.9	0.8	100.0
Muut — Others	73.8	16.2	9.5	0.5	100.0
Kaikki — Total	72.4	17.8	9.1	0.7	100.0

Virhemahdollisuudet ovat seuraavat:

1. Keskusmuotoluku vaihtelee leimikoittain ja myös leimikon sisällä.

2. Käsiteltäessä tukit erottelemattomina, riippuu todellinen keskusmuotoluku varsin selvästi tyvitukkiosuudesta siitä syystä, että keskusmuotoluku on tyvitukeilla huomattavasti suurempi kuin latvatukeilla.

3. Keskusmuotoluku vaihtelee myös kuorellisuuden perusteella, joten lienee laadittava kahdet muotolukutaulukot, toiset kuorellisia ja toiset kuoretomia varten.

4. Tukin keskusmuotoluku riippuu myös tukin läpimitasta ainakin käsiteltäessä kaikki tukit yhdessä.

5. Virhelähteenä on myös kuoren paksuus, joka on keskimäärin sitä pienempi, mitä myöhäisemmässä korjuun vaiheessa mittausta tapahtuu. Toisin sanoen tukkien kiintomitta saadaan sitä pienemmäksi mitä myöhäisemmässä korjuun vaiheessa mittausta toimitetaan. Myös korjuutavalla nimenomaan metsäkuljetuksessa, ja korjuuajankohdalla on vaikutus kuoren kulumiseen ja rikkoutumiseen.

6. Jos läpimitta em. syistä katsotaan välttämättömäksi mitata kuoren alta, tarvitaan tietoja kuoren paksuudesta samalla tavoin kuin latvaläpimitaan ja latvamuotolukuun perustuvassa mittaamenetelmässä. Myös tästä aiheutuvat virhemahdollisuudet ovat samat kuin sanotussa menetelmässä ja niiden osalta viitataan aiemmin sivulla 00 esitettyihin näkökohtiin.

Kaiken kaikkiaan voidaan kuitenkin vielä kerran todeta, että todellisen kiintomitan määrittäminen keskuskiintomitan mittaamisen kautta on tarkempi ja vähemmän virhelähteitä sisältävä menetelmä kuin todellisen kiintomitan määrittäminen latvakiintomitan mittaamisen kautta. Mittaustoimituksen hankaluuden takia se ei voi kuitenkaan tulla käyttöön yleisenä havusahatukkien mittaamenetelmänä. Jos kuitenkin katsotaan tarpeelliseksi muuttaa Mittausneuvoston nykyistä menetelmää sellaiseksi, että latvamuotoluku tarkistetaan kapenemishavainnoin suo keskusläpimitan mittausta tähän yhden mahdollisuuden. Silloin ei myöskään tarvitse ottaa huomioon keskusmuotoluvun vaihtelua.

Verrattaessa keskuskiintomitan kautta tapahtuvaa mittausta latvakiintomitan kautta kulkevaan menetelmään, voidaan todeta, että mittaamenetelmät antavat teoriassa keskimäärin saman tuloksen, mikäli latva- ja keskusmuotoluvut on määritetty oikein.

33. Tyvi- ja latvaläpimitaan perustuva mittausta

Ruotsissa käytetään sahatukkien ja rankatavaran mittaauksessa yleisesti ns. tyvi-latvamittausta, jossa tukin läpimitat mitataan sekä tyvestä että latvasta. Laskentakaava on tätä menetelmää yksittäisen pölkyn mittaamiseksi sovellettaessa seuraava.

$$V_t = 10^{-5} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot L [(1 - k) \cdot D_1^2 + k \cdot D_t^2],$$

jossa

V_t = tukin tod. kiintomitta (m^3),

L = tukin pituus (dm),

D_1 = latvaläpimita (cm),

D_t = tyviläpimita (cm) ja

k = vakio, jota voidaan kutsua tyvi-latvamuotoluvuksi.

Sen suuruus määritetään tutkimuksin ja sen arvo on eri laskentatavoissa NYLINDERIN (1972) mukaan 0.485, 0.500 tai 0.505.

