

ODC

526.1

832.10

FOLIA FORESTALIA¹⁴⁵

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1972

ESKO LEINONEN

TILAVUUSPAINO-OTANTA SAHATUKKIEN
MITTAUKSESSA

GREEN DENSITY SAMPLING IN SAWLOG
SCALING

- N:ot 1—18 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 1—41.
 Nos. 1—18 are listed in publications 1—41 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 19—55 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 19—96.
 Nos. 19—55 are listed in publications 19—96 of the Folia Forestalia series.
- N:ot 56—98 on lueteltu Folia Forestalia-sarjan julkaisuissa 56—133.
 Nos. 56—98 are listed in publications 56—133 of the Folia Forestalia series.
- 1971 No 100 Esko Leinonen ja Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Gallringsmallar för icke planterade tall- och granbestånd i Finland. Thinning models for natural pine and spruce stands in Finland. 2,—
- No 100 Esko Leinonen — Kalevi Pullinen: Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Green density sampling in pulpwood scaling. 2,—
- No 101 IUFRO, Section 31, Working Group 4: Forecasting in forestry and timber economy. 5,—
- No 102 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1969/70. Stumpage prices in private forests during cutting season 1969/70. 1,—
- No 103 Matti Ahonen: Tutkimuksia kanto- ja juuripuun korjuusta I. Kokeilu puiden kaatamisesta juurakkoineen. Studies on the harvesting of stumps and roots in Finland I. Experiment with the felling of trees with their rootstock. 2,—
- No 104 Ole Oskarsson: Plusmetsiköiden valintaero ja jalostusvoiton ennuste. Selection differential and the estimation of genetic gain in plus stands. 1,50
- No 105 Pertti Harstela: Työjärjestyksen vaikutus tyнкäkarsitun ja likipituisen kuusikuitupuun teossa. The effect of the sequence of work on the preparation of approximately 3-m, rough-limbed spruce pulpwood. 2,50
- No 106 Hannu Vehviläinen: Metsätyömiesten moottorisahakustannukset 1969—1970. Power-saw costs of forest workers in 1969—1970 3,—
- No 107 Olli Uusvaara: Vaneritehtaan jätepuusta valmistetun hakkeen ominaisuuksista. On the properties of chips prepared from plywood plant waste. 2,50
- No 108 Pentti Hakkila: Puutavaran vaurioitumisesta leikkuuterää korjuutyössä käytettäessä. On the wood damage caused by shear blade in logging work. 2,—
- No 109 Metsänviljelykustannusten toimikunnan mietintö. Report of the committee on the costs of forest planting and seeding. 9,—
- No 110 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969—70. Forest resources in the Forestry Board Districts of Kainuu, Pohjois-Pohjanmaa, Koillis-Suomi and Lappi in 1969—70. 5,50
- No 111 Kauko Aho ja Klaus Rantapuu: Metsätraktorien veto- ja nousukyvyistä rinteessä. On slope-elevation performance for forest tractors. 2,—
- No 112 Erkki Ahti: Maaveden jännityksen mittaamisesta tensiometrillä. Use of tensiometer in measuring soil water tension. 1,—
- No 113 Olavi Huikari — Eero Paavilainen: Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö. Forest improvement works and multiple use of nature. 2,—
- No 114 Jouko Virta: Yksityismetsänomistajien puunmyyntialttius Länsi-Suomessa vuonna 1970. Timbers-sales propensity of private forest owners in western Finland in 1970. 6,—
- No 115 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikonen: Tukkien todellisen kiintomitan mittaamisessa käytettävät muunto- ja kuutioiomisluvut. Sahatukkien mittaus- ja hinnoittelututkimukseen 1970 perustuvat taulukot. 1,—
- No 116 Veijo Heiskanen: Tyvitukkien ja muiden tukkien koesahauksia Pohjois-Suomessa. Test sawings of butt logs and top logs in Northern Finland. 2,50
- No 117 Paavo Tiihonen: Suomen pohjoispuoliskon mäntytukkipuusto v. 1969—70. Das Kiefernstarkholz der nördlichen Landeshälfte Finnlands i.J. 1969—70. 2,—
- No 118 Pertti Harstela: Moottorisahan värinän vaikutuksesta työntekijän käsiin. On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. 1,50
- No 119 Lorenzo Runeberg: Plastics as a raw-material base for the paper industry in Finland. Muovit paperiteollisuuden raaka-aineena Suomessa. 2,50
- No 120 Esko Salo ja Risto Seppälä: Kiinteistöjen polttoraakapuun käytön väli-inventointi vuosina 1969/70. Fuelwood consumption on farms and in buildings, intermediate inventory, 1969/70. 3,—
- No 121 Heikki J. Kunnas: Forestry in national accounts. Metsätalouden kansantulo-osuuden laskenta. 2,—
- No 122 Pentti Kuokkanen: Metsänviljelytaimien kasvatuskustannukset vuosina 1969 ja 1972. Costs of growing forest-tree seedlings in nurseries in 1969 and 1972. 2,50
- No 123 Juhani Numminen: Puulevyjen käyttö Uudenmaan talousalueella v. 1967 valmistuneissa rakennuksissa. The use of wood-based panels in buildings completed in 1967 in the Uusimaa Economic Region. 2,50
- No 124 Markku Simula: An econometric model of the sales of printing and writing paper. 3,—
- No 125 Risto Seppälä: Simulation of timber-harvesting systems. Puun korjuuketjujen simulointi. 4,—

