

ODC
525.1
832.10

FOLIA FORESTALIA²⁵⁴

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1976

MATTI KÄRKKÄINEN

HAVUTUKKIEN KIINTOMITTAUS-
MENETELMÄN SEURANTAJÄRJESTELMÄ

A CONTROL METHOD FOR
THE MEASUREMENT OF PINE
AND SPRUCE LOGS

- 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 Rikkonen: Havusahatukki-erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukki-erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50
- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Rekreational utilization of Helsinki's forests. 4,—
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—
- 1974 No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisistä ja geneettisistä vaihtelusta.
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) 3,—
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa.
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.
On the supply of roundwood in Finland. 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.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahatollisuus vuonna 1972.
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidirakeiden 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 omien 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 Hakki & 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 an stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—

Matti Kärkkäinen

HAVUTUKKIEEN KIINTOMITTAUSMENETELMÄN
SEURANTAJÄRJESTELMÄ

A control method for the measurement of pine and spruce logs

ALKUSANAT

Käsillä oleva julkaisu on tarkoitettu palvelemaan selvittäessä yksinkertaisin menetelmin tukkien kiintomittausmenetelmän luotettavuutta eri olosuhteissa. Mitattavat tunnuksot on pyritty valitsemaan siten, että mitaukset voidaan tarvittaessa tehdä tarkistustutkimusten tai vastaavien toimitusten yhteydessä. Väärinkäsitysten välttämiseksi on myös korostettava, että tässä julkaisussa esitetty seurantamenetelmä on tarkoitettu apuvälineeksi, joka voidaan tarvittaessa ottaa käyttöön. Seurantamenetelmän julkistamista ei ole siis tarkoitettu veloitukseksi kerätä käytännön mittausmenetelmän yhteydessä tarkistustutkimusaineistoja, joiden avulla voitaisiin päätellä

mahdollisten tarkistustutkimusten tarpeellisuus. Esitetty seurantamenetelmä vain tarjoaa mahdollisuuden selvittää yksinkertaisin menetelmin tukkien kiintomittausmenetelmän pätevyyttä eri olosuhteissa.

Tässä julkaisussa esitetyn kaltaisia seurantamenetelmiä voidaan laatia myös muita mittausmenetelmiä varten.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit PENTTI HAKKILA ja VEIJO HEISKANEN sekä metsänhoitaja JUHANI SALMI. Puhtaaksikirjoituksesta on huolehtinut rouva AUNE RYTKÖNEN. Kiitän saamastani avusta.

Helsinki 1976-01-05

Matti Kärkkäinen

SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto	4
2. Tukkien kiintomittausmenetelmän tarkkuuteen vaikuttavat tekijät	5
3. Tukin muoto	6
4. Kuoren osuus	7
5. Seurantamenetelmän soveltaminen	8
6. Esimerkki menetelmän soveltamisesta	8
Kirjallisuutta	9
Kuvat	10

A CONTROL METHOD FOR THE MEASUREMENT OF PINE AND SPRUCE LOGS

SUMMARY

A control method for the measurement of the solid volume of logs is described in this paper. In Finland, the solid volume of logs is measured on the basis of the length, top diameter, and the form factor, which itself depends on top diameter and tree species. When the form factors, or conversion factors, are drawn up using a relatively small study material, there has been a need for a control system which can be used to check them.

The method is based on the measurement of taper which in this case is defined as the difference between the middle diameter and top diameter of log. Subsequently, the total volume of the bark is estimated from the amount of bark measured at the middle of the log.

An example based on 369 spruce logs is presented.

TIIVISTELMÄ

Tässä tutkimuksessa on kehitetty kontrollimenetelmä, jota voidaan käyttää voimassa olevan tukkien kiintomittausjärjestelmän perusteiden tarkistamisessa. Kun mittausmenetelmät perustuvat yleensä vähäiseen aineistoon, käytännön mittaus toiminnan yhteydessä saatavilla tiedoilla on aiheellista tarkistaa jatkuvasti eri olettamusten pätevyyttä.

Tässä tutkimuksessa esitelty menetelmä perustuu kuorettoman latvakapenemisen (keskusläpimitan ja latvaläpimitan erotus) ja kes-

keltä mitatun kuoren osuuden määrittämiseen. Latvakapeneminen rekisteröidään erikseen tyvi- ja muille tukeille alenevaa 1 cm:n latvaläpimitaluokitusta käyttäen. Saatuja tuloksia verrataan tässä työssä julkaistuihin käyriin, joihin nykyinen kiintomittausjärjestelmä perustuu. Lisäksi keskeltä mitattu kuoren osuus muutetaan tukkien tilavuudesta laske- tuksi kuoren osuudeksi tässä julkaisussa esitettyjen kertoimien avulla.

1. JOHDANTO

Nykyisin voimassa olevan mittaussäännön mukaan (Suomen Asetuskokoelma 753/72) tukit mitataan tavallisesti siten, että läpimitat mitataan latvasta kuoren alta, tukkien pituudet lasketaan läpimittaluokittain yhteen ja kunkin läpimittaluokan juoksumetrimäärä kerrotaan vahvistetulla muuntoluvulla kuorellisen kiintotilavuuden saamiseksi. Nämä muuntoluvut on laskettu erikseen Etelä- ja Pohjois-Suomea varten sekä erikseen männylle ja kuuselle.