Yksinkertaistetussa menetelmässä, jota Ruotsissa aiemmin käytettiin, laskettiin tukkierän tyvi-latvamittauksen latvamuotoluku seuraavan kaavan perusteella

$$ML_{tl} = 0.495 + 0.505 \frac{\Sigma G_t}{\Sigma G_1}$$

Kaavassa on

ML_{tl} = tyvi-latvamuotoluku

ΣG_t = tukkien tyviläpimittojen summa

ΣG_1 = tukkien latvaläpimittojen summa.

Erän todellinen kiintomitta saadaan, kun kerrotaan näin lasketulla muotoluvulla erän tyvi-latvakiintomitta.

Tyvi-latvamittauksen tarkkuudesta toteaa NYLINDER (1972) mm., että keskuskiintomita-

taus antaa hyvin vähän paremman tuloksen kuin läpimittojen mittaus tyvestä ja latvasta. Eräs ruotsalainen tutkimus vuodelta 1948 osoitti tyvi-latvamittauksen yliarvioivan kiintomitan mäntytukeilla 1.5 %:lla ja kuusitukeilla 1.7 %:lla.

Skogsstyrelsenin tutkimus osoitti myös, että tyvi-latvamittaus antaa kautta linjan suuremman tuloksen kuin pätkittäinen kuutiointi. Saha-tukkeja koskevat tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta, jossa pätkittäisen kuutioidin tulosta on merkitty luvulla 100.

Osa-alue	Mänty	Kuusi	Keskimäärin
Norrlanti	106.8	107.5	107.0
Sveanmaa	102.1	102.5	102.2
Götanmaa	103.3	105.3	104.5
Koko maa	104.4	104.9	104.6

Tyvitukeilla ero on tyvipaisuman johdosta huomattavasti suurempi kuin esitetyissä keski-arvoissa.

Tyvi-latvamittauksen käyttökelpoisuutta tarkasteltaessa on todettava, että sen etuna keskeltä mittaukseen ovat vähäisemmät varastoinnille asetettavat vaatimukset. Tyvi- ja latvaläpimitat voidaan mitata myös huonosti tehdyistä tukki-kasoista. Menetelmän varjopuolena on kuitenkin suuri työntarve. Vielä voidaan todeta, että kapeneminen tyvestä latvaan, riippuu varsin herkästi tyviläpimitan mittauskohdasta nimen-omaan tyvitukeissa. Myös kannon korkeus vaikuttaa usein voimakkaasti kuusityvitukkien tyviläpimitaan.

34. Usean läpimitan mittaukseen perustuva mittaus

Varsinkin tutkimustarkoituksissa on mitattu sahatukkien kuutiomääriä pätkinä siten, että tukista on mitattu 20 cm:n — 100 cm:n välein läpimitat. Tällainen mittaustapa ei tietenkään voi tulla kysymykseen mittasaksin suoritettuna käytännön mittauksissa. Nykyisin on kuitenkin sahalaitoksilla käytettävissä optisia mitta-laitteita, jotka mittaavat tukin kiintomitan usean läpimitan perusteella. Ne saattavat joissakin ta-

pauksissa tulla kysymykseen myös vastaanotto-mittana, vaikka tällaiset mahdollisuudet ovat luonnollisesti hyvin rajoitettuja.

Optisista ja laseria käyttävistä mitta-laitteista ovat yleisimpiä Rema, Datasaab ja A-elektroniikka yhtiön edustamat laitteet, joiden periaat-teeseen ja rakenteeseen ei tässä yhteydessä kuitenkään ole syytä tarkemmin syventyä. Todetta-koon kuitenkin, että sanotuilla laitteilla mitat-taessa määräytyy tukin paksuus varjoon jäävän valonsäteen tai -säteiden mukaan. Kirjattava läpimitta, jos otetaan useita läpimittoja samasta kohdasta, on yleensä minimiläpimitta. Myös voi-daan, jos niin halutaan, kirjata keskimääräinen läpimitta. Näin onkin tehtävä, jos laitteita käy-tetään myös vastaanottomittaukseen hinnan määrittelyä varten. A-elektroniikan edustama laite perustuu valonsäteiden sijasta laser-säteiden käyttöön.