FOLIA FORESTALIA 145

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1972.

Esko Leinonen

TILAVUUSPAINO-OTANTA SAHATUKKIEN MITTAUKSESSA

Green density sampling in sawlog scaling

ALKUSANAT

Esillä oleva tutkimuslöstus on osa Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osaston työohjelmaan kuuluvasta uusien puutavaranmittausmenetelmien kehittämistä. Tutkimus liittyy kiinteästi LEINOSEN ja PULLISEN tutkimukseen "Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa" (Folia Forestalia 100).

Aloitteen tutkimuksen suorittamiseen on tehnyt metsänhoitaja RAIMO KOSKINEN Oy W. Rosenlew Ab:sta. Tutkimuksen suorittamisen mahdollisti se, että kenttätöitä voitiin suorittaa Rosenlew-yhtiön metsäosaston toimesta.

Tutkimuksen suunnittelussa ja tutkimuslöstuksen laadinnassa ovat professorit VEIJO HEISKANEN ja PENTTI HAKKILA antaneet monia varteenotettavia neuvoja. Tietokonekäsitteilyn on hoitanut luonnontieteiden kandidaatti ARJA PANHELAINEN. Laskentatyöhön ovat osallistuneet neidit SINIKKA AIROLA ja TARJA KALLIALA, joka myös teki piirroksia. Konekirjoituksen teki neiti RAIJA SIEKKINEN.

Kaikille tutkimukseen osallistuneille esitän parhaimmat kiitokseni.

Helsingissä, huhtikuussa 1972

Esko Leinonen

SISÄLLYSLUETTELO

SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUKSEN TAVOITE	6
3. AINEISTO JA MENETELMÄ	6
4. LASKENTATYÖ	7
5. TULOKSIA	8
51. Tilavuuspainon vaihtelu pölkkyjen välillä	8
52. Tilavuuspainon vaihtelu kuorman eri osissa	9
53. Tilavuuspainon vaihtelu kuormien välillä	9
54. Tilavuuspainon vaihteluun vaikuttavat tekijät	9
55. Otoskoon määrääminen	10
551. Tavoitteena kuormakohtainen tulos	10
552. Tavoitteena eräkohtainen tulos	10
56. Erityiskysymyksiä	10
561. Pölkyn kiintomitan korjauksen vaikutus tilavuuspainon vaihteluun	10
562. Tyvipölkkyjen ja muiden pölkkyjen erikseen käsittelyn vaikutus tilavuuspainon vaihteluun	11
563. Eräitä aineistoa kuvaavia tunnuslukuja	12
6. TILAVUUSPAINO-OTANNAN SOVELTUVUUS SAHATUKKIEN MITTAUSMENETELMÄKSI	13
7. LÄHDEKIRJALLISUUS	14