Kyseiset havusahatukkien kiintotilavuuden määrittämisessä tarpeelliset yksikkökuutioluvut on julkaistu mm. erilaisissa käytännön mittajille tarkoitetuissa lehtisissä (esim. Uudistuva puutavaran mittausta 1973). Näissä lehtisissä menetelmän perusteita ei ole selostettu. Sen sijaan varsin tarkka perustana olevan aineiston ja laskentamenetelmien kuvaus sisältyy HEISKASEN ja RIKKOSEN (1971) tutkimukseen.

Tällainen työnjako käytäntöön tarkoitettun ohjelehtisen ja tieteellisen tutkimusraportin välillä on perinteellinen ja paljon käytetty. Kun kysymyksessä on kuitenkin erilaisille virheille ja muutoksille altis mittaussuomenmenetelmä, voidaan ajatella myös tämän mittausmenetelmän seurantarajajärjestelmää, joka liitetään käytännöllisen mittaustoiminnan yhteyteen. Voidaan esimerkiksi ajatella, että tyvitukkien osuus kaikista mitatuista tukeista vaikuttaa muuntolukuihin. Tällöin voidaan tarvittaessa käytännön mittaustoiminnasta saatavan valtavan tukkimateriaalin avulla kontrolloida mittaussuomenmenetelmän kehittäessä käytettyä tyvitukkien osuutta. Tällainen seu-

rantatehtävä on varsin helposti liitettävissä käytännölliseen mittaustoimintaan esim. tarkistusmittausten yhteyteen, eikä sen soveltaminen oleellisesti lisää mittauskustannuksia.

Eri mittausmenetelmien seurantarajajärjestelmien kehittäminen on erityisen tärkeää siksi, ettei jotakin mittausmenetelmää kehitettäessä voida kustannussyistä kerätä kovinkaan laajoja ja edustavia aineistoja. Jos seurantarajajärjestelmän avulla voidaan jatkuvasti kontrolloida mittaussuomenmenetelmän taustalla olevien olettamusten paikkansapitävyyttä, hälyttävien virhetietojen ilmaantuessa voidaan tarvittaessa ryhtyä jatkotutkimuksiin ja edelleen kehittää menetelmää paremmin todellisuutta vastaavaksi.

Tässä tutkimuksessa hahmotellaan seurantarajajärjestelmää, joka on tarkoitettu eteläsuomalaisiin havutukkeihin sovellettavan kiintomittaussuomenmenetelmän kontrolloimiseen. Eräänä syynä Etelä-Suomeen rajoittumiseen on se, että kyseisen menetelmän perusaineisto on kerätty suppealta alueelta Saimaan ympäristöstä, ja saattaa olla tarpeen kontrolloida menetelmän soveltuvuutta koko Etelä-Suomea varten. Mainittakoon, että kyseinen HEISKASEN ja RIKKOSEN (1971) tutkimus perustui 5 148 mäntytukin ja 5 337 kuusitukin mittaukseen. Tyvitukkeja männyllä oli 44 % ja kuusella 54 %.

Tässä työssä ei puututa sellaisiin yksinkertaisiin havaintoihin kuten tilastotietojen keruu tukkien läpimitta- ja pituusjakautumista sekä tyvitukkien osuudesta.

Pohjois-Suomea varten voidaan tehdä samanlainen ohje, jos katsotaan tarpeelliseksi.

2. TUKKIEN KIINTOMITTAUSMENETELMÄN TARKKUUTEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

Suunniteltaessa käytäntöön sovellettavaa seurantamenetelmää joudutaan keskittymään niihin tekijöihin, jotka vaikuttavat eniten kiintomittausmenetelmän tarkkuuteen. Toisaalta voidaan edellyttää, että tarkasteltujen tunnusten tulee olla helposti mitattavia. Ellei näin olisi, seurannan järjestäminen merkitsisi itse asiassa uuden mittaustutkimuksen tekemistä.

Mitä ensinnäkin tulee eri tekijöiden merkittävyyteen kiintomittausmenetelmän tarkkuuden kannalta, HEISKASEN ja RIKKOSSEN (1975 a, s. 10) mukaan yksittäisen tukin kuutioidinnissa virhettä aiheutuu lähinnä seuraavista syistä:

- Tukin muoto vaihtelee
- Tukin kuoriprosentti vaihtelee
- Tukin tarkka läpimitta ei tavallisesti ole sama kuin läpimittaluokan luokkakeskus
- Tukin poikkileikkauksen muoto vaihtelee

Näistä kuutiointivirheen syntymiseen vaikuttavista tekijöistä kaksi viimeksi mainittua liittyy lähinnä tutkimustekniikkaan, eikä niiden kontrolloimiseen ole aihetta seurannan avulla. Sen sijaan kuoren määrä ja tukin muodon vaihtelu ovat merkityksellisiä virhelähteitä myös seurannan kannalta tarkasteltuna.

Näistä kahdesta tekijästä, kuoriprosentista ja tukin (kuorettomasta) muodosta, jälkimmäinen on ilmeisesti tärkeämpi. Tämä johtuu ensinnäkin siitä, että kuorikuutiometrin arvo on vähäinen verrattuna puukuutiometrin arvoon. Näin ollen on tärkeä tietää jossakin tukissa oleva puumäärä kuoren mää-

rän ollessa epäoleellisempi kysymys. —Tämä on eräs perustelu myös siihen, miksi tukkien mittauksessa läpimitta määrätään kuoren alta eikä kuoren päältä ja kuoren määrä otetaan huomioon erillisellä kertoimella edes pyrkimättäkään mittaamaan sitä jokaisesta tukista.