Pituuden mittaus tapahtuu fotosellien ja tukin syöttönopeuden avulla. Toisin sanoen, mitataan se aika, jonka tukki peittää ko. valonlähteen.

Teoriassa pitäisi ko. laitteiden antaa tulok-seksi erittäin tarkka todellinen kiintomitta.

Optisten mitta-laitteiden antamia tuloksia ovat vertailleet muiden tapojen antamiin tulok-siin mm. K. SALMINEN (1970) ja HEIS-KANEN (1971 a). SALMISEN mukaan Rema-laitteella 7.4 cm:n pätkinä mittaus antoi pie-nemmän tuloksen kuin upotusmittari. HEIS-KANEN esitti seuraavan asetelman eri mittaus-tapojen tuloksista kuorellisia tukkeja mitattaessa (upotus = 100)

	Mänty		Kuusi	
	tyvet	muut	tyvet	muut
Paraboloidi	99.4	99.0	99.0	99.3
Upotus	100.0	100.0	100.0	100.0
Rema-mittari	98.3	98.5	97.2	98.8

Kummassakin tapauksessa on ilmeisesti opti-sella laitteella mitattu vähimmäisläpimitat.

Myös tällaiseen automaattimittaukseen sisäl-tyy virhemahdollisuuksia verrattaessa kuorellis-ten tukkien mittauksesta saatua tulosta vasta-kaadetun kuorellisen tukin todelliseen saksilla mitattuun kiintomittaan. Tärkein niistä on se, että laitteiden valokennot määrittävät aina

ohuimman läpimitan ja kun tukit, jos ne mitataan kuorellisina, ovat mittausvaiheessa aina osittain kuoriutuneita tai kuoreltaan kuluneita, ei tulokseksi saada kuorellista kiintomittaa vaan osittain kuoriutunut kiintomitta. Kuten edellä sekä latva- että keskuskuoren osalta todettiin, on kokonaan tai osittain kuoriutuneiden tukkien osuus sahalaitoksella erittäin suuri kun kysymyksessä on latvakuori ja varsin merkittävä kun kysymyksessä on keskuskuori (HEISKANEN ja RIIKONEN 1974, vrt. myös HEISKANEN 1971 a).

Jos kysymyksessä ovat kuoritut tukit, kuten on usein laita, on optisten mittareiden antama tulos vielä luotettavampi kuin kuorellisten tukkien mittauksessa. Virhelähteinä ovat tällöin osittain tai kokonaan kuoriutumattomat kohdat, joita esiintyy varsinkin kovalla pakkasella kuorituissa jäätyneissä tukeissa. Virheen suuruudesta ei ole saatavissa tietoja.

Pyrittäessä näin saadusta kuorettomasta todellisesta kiintomitasta kuorelliseen tulokseen, tar-

vitaan muuntolukuna kuoriprosentti. Sen suuruuden vaihteluista ja siihen liittyvistä virhelähteistä viitataan lukuun 3122.

Tarkasteltaessa automaattimittauksen ja voimassa olevan latvakiintomitan kautta kulkevan mittauksen tuloksia toisiinsa, voidaan todeta, että yksittäistapauksissa ja -erissä automaattimittaus antaa tarkan ja keskimäärin huomattavasti tarkemman tuloksen kuin Mittausneuvoston menetelmä. Automaattimittaukseen mahdollisesti sisältyvät virheet ovat myös helposti kirjattavissa ja selvitettävissä. Kuorilisäykseen sisältyvät virheet ovat likimain samat kuin Mittausneuvoston menetelmässä.

Yksinomaisena menetelmänä ei optinen mitta-
taus voi tulla kysymykseen laitteiden sijainnin takia ja myös sen takia, että pieniä tukkierä ei voida pitää kuljetuksenkaan aikana toisistaan erillään. Se on siis paikallinen menetelmä, jota ilmeisesti on mahdollisuus käyttää vain tarkistustapauksissa.