Green density sampling in sawlog scaling

SUMMARY

The purpose of the study was to establish preliminarily whether it is feasible to use green density sampling (Fig. 1) in the scaling of sawlogs. The publication is associated with a corresponding study on pulpwood (LEINONEN and PULLINEN 1971).

The investigation material was collected in winter 1971 at the Seikku sawmill of Oy W. Rosenlew Ab in Pori. It consisted of 5 pine and 5 spruce sawlog loads which were taken at random. The loads were divided into six parts before unloading (Fig. 2). Top volume and solid volume based on middle diameter were determined stereometrically and weight dynamometrically for each bolt (Fig. 3).

The suitability of green density sampling was examined primarily by studying the bolt green density variation inside the load and between loads. The average intra-load variation in bolt green density for both tree species was as follows:

kg/top cu.m.	10–16 per cent
kg/solid cu.m.	7–12 per cent

The variation in green density between the loads was

	kg/top cu.m.	kg/solid cu.m.
pine	2.6 per cent	2.6 per cent
spruce	6.0 per cent	3.4 per cent

The volume-weight variation in different parts of the loads was studied by variance

analysis. No significant differences were found between the parts. It may thus be concluded that the green density sample can be taken without endangering representativeness from any part of the load, in practice from the top of the load.

Selective regression analysis was employed to examine the factors that affect the variations in green density. The observation unit was a part of the load and the independent variables were easily discernible external characteristics. The degree of explanation, however, was low with the variables used. The possibility of reducing the size of the sample was studied by treating butt logs and other logs separately, but this gave no significant reduction in the green density variation.

The effect on the green density variation of correction of the solid volume based on the middle diameter in butt logs was also studied. A correction in which the solid volume of butt logs was enlarged by diameter classes by empirical coefficients had a slightly enlarging effect on the green density variation. The reason for this is the smaller green density of butt logs.

The results obtained in this preliminary study concerning the green density of sawlogs and its variation were positive. Further study of green density sampling from both a theoretical and a practical point of view appears to be purposeful.

TIIVISTELMÄ

Tämän tutkimuksen tavoitteena on alustavasti selvittää, voidaanko tilavuuspaino-otantaa (kuva 1) käyttää sahatukkien mittauksessa. Julkaisu liittyy vastaavaan kuitupuuta koskevaan tutkimukseen (LEINONEN ja PULLINEN (1971).

Tutkimusaineisto kerättiin talvella 1971 Oy W. Rosenlew Ab:n Seikun sahalla Porissa. Aineisto käsitti 5 mänty- ja 5 kuusitukkikuormaa, jotka määrättiin sattumanvaraisesti. Ennen purkamista kuormat jaettiin kuuteen osaan (kuva 2). Jokaisesta pölkystä määritettiin stereometrisesti tekninen ($t\text{-m}^3$) ja todellinen ($k\text{-m}^3$) kiintomitta sekä paino dynamometrin avulla (kuva 3).

Tilavuuspaino-otannan soveltuvuutta selvitettiin ensinnäkin tutkimalla, miten suuri on pölkkyjen tilavuuspainon vaihtelu kuorman sisällä ja kuormien välillä. Pölkkyjen tilavuuspainon vaihtelu kuorman sisällä oli kummallakin puulajilla keskimäärin:

kg/t-m^3	10–16 %
kg/k-m^3	7–12 %

Tilavuuspainon vaihtelu kuormien välillä oli

	kg/t-m^3	kg/k-m^3
männyllä	2.6 %	2.6 %
kuusella	6.0 %	3.4 %

Edelleen tutkittiin tilavuuspainon vaihtelua kuorman eri osissa varianssianalyysillä. Merkit-

täviä eroja osien välillä ei havaittu. Voidaan siis päätellä, että tilavuuspaino-otannan näyte voidaan edustavuutta vaarantamatta ottaa mistä kuorman osasta tahansa, käytännössä siis kuorman päältä.