Toinen syy tukin muodon tärkeyteen kuorimäärään verrattuna on se, että tukin muodon vaihtelusta helposti seuraa suurempi kuorellisen kiintotilavuuden vaihtelu kuin kuoriprosentin vaihtelusta. Esimerkiksi jos kysymyksessä on katkaistun kartion muotoinen, latvaläpimitaltaan 21 cm ja pituudeltaan 4,9 m oleva tukki, kapenemisen lisääntyessä 10 % arvosta 1,0 cm/metri arvoon 1,1 cm/metri kuutiomäärä kasvaa 2,17 % latvaläpimitan ja pituuden pysyessä samana. Vastaavasti 20 % nousu kapenemisessä lisää 4,37 % kuutiomäärää. Sen sijaan 10 % muutos kuoren määrässä aiheuttaa vain 1,2 % muutoksen kuutiomäärässä, jos kuoriprosentti on 12. Vastaavasti kuoren määrän lisääntyminen 20 % lisää todellista kuorellista kuutiomäärää 2,4 %. —Jos vielä kuoren ja puun erilainen arvo otetaan huomioon, ero korostuu.

Käytännön kannalta saattaisi olla riittävää, että seurantamenetelmässä keskityttäisiin pelkästään tukin kuorettoman muodon tarkasteluun. Kun kuitenkin kuorettoman muodon selvittämiseksi kuorellisesta tukista joudutaan poistamaan kuorta mittauskohdista, oleellista lisävaivaa ei synny siitä, että samassa yhteydessä tarkastellaan myös kuoriprosenttia. Tämän vuoksi jäljempänä ehdotettu seuranta-järjestelmä perustuu sekä tukkien muodon että kuoriprosentin kontrollointiin.

3. TUKIN MUOTO

Mittaustehtävän kannalta tärkein muotoa koskeva tunnus olisi luonnollisesti latvamuotoluku, jolla tarkoitetaan tarkan kuutiomäärän ja latvasylinteriä vastaavan kuutiomäärän suhdetta. Tämän tunnuksen saaminen edellyttää kuitenkin hankalaa tarkan kuutiomäärän selvittämistä, eikä näin ollen voi tulla kysymykseen seurantamenetelmässä. Todellisen kuutiomäärän selvittäminen edellyttää nimittäin useiden läpimittojen mittausta päätöksittäistä kuuntiointia varten tai muita yhtä aikaa vieviä toimia.

Tarkan latvamuotoluvun sijasta voidaan ajatella käytettäväksi sen likiarvoa, joka saadaan jakamalla keskusläpimittaa vastaavan sylinterin kuutiomäärä (keskustilavuus) latvasylinterin kuutiomäärällä (latvatilavuus). Tämän tunnuksen selvittämiseksi joudutaan siis mittaamaan keskusläpimitta ja latvaläpimitta. Kun kuitenkin oleellisesti sama informaatio sisältyy yksinkertaisempaan kapenemistunnukseen, joka saadaan vähentämällä keskusläpimitasta latvaläpimitta ja jakamalla näin saatu absoluuttinen kapeneminen tukin puolikkaan pituudella, kannattaa seurannassa käyttää ilmeisesti tätä jälkimmäistä, yksinkertaisempaa tunnusta.

Yhtä luonnollinen tunnus kuin keskusläpimitaan ja latvaläpimitaan perustuva kapeneminen (latvakapeneminen) on myös tyviläpimitaan ja keskusläpimitaan perustuva kapeneminen (tyvikapeneminen). Tämän käyttö ei vaikuta kuitenkaan edulliselta, joudutaanhan tällöin mittaamaan kaksi ylimääräistä läpimittaa latvaläpimitan lisäksi. Tämän tyvikapenemisen käyttökelpoisuutta heikentää myös se, että se riippuu latvakapenemistä voimakkaammin tukkien järeydestä. Näyttää myös siltä, että ainakin tyvitukeissa niiden pituus vaikuttaa voimakkaammin tyvikapenemiseen kuin latvakapenemiseen (ARO ja RIKKONEN 1966, s. 30). —Mainittakoon myös, että keskus- ja latvaläpimitaan perustuvan latvakapenemisen käytön tekee luontevaksi myös se, että seurannan kohteena olevassa menetelmässä on käytetty tätä tunnusta alkuperäisessä tutkimuksessa (HEISKANEN ja RIKKONEN 1971).

Kun edellä määriteltyä kapenemista käytetään kiintomittausmenetelmän kontrollointiin, läpimitan mittauksessa ei voida tyytyä tavanomaiseen kahden senttimetrin luokkavälin käyttöön. Sekä keskus- että latvaläpimitta kannattaa mitata millimetrin tai ainakin yhden senttimetrin (alenevaa) luokitusta käyttäen. Millimetriluokitusta käyttäen ei synny karkeasta luokituksista aiheutuvaa virhettä.