4. TUKKIERIEN MITTAUSMENETELMÄT

41. Ksylometrimittaus

Ksylometrimittauksessa mitataan tukkinipun syrjäyttämä vesimäärä, joka on erän kiintomitta. Menetelmä on teoriassa erittäin tarkka ja se antaa siten tulokseksi tarkan todellisen kiintomitan (vrt. NYLINDER 1972, HEISKANEN 1973). LEINOSSEN (1973, 1974) mukaan ksylometrimittauksessa on vedenpinnan tarkka havainnointi laitteen tarkkuuden ja tuloksen luotettavuuden kannalta tärkein seikka. Onkin erittäin tärkeätä, että mittaputkessa vedenpinta on tasoittunut ennenkuin lukemat otetaan. Käytännössä siihen sisältyy myös eräitä mitattavaan puutavaraan liittyviä virhelähteitä nimenomaan kuorellisia tukkeja mitattaessa, mikä on itse asiassa ainoa käytännössä esiintyvä mittausobjekti. Virhelähteet ovat seuraavat:

1. Vettä tunkeutuu tukin päissä mahdollisesti oleviin halkeamiin, mutta kuorellisessa puussa tästä johtuva virhe on ilmeisesti merkityksetön. NYLINDER (1972) arvelee sen olevan korkeintaan 1—2 % pahimmassakin tapauksessa kuoritun puun mittauksessa.

2. Vettä tunkeutuu varsinkin männyn kaaran rakoihin, mistä johtuu, että ksylometri antaa tällaisissa tapauksissa saksilla mitattua pienemmän kuutiosisällön (esim. ARO 1958). Latvapölkyissä tämän tekijän vaikutus on merkityksetön. Kuivan puun kuoren irtoaminen on sitä vastoin joissain tapauksissa huomion arvoisen.

3. Kuten edellä todettiin, puiden kuori kuivuu ja rikkoutuu korjuun ja kuljetuksen aikana ja se saattaa olla hyvinkin kulunut tukkeja sahalla mitattaessa (HEISKANEN 1973). Ksylo-

metrimittaus voinee myös tulla laajemmassa mitassa kysymykseen ainoastaan sahalaitoksilla tai keskitetyillä vastaanottoasemilla. Kuorellisia tukkeja mitattaessa saadaan näin ollen ksylo-
metrillä joskus huomattavasti pienempi kiintomitta kuin saksilla heti kaadon jälkeen keskusläpimitan ja keskusmuotoluvun mukaan kuutioitaessa.

4. Ksylometrimittauksessa tulee kiintomittaan luetuksi kaikki puutavarakappaleessa oleva puu, siis myös oksantynvät, oksapaisumat ja -kyhmyt yms. Tästä syystä näin saatu mitta on jonkin verran puutavaran mittaussäännön tarkoittamaa todellista kiintomittaa suurempi. Ero on kuitenkin erittäin vähäinen.

Ksylometrimittauksen merkitys sahatukkien mittauksessa on erittäin vähäinen, tällä hetkellä täysin olematon, koska meillä ei ole saatavissa tarkoitukseen sopivia ksylometrejä. Metsänhoitaja SNELLMANIN kuitupuunipulle tarkoitettu siirrettävästä ksylometristä saadut ensi kokemukset ovat LEINOSSEN mukaan kuitenkin varsin lupaavia. Sahatukkierien tarkistusmittaukseen voitaneen myös valmistaa vastaavanlaisia siirrettäviä laitteita, mutta niillä tulee parhaassakin tapauksessa olemaan ainoastaan paikallinen merkitys tarkistusmittauksissa.

Ksylometrillä saatava tulos on, kuten edellä todettiin, teoriassa oksantynkien yms. vuoksi tarkkaa todellista kiintomittaa suurempi mutta kuoren kulumisen ja irtoaminen pienentää tulosta. Tutkimuksin on erittäin vaikeata selvittää eri tapauksiin tarvittavia korjauskertoimia.