Tilavuuspainon vaihteluun vaikuttavia tekijöitä pyrittiin selvittämään valikoivalla regressioanalyysillä. Havaintoyksikkönä oli kuorman osa ja selittävät muuttujat helposti havainnoitavia ulkoisia tunnuksia. Selitysaste jäi kuitenkin käytetyillä muuttujilla alhaiseksi, Otoskoon pienentämismahdollisuuksia pyrittiin tutkimaan käsittelemällä tyvipölkkyt ja muut pölkkyt erikseen. Tällä keinolla ei tilavuuspainon vaihtelun kuitenkaan havaittu merkittävästi pienentyvän.

Tutkimuksessa on myös selvitetty tyvitukkien keskuskiintomitan korjauksen vaikutusta tilavuuspainon vaihteluun. Korjaus, jossa tyvien kiintomittaa suurennettiin läpimittaluokittain kokemuseräisillä kertoimilla, vaikutti hieman suurentavasti tilavuuspainon vaihteluun. Synnä tähän on tyvitukkien pienempi tilavuuspaino.

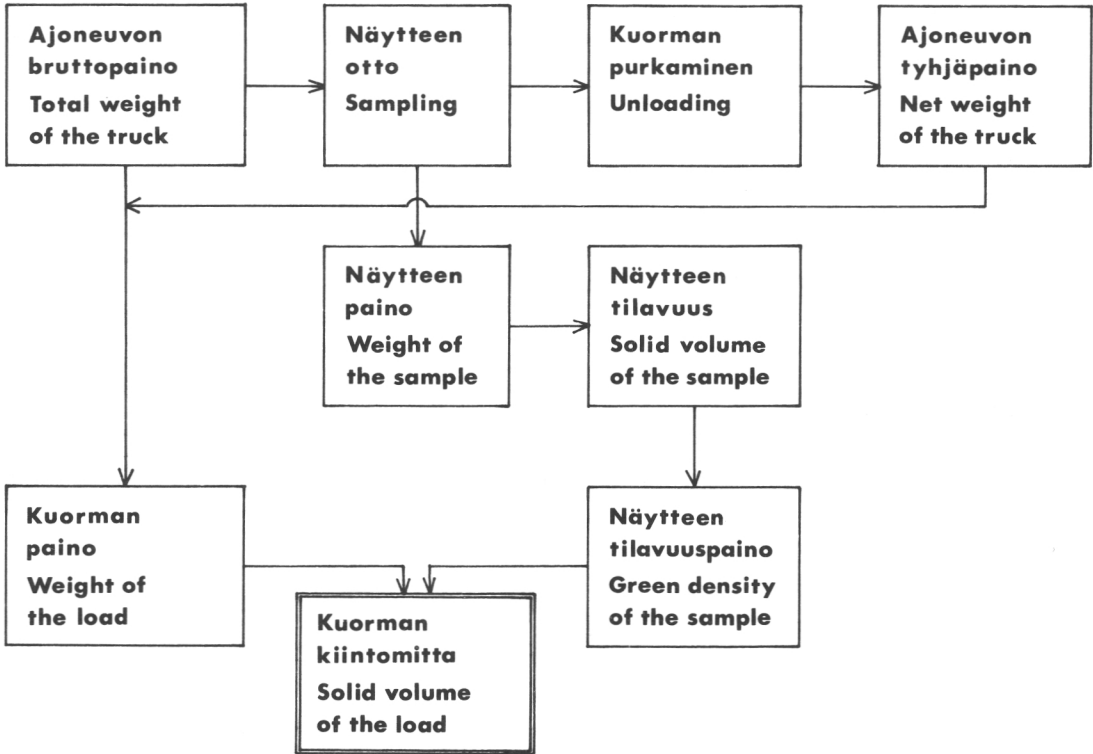
Tässä alustavassa tutkimuksessa sahatukkien tilavuuspainosta ja sen vaihtelusta saadut tulokset ovat olleet myönteisiä, joten tilavuuspaino-otannan edelleen tutkiminen sekä teoreettiselta että käytännölliseltä kannalta näyttää tarkoituksenmukaiselta.