Mitatut kapenemistiedot on syytä merkitä muistiin läpimittaluokittain, koska tukin järeys vaikuttaa myös latvakapenemiseen. Edelleen on aiheellista mitata kapeneminen erikseen tyvi- ja muista tukeista, koska ei ole lainkaan selvää, että tyvi- ja muita tukkeja on kontrolliaineistossa samassa suhteessa kuin alkuperäisessä mittauksessa. Jos tyvi- ja muut tukit käsitellään yhdessä (vrt. HEISKANEN ja RIKKONEN 1971, s. 12), ei tiedetä, johtuvatko mahdollisesti havaittavat erot tyvi- ja muiden tukkien erilaisesta osuudesta vai mahdollisesti erilaisesta kapenemisestä. Seurantamenetelmässä on siis aiheellista erottaa tyvitukit muista tukeista.

Tässä yhteydessä on myös mielenkiintoista todeta, että tyvitukkien erottaminen muista tukeista muuttaa oleellisesti eräitä johtopäätöksiä. Esimerkiksi HEISKANEN ja RIKKONEN (1975 a, s. 11) toteavat erottelematonta aineistoa tarkoittaen, että kapeneminen pienenee kaikkein järeimpiä tukkeja lukuunottamatta latvaläpimitan suuretessa. Tämä väittämä voi vaikuttaa oudolta sikäli, että ainakin tyvitukeilla, mutta usein myös muilla kuin männyn latvatuokeilla, on havaittu kapenemisen lisääntyvän järeytymisen myötä (esim. ARO ja RIKKONEN 1966, s. 30, 32, ZACCO 1975, s. 25, 26). Selitys piilee siinä, että tyvitukkien kapeneminen on yleensä pienempää kuin muiden tukkien, ja kun tyvien osuus luonnollisista syistä lisääntyy latvaläpimitan suuretessa, yhteinen kuvaaja saa kenties loppupäättää lukuunottamatta alenevan suunnan. —Tämän kaltaisten syiden vuoksi on tärkeää, että seurantamenetelmässä tyvitukkeja tarkastellaan muista tukeista erillään.

Kuvissa 1...4 on esitetty kuvaajia, joihin seurannassa saatavia kapenemislukuja voidaan

verrata. Huomattava on, että kuvissa on latvaläpimitta mitattu sentin alenevin luokkin. Samaa menettelytapaa voidaan käyttää myös seurannassa, tai sitten yhdistää kaksi vierekäistä luokkaa kahden senttimetrin luokkaväliksi. —Mainittakoon vielä, että kuvissa esitetyt kyseisen mittaustutkimuksen perusteella laaditut kuvaajat on tasoitettu käsivärisesti.

Jos tukkien kiintomittauksen seurannassa voidaan jatkuvasti havaita, että saadut kapenemisluvut eivät vastaa kuvissa esitettyä kapenemista, on ilmeistä aihetta nyt käytetyn mittausmenetelmän tarkistamiseen. —Jo tässä yhteydessä kannattaa mainita, ettei pienillä aineistoilla yleensä päästä kovin tasaiseen kuvaajaan.

4. KUOREN OSUUS

Tukkien kiintomittausmenetelmässä kuoren osuus on määritelty tilavuusprosentteina. Tämän vuoksi joudutaan kuoren osuuden selvittämiseksi käyttämään hankalaa pätkittäistä kuutiointia tai jotakin vastaavaa menetelmää. Yksinkertaisessa seurannassa mikään tällainen menettelytapa ei voi tulla kysymykseen.

Jonkinlainen käsitys kuoren osuudesta voidaan saada mittaamalla kuorellinen läpimitta ja kuoreton läpimitta samasta tukin kohdasta. Luontevinta on tehdä tällaiset mitaukset joko tukin latvasta tai keskeltä, koska läpimitta joudutaan joka tapauksessa mittaamaan näistä kohdin. Kuten tunnettua, sekä keskeltä että latvasta mitaten kuoren osuus koko tukin tilavuudesta arvioidaan liian alhaiseksi.

Seurantamenetelmässä kuoren osuus kannattaa arvioida keskeltä mitattujen läpimittojen perusteella. Tähän on kaksi syytä. Ensimmäkin kuoren todellinen osuus voidaan arvioida luotettavammin keskeltä kuin latvasta mittauksen perusteella, koska monissa tapauksissa kuoren määrä muuttuu kutakuinkin lineaarisesti tyvestä latvaan päin. Toisaalta on todettu, että kuoren kuluminen ja satunnaiset vauriot ovat yleisempiä latvassa kuin keskellä (HEISKANEN ja RIKKONEN 1975 b). Oleellista haittaa keskusläpimitan

On myös huomattava, että kuvissa 1...4 esitettyihin kuvaajiin vaikuttavat puiden ominaisuuksien lisäksi monet vaikeasti määriteltävät tekijät. Esimerkiksi se, että voimakkaasti kapenevista rungoista tehdään mielellään lyhyitä tukkeja ja vähän kapenevista rungoista pitkiä jonkin keskipituuden saavuttamiseksi, näkyy kuvaajissa. Nämä hakkuumiehen käyttäytymiseen liittyvät tekijät ovat eräänä syynä siihen, ettei puutavaran mittaustutkimuksia voida ilman muuta suorittaa pelkistä puustotiedoista lähtien. Näin lienee siitäkkin huolimatta, että apteeraussäännöt säädellevät työn tekijän käyttäytymistä varsin pitkälle.

käytöstä kuoren määrittämisessä ei liene, koska kuori joudutaan joka tapauksessa poistamaan kapenemistunnuksen selvittämistä varten.