42. Uputusmittaus

Uputusmittarit, joita valmistavat A. Ahlström Oy:n Varkauden konepaja ja Kone Oy, perustuvat Arkimedeen lakiin, jonka mukaan kappale menettää veteen upotettuna painostaan yhtä paljon kuin sen syrjäyttämä vesimäärä painaa. Sen tarkkuuteen vaikuttanevat samat tekijät kuin ksylometrimittauksen tarkkuuteen. Itse asiassahan on kysymys saman periaatteen eri sovellutuksista. Kun tässä on kuitenkin kysymys käytännön mittakaavassa sovellettavasta

mittausmenetelmästä on syytä toistaa tärkeimmät tulokseen vaikuttavat tekijät.

Mittaustoimituksen kannalta on keskeisin ongelma se, että ennen lukeman ottoa huolehditaan, että kaikki nipun sisälle mahdollisesti jäänyt ilma saadaan pois. Se ilmenee siitä, että kupliminen nipun veteen painamisen jälkeen on loppunut. Huolellisesti käytettynä menetelmä onkin erittäin tarkka (SAVOLAINEN 1964). Liian kiireisesti käytettynä voi sitä vastoin satua suuriakin virheitä, jollaisia todettiin useiden nippujen kohdalla mm. HEISKASEN (1970 b) tutkimuksessa. Samoin kuin ksylometrimittauksessa tukkien jäätyneisyys tai jäätyminen mittauksen aikana aiheuttavat suuria virheitä saatavaan mittaustulokseen, josta ei kuitenkaan ole saatavissa tutkimustuloksia.

Puutavarasta aiheutuvat virhemahdollisuudet ovat seuraavat.

1. Vettä tunkeutuu tukin päässä oleviin halkeamiin ja lahoihin kohtiin.
2. Vettä tunkeutuu kaarnan rakoihin.
3. Tukkien kuori rikkoutuu, irtoaa, kuluu ja kuivuu korjuun aikana sekä myös mittauksen yhteydessä.
4. Mittaan tulevat mukaan oksakyhmyt, tynvät sekä nipuissa oleva vieras aines.

Verrattaessa upotusmittarien antamaa tulosta Mittausneuvoston menetelmän tulokseen, voidaan sen todeta olevan yksittäistapauksissakin kuoriutumisasiesteesta riippuen yleensä oikeampi kuin latvakiintomitan kautta saatava tulos. Keskimäärin, jos kuori on rikkoutumatonta, saadaan upotusmittarilla hieman suurempi tulos kuin stereometrisellä menetelmällä. Ero on kuitenkin pieni.

Uputusmittaus voi tulla kysymykseen yleensä vain tarkistusmenetelmänä, mutta on tietenkin mahdollista suorittaa luovutusmittauskin tällaisella mittarilla, mutta sillä on vain paikallinen merkitys. Myös mittaussääntö tuntee tämän menetelmän. Uputusmittareiden käyttöä on tähän mennessä tutkittu vain vähän (AHONEN 1964, SAVOLAINEN 1964. Myös on syytä mainita K. SALMISEN (1970) tutkielma, jonka tuloksia selostettiin edellä optisia mittaustuloksia käsitel-

täessä. Tutkimusten vähäisyyden vuoksi ei olekaan käytettävissä tietoja esim. jään yms. vieraiden esineiden ja mittausnopeuden vaikutuk-

sesta tuloksiin. Tässä vaiheessa olisi tärkeätä toimittaa toistuvia tutkimusluonteisia mittauksia eri tekijöiden vaikutuksesta.