1. JOHDANTO

Puuraaka-aineen mittaaminen punnitsemalla on saanut saha- ja vaneriteollisuudessa huomattavasti vähemmän käyttöä kuin massateollisuudessa. Kuitenkin on Yhdysvalloissa 1960-luvun alusta lähtien tutkittu sahatukkien painomittausta (mm. FREEMAN 1962, ROW ja GUTTENBERG 1966), ja etelävaltioissa on jo yleisesti käytössä menetelmä, jossa kuorman tuorepainon ja lisätunnuksena mahdollisesti käytet-

tävän pölkkyluvun perusteella saadaan taulukoista vastaava lautajalkamäärä.

Pelkkään tuorepainoon perustuvien sahapuun mittausten menetelmien tarkkuus tuntuu meidän oloissamme riittämättömältä. Jos punnitsemiseen sen sijaan liitetään jokin näytteenotto, voidaan hyvinkin päästä tyydyttäviin tuloksiin. Tällainen menetelmä on esimerkiksi Ruotsissa jonkinverran käytetty VF-mittaus eli paino-



Kuva 1. Kuorman kiintomitan määrittäminen tilavuuspaino-otannalla (Leinonen ja Pullinen 1971).
Fig. 1. Determination of solid volume of the load by green density sampling.

otanta, jossa kuormat punnitaan ja näytekuormista mitataan pölkyyttäin kiintomitta. Saadulla suhteella (kiintomitta/paino) kertomalla muunnetaan koko erän tuorepaino kiintomitaksi (vrt. LEINONEN 1972).

Paino-otanta, kuten muutkin kuormaotantamittausmenetelmät, soveltuu useita kuormia käsittävälle puutavaraerille. Kuormakohtaisten mittaustulosten tarve edellyttää toisaalta painomittausmenetelmää, jossa kuormasta otetun pölkynäytteen tilavuuspainon avulla muunnetaan kuorman tuorepaino kiintomitaksi. Tätä tilavuuspaino-otantaa koskeva tutkimus on julkaistu Metsäntutkimuslaitoksen Folia Forestalia-sarjassa numerolla 100 (LEINONEN ja PULLINEN 1971). Menetelmä on kaavamaisesti esitetty kuvassa 1.

Edellä mainitussa kuitupuun tilavuuspaino-otantaa käsittelevässä tutkimuksessa on selvi-

tely puun tilavuuspainoon vaikuttavia tekijöitä, joten niitä ei ole tässä yhteydessä syytä esittää. Samoin viitataan tilastotieteellisten peruskäsitteiden osalta alan oppikirjoihin (mm. MATILA 1964, LÖNNER 1966, ALAMERI ja PÖYHÖNEN 1967).

Eryyisesti sahatukien tilavuuspaino-otannan suhteen voidaan esittää seuraavia näkökohtia:

1. Sahatukit kuljetetaan yleensä tuoreina käyttöpaikalle, ts. tilavuuspaino vastaa tuoreen puun tilavuuspainoa.

2. Tekniseen tilavuuspainoon (kg/tekninen kiintomitta) vaikuttaa puun kosteuden ja tiheyden vaihtelujen lisäksi pölkyn latvamuotoluvun vaihtelu, joten teknisen tilavuuspainon