Kuvassa 5 on esitetty männyn tyvitukkien osalta se kerroin, jolla keskeltä mitattu kuoren osuus muutetaan koko tukkia koskevaksi kuoritulavuusprosentiksi (HEISKANEN ja RIKKONEN 1975 b). Kuten havaitaan, männyn tyvitukeilla tämä korjauskerroin riippuu tukkien latvaläpimitasta. Männyn muilla kuin tyvitukeilla sekä kuusella voidaan käyttää läpimitasta riippumatonta korjauskerrointa. Männyn muilla kuin tyvitukeilla kerroin on 1,04, kuusen tyvitukeilla 1,06 ja muilla tukeilla 1,00 (ei virhettä). —Kuvassa 6 on esitetty vastaavasti ne kuoriprosentit, joita on käytetty alkuperäisessä tukkien kiintomittausmenetelmässä. Seurannalla saatuja tuloksia verrataan siis kuvan 6 esittämiin arvoihin.

Edellä mainitut korjauskertoimet koskevat tuoreita tukkeja. Olettaa sopii, että kuvassa 6 esitettyjä kuoren osuuksia alempia tuloksia saadaan helposti silloin, kun kuori mitataan varastoiduista tukeista (esim. HEISKANEN ja RIKKONEN 1974). Huomattavaa on, että kuorivaurioiden lisäksi kuoren osuuden pienemiseen vaikuttaa myös kuoren kutistuminen, jonka merkitys on ilmeisesti suurimmillaan tukin latvassa (RIKKONEN 1973).

5. SEURANTAMENETELMÄN SOVELTAMINEN

Edellä kuvattu tukkien kiintomittausmenetelmän tarkistusmenetelmä on tarkoitettu pääasiassa puutavaran mittaajien omaan käyttöön. Eri paikoissa saatuja tuloksia ei kerätä Metsäntutkimuslaitoksen toimesta. Ainoastaan siinä tapauksessa, että jollakin alueella tai jossakin erityisessä mittaustehtävässä alkaa jatkuvasti ilmetä tukkien kiintomittausmenetelmän perusteista poikkeavia kapenemista ja kuoren määrää koskevia tuloksia, on tarpeellista ottaa yhteyttä Metsäntutkimuslaitokseen kysymyksen perusteellisemmaksi selvittämiseksi.

Seurantajärjestelmää voidaan tarvittaessa soveltaa myös siten, että kapenemista ja kuoren määrää koskevia tietoja käytetään hyväksi aluettaisia yksikkökuutiotauluja laadittaessa. Sama koskee joidenkin erikoispuutavarylajien mittaamista, jolloin tukkien pituus, laatuvaatimukset jne. voivat poiketa tavanomaisesta. Silloin kun tällaisilla sovellutuksilla ei ole virallista asemaa, voinee usein tyytyä edellä selostetulla seurantamenetelmällä saataviin kapenemistietoihin.

6. ESIMERKKI MENETELMÄN SOVELTAMISESTA

Nyt tarkasteltua seurantamenetelmää sovellettiin pieneen kuusitukkierään, joka saapui Nokialla sijaitsevalle tehdasvarastolle. Erään kuului kaikkiaan 369 kuusitukkaa, joista 145 oli tyvitukkeja ja 224 muita tukkeja. Tukit olivat kiintomittausmenetelmän edellyttämiä lyhyempiä. Tyvitukkien keskipituus oli 487 cm ja muiden tukkien 453 cm. Kuoren alta mitattu latvaläpimitta oli tyvitukeilla 231 mm ja muilla tukeilla 189 mm.

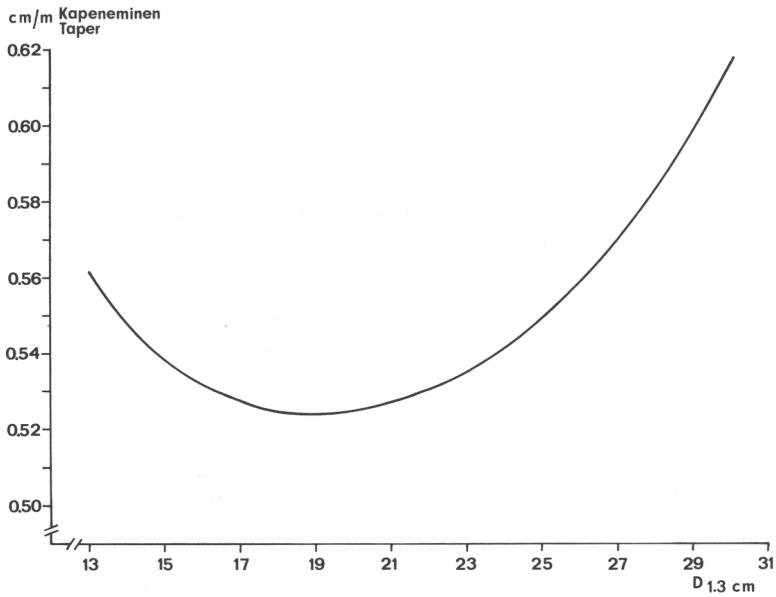
Kuvissa 7 ja 8 on esitetty, millainen on kyseisen aineiston kapeneminen verrattuna kiintomittausmenetelmän pohjana olevan aineiston vastaavaan arvoon. Voidaan todeta, että tyvitukeilla kapenemisen vaihtelu läpimittaluokasta toiseen on huomattava ilmeisesti aineiston pienestä määrästä johtuen. Yleispiirre näyttäisi kuitenkin olevan, että

kyseisessä erässä kapeneminen on voimakkaampaa kuin kiintomittausmenetelmän pohjana olevassa aineistossa. Sen sijaan muiden kuin tyvitukkien kapeneminen seuraa sangen hyvin sitä kuvaajaa, joka on saatu alkuperäisestä kiintomittausaineistosta. — Näin pienen seuranta-aineiston perusteella ei luonnollisesti ole syytä tehdä mitään mittausjärjestelmiä koskevia johtopäätöksiä, kuuluuhan seurannan ideaan oleellisesti jatkuvasti esiintyvien virheiden etsiminen ja niiden perusteella tehtävät johtopäätökset.