KIRJALLISUUTTA

- AHONEN, LEO. 1964. Menetelmä nipun puutilavuuden määrittämiseksi. Pienpuualan toimikunnan julk. 161.
- ALMQVIST, G. ja HALLMANS, G. 1946. Redogörelse för undersökning av olika mätningmetoders noggrannhet. Moniste. Stockholm.
- ARO, PAAVO, 1958. Pohjois-Suomen 2 m kuusi- ja mäntypaperipuiden pinotihydestä, kuorimishäviöstä ja kuutiosuhteista. Metsäntutk.lait. Julk. 50.8.
- ARO, PAAVO ja RIKKONEN, PENTTI. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Metsäntutk.lait. Julk. 61.7.
- Asetus puutavaran mittaussäännöstä. Suom. Asetusk. 163/69.
- Asetus puutavaran mittaussäännön muuttamisesta. Suom. Asetusk. 753/1972.
- HEISKANEN, VEIJO. 1970 a. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus 1970. I. Ennakkotietoja pölkkytäisten ja upotusmittausten tuloksista. Moniste.
- 1970 b. Laskelmia latvamuotolukujen vaihteluun vaikuttavista tekijöistä. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus II. Konekijote. Metsäntutkimuslaitoksessa.
- 1970 c. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimus 1970. IV. Ennakkotietoja pölkkytäisten ja upotusmittausten tuloksista Pohjois-Suomessa. Moniste.
- 1973. Puutavaran mittaus. Metsäntutkimuslaitos. Moniste.
- 1974. Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Folia Forestalia 181.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIIKONEN, JORMA. 1974. Tukkiin lajittelu sahaukseen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Folia Forestalia 214.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI. 1971 b. Havusahatukkien todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Folia Forestalia 128.
- KÄRKKÄINEN, MATTI. 1974. Keskusmuotoluvun perusteita tukkiin ja kuitupuun mittaauksessa. Silva Fennica n:o 1.
- LAASASENAHO, JOUKO ja SEVOLA, YRJÖ. 1972. Havutukkiin latvamuotolukujen vaihtelu. Folia Forestalia 164.
- LEINONEN, ESKO. 1973. Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä. Folia Forestalia 144.
- 1973. Upotusaltaan käyttö 2-metriseen kuitupuun mittaaukseen. Metsäteho. Seloste 14/1973.
- 1974. Upotusallas puutavaran mittaauksessa. Suomen Puutalous 2.
- Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittaauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista. 1969. Folia Forestalia 57.
- Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittaauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta

- 1969 annetun päätöksen muuntamisesta. Folia Forestalia 206.
- NYLINDER, PER. 1972. Virkesmätning. Skogshögskolan Institutionen för Virkeslära. Kompendium Nr. 5.
- OKSTAD, TORBJÖRN. 1972. Barkvolumprosjenter hos massevirke av gran og furu. Norsk Institutt for skogforskning. Skogteknologisk avdelning.
- RIKKONEN, PENTTI. 1970. Minimiläpimitan vaikutus kuusirungoista saatavan saha- ja paperipuun määrään sekä sahapuun arvoon. Metsäntutk.lait. Julk. 72.2.
- 1972. Minimiläpimitan vaikutus mäntyrun- gosta saatavaan saha- ja kuitupuun määrään sekä sahapuun arvoon. Metsäntutk.lait. Julk. 75.5.
- 1973. Havusahatukki- en latvamuotoluvut eri- laisia läpimittaluokituksia käytettäessä. Folia Forestalia 180.
- 1974. Havusahatukki- en kuoren määrä. En- nakkotietoja II. Moniste.
- SAIKKU, OLAVI. 1973. Lannoituksen vaiku- tuksesta männyn kuoren määrään kangas- maalla. Folia Forestalia 184.
- SALMINEN, KIMMO. 1970. Eräitä tukki- lajittelun viimeaikaisia sovellutuksia. Paperi ja Puu 6.
- SALMINEN, TEURI J. 1968. Havusahatukki- en kuutiointi kuoren päältä mitatun latvaläpi- mitan perusteella. Folia Forestalia 51.
- SAVOLAINEN, RAIMO. 1964. Tutkimus A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimis- laitteen mittaustarkkuudesta. Metsäteho. Tied. 230.
- Uudistuva puutavaranmittaus. Helsinki 1972.