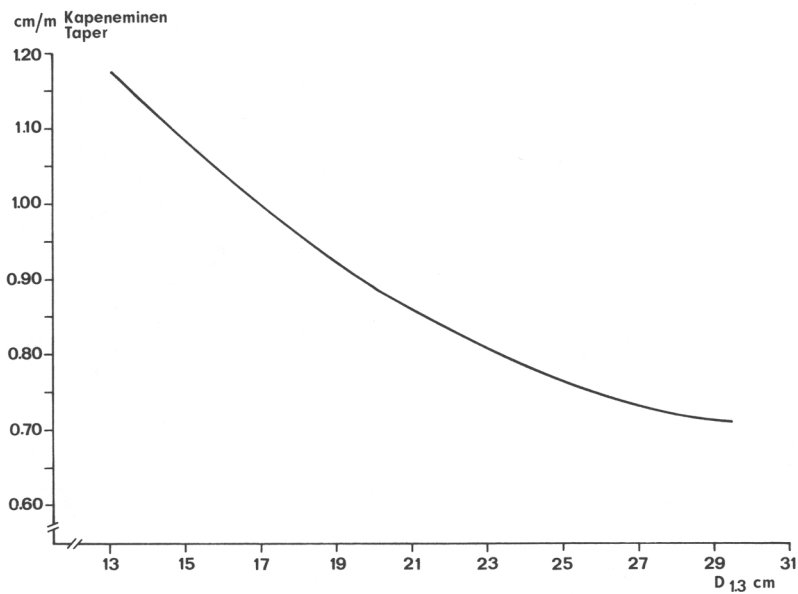
Tässä yhteydessä tarkasteltiin myös kuoren osuutta, joskin tämän tarkastelun merkittävyyttä heikentää se, että kysymyksessä ovat varastoidut kuusitukit. Mitään hälyttävää kuoren osuudesta ei kuitenkaan ilmennyt.

KIRJALLISUUTTA

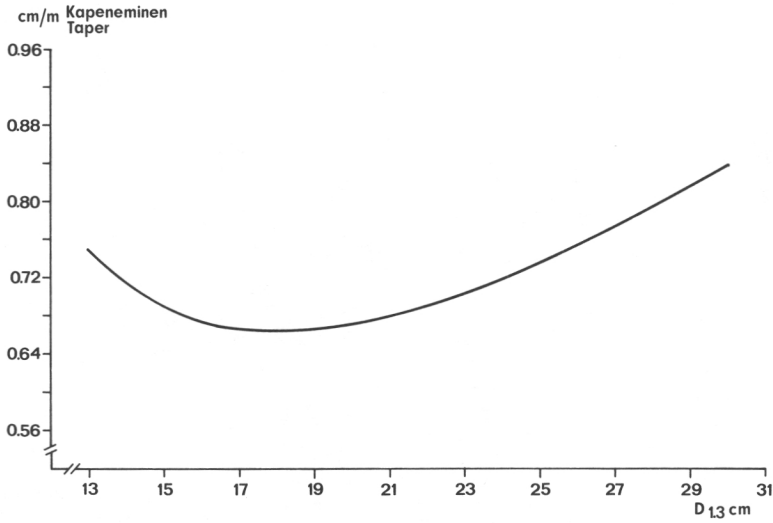
- ARO, PAAVO ja RIKKONEN, PENTTI 1966. Havusahatukkienväljämääräluvut. Summary: Top form factors of softwood saw logs. Commun. Inst. For. Fenn. 61.7.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIIKONEN, JORMA 1974. Tukkien lajittelu sahauksen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Summary: Sorting of logs according to the top diameter on bark. Folia For. Inst. For. Fenn. 214.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI 1971. Havusahatukkienväljämäärän määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Summary: Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. Folia For. Inst. For. Fenn. 128.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI 1975 a. Sahatukkienväljämäärän määrittämismenetelmät. Summary: Methods for the measurement of softwood sawlogs. Folia For. Inst. For. Fenn. 229.
- HEISKANEN, VEIJO ja RIKKONEN, PENTTI 1975 b. Havusahatukkienväljämäärä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. Folia For. Inst. For. Fenn. 250.
- RIIKONEN, JORMA 1973. Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa. Summary: The volumetric shrinkage of pulpwood bark. Folia For. Inst. For. Fenn. 174.
- Suomen asetuskokoelma 753/72. (Asetus puutavaran mittaussäännön muuttamisesta) Uudistuva puutavaran mittaus. I. Järeä puutavara. 1973. Tapiola.
- ZACCO, PETER 1975. Relationstal hos sågtimmer. Summary: Conversion factor of saw logs. Rapp. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 34.



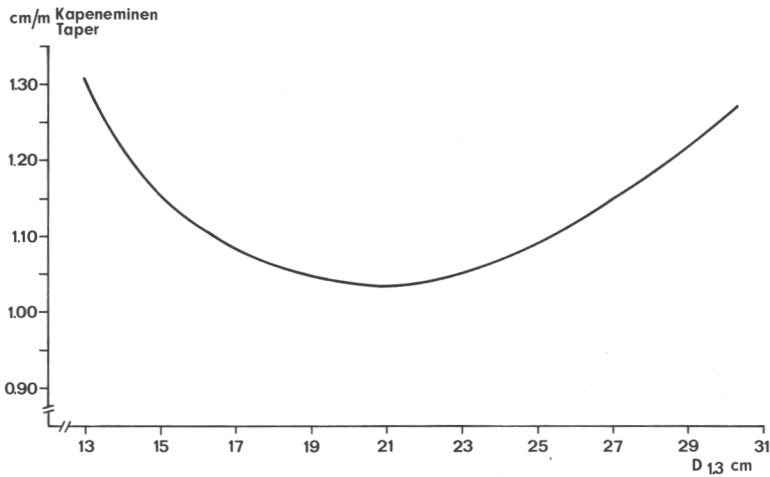
Kuva 1. Männyn tyvitukkien kapenemisen riippuvuus kuorettomasta latvaläpimitasta
Fig. 1. Regression of taper on top diameter (without bark) in pine butt logs



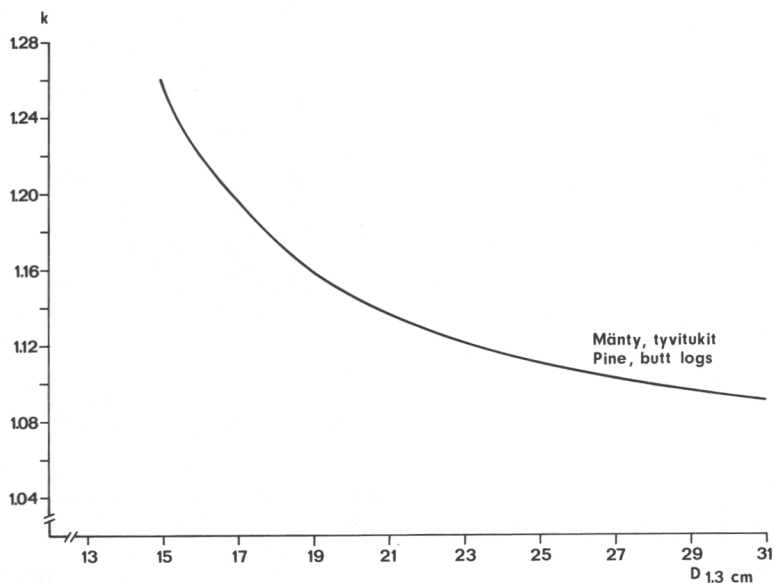
Kuva 2. Männyn muiden kuin tyvitukkien kapenemisen riippuvuus kuorettomasta latvaläpimitasta.
Fig. 2. Regression of taper on top diameter (without bark) in non-butt logs of pine



Kuva 3. Kuusen tyvitukkien kapenemisen riippuvuus kuorettomasta latvaläpimitasta
 Fig. 3. Regression of taper on top diameter (without bark) in spruce butt logs

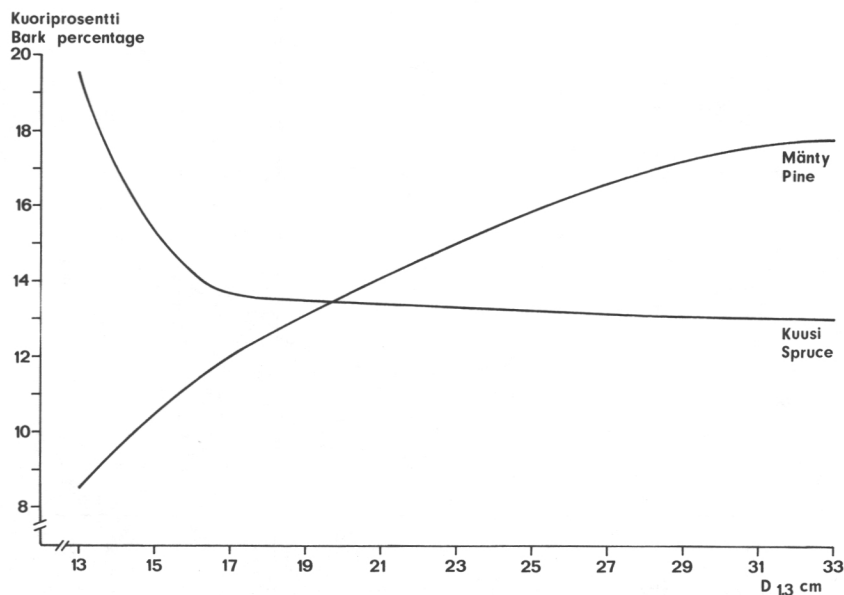


Kuva 4. Kuusen muiden kuin tyvitukkien kapenemisen riippuvuus kuorettomasta latvaläpimitasta
 Fig. 4. Regression of taper on top diameter (without bark) in non-butt logs of spruce