- 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. 4,—
- 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. 7,—
- No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä. Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur. 4,—
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972. The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidiraikeden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista. On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätalastollinen 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. 2,—
- 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 omen metsien hakkuupolitiikan motiivit. Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta. Dry-weight scaling based on chip samples. 3,—
- No 200 Pentti Hakkilä & Markku Mäkelä: Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista. Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla. The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—
- No 202 Paavo Tiihonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen. Zur Kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla. Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—
- No 204 Pentti Hakkilä & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla. Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader. 4,—
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—
- No 206 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av institutets beslut av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingsstabeller för virkesmätning. 8,—
- No 207 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973. Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. 4,—
- No 208 Tapani Hänninen: Harvennusemetsien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa. The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. 4,—
- No 209 Heikki Nikkilä: Ratapölkkytukkien kuutiointi. Measurement of railwaytie-logs. 1,50
- No 210 Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset. By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50.
- No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä. Eine Kubierungsmethode für Kiefernastholz. 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa. Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. 3,—
- No 213 Kullervo Etholén: Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa. The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. 2,—

- No 214 Veijo Heiskanen ja Jorma Riikonen: Tukkien lajittelu sahaukseen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.
Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—
- No 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta.
Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50
- No 216 Gunnar Wilhelmssen: Puutavaran käsittely. 7,—
- No 217 Pentti Rikkinen: Koivuvaneritukkien kuutiointi. 1,50.
Calculation of the volume of birch veneer logs.
- No 218 Pentti Nisula: Makroilmaston vaikutus varastoidun pinotavaran painoon.
Effect of macroclimate on the weight of stored cordwood. 2,50
- No 219 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1972—74.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1972—74. 6,—
- No 220 Pentti Nisula: Eräs herbisidien levityslaitte.
An apparatus for the application of herbisides. 2,50
- 1975 No 221 Simo Penttilä ja Jouko Hämäläinen: Päiväansio ja työn tuotos urakkapalkkaisessa istutustyössä 1972.
Daily earnings and work output in piece rate planting in Finland 1972. 4,—
- No 222 Veli-Pekka Järveläinen: Yksityismetsänomistajien metsätaloudellinen käyttäytyminen.
Forestry behaviour of private forest owners in Finland. 20,—
- No 223 Jan Heino: Finlands stadsägda skogar betraktade speciellt ur friluftssynvinkel. 5,—
- No 224 Pentti Hakkilä: Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteen määrä.
Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root wood. 1,50
- No 225 Metsätalastollinen vuosikirja 1973.
Yearbook of forest statistics 1973.
- No 226 Bo Långström: Eräiden insektisidien testaus tukkimiehintäin, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi.
Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine weevil, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). 1,50
- No 227 Veijo Heiskanen: Kuitupuun latväläpimitaan perustuva työmittausmenetelmä ("pölkky-menetelmä").
A wage- payment measuring method based on pulpwood top diameter (Bolt method). 4,—
- No 228 Pentti Nisula: Liikkuva sadetuslaitteisto.
Revolving Sprinkler. 3,—
- No 229 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkinen: Sahatukkien todellisen kiintomitan määrittämismenetelmät.
Methods for the measurement of softwood sawlogs. 3,—
- No 230 Aulikki Kauppila ja Erkki Lähde: Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa.
On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. 3,—
- No 231 Olli Uusvaara ja Kari Löytyniemi: Tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) aiheuttaman vioituksen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon.
Effect of injury caused by the ambrosia beetle (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col., Scolytidae) on sawn timber quality and value. 1,50
- No 232 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1965—72 ja metsäteollisuuden raaka-ainekymät vuoteen 2000.
Forest balance of Finland in 1965—72 and the prospects of industrial wood until 2000. 1,50
- No 233 Jouko Laasasenaho: Runkopuun saannon riippuvuus kannon korkeudesta ja latvan katkaisuläpimitasta.
Dependence of the amount of harvestable timber upon the stump height and the top-logging diameter. 2,—
- No 234 Olli Uusvaara ja Veijo Heiskanen: Sahanhakkeen valmistus, käsittely, mittaus ja laadunmäärittäminen Suomessa.
Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in Finland. 3,—
- No 235 Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä turvemaalla.
Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway spruce on peat greenhouse experiments. 1,50
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus.
Bunching and transportation of branch raw material. 2,—