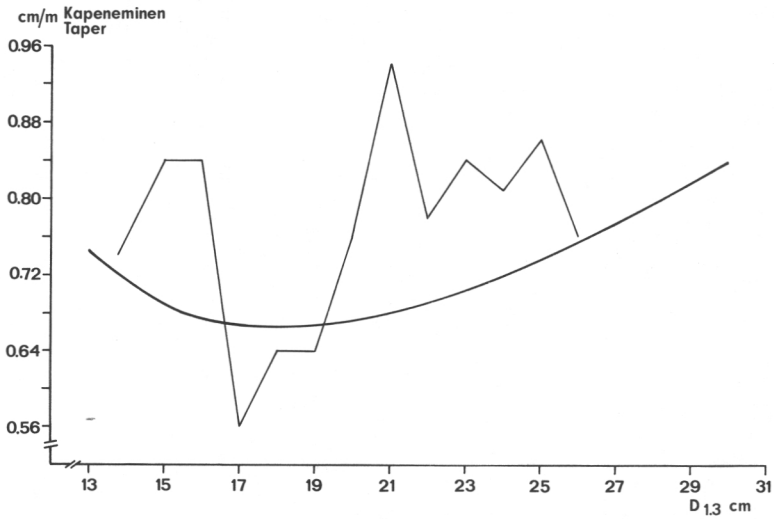
Kuva 5. Kerroin, jolla tukin keskeltä mitattu kuoren osuus prosentteina muunnetaan koko tukin kuoren tilavuusprosentiksi

Fig. 5. Conversion factor for estimating the volumetric bark percentage of the whole log on the basis of bark percentage measured at the middle of the log



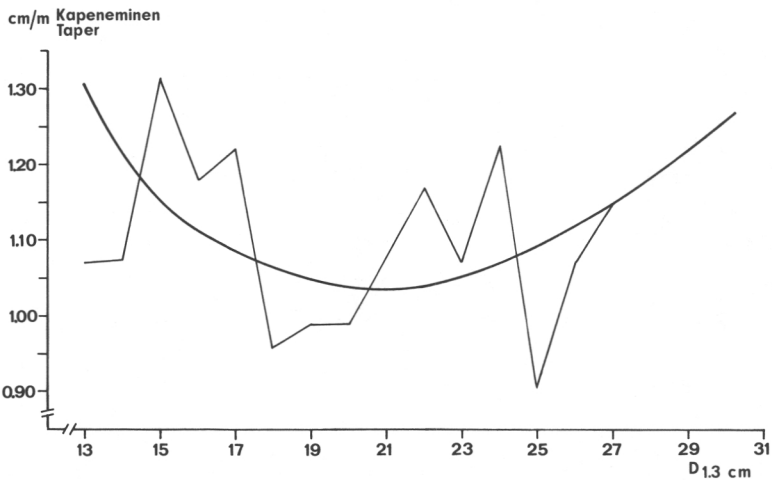
Kuva 6. Männyn ja kuusen tilavuuskuoriprosentin riippuvuus kuorettomasta latvaläpimitasta

Fig. 6. Regression of volumetric bark percentage on top diameter (without bark) in pine and spruce logs



Kuva 7. Kuusen tyvitukkien kapeneminen Nokialla (murtoviiva) verrattuna kiintomittaustutkimuksessa saatuun kuvaajaan

Fig. 7. Taper of spruce butt logs in Nokia (broken line) compared with the regression curve found in an earlier study. In this study the solid measurement system for logs used nowadays was established



Kuva 8. Kuusen muiden kuin tyvitukkien kapeneminen Nokialla (murtoviiva) verrattuna kiintomittaustutkimuksessa saatuun kuvaajaan

Fig. 8. Taper of non-butt logs of spruce in Nokia (broken line) compared with the regression curve found in an earlier study. In this study the solid measurement system for logs used nowadays was established

- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.
Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.
- 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 kuberingstabeller för virkesmätning. 8,—
- No 207 Kullervo Kuusela ja Allí 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: Harvennussuunnitelmien 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 Kiefernmastholz 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 Wilhelmsen: Puutavaran käsittely. 7,—
- No 217 Pentti Rikonen: 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 levityslaite.
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 Hakkila: Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuutteitten 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 Rikkonen: Sahatukien 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-ainenäköymät 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 laadunmääritys Suomessa.
Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in Finland. 3,—
- No 235 Seppo Kaunisto: 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 236 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittystä koskevia tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuun, järeä kuitupuun sekä likipituinen havukuitupuun.
Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile. Crooked broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate length. 3,—
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus.
Bunching and transportation of branch raw material. 2,—
- No 238 Mirja Ruokonen: Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvissa.
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
The behaviour of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature. 2,50
- No 239 Eero Paavilainen: Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa.
On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. 1,—
- No 240 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Markku Mäkelä: Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna.
Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. 8,—
- No 241 Victor Ipatiev & Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillärämeen männikössä.
Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cottongrass pine swamp. 1,50.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä.
The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood. 2,—
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä.
The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods. 4,—
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuorituksen oppiminen.
Learning of grapple loading. 4,—
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku.
Stump Crusher. 3,—
- No 246 Hans G. Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä.
Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. 2,—
- No 249 Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri.
Pallari Bushharvester. 2,—
- No 254 Matti Kärkkäinen: Havutukien kiintomittausmenetelmän seurantajärjestelmä.
A control method for the measurement of pine and spruce logs. 2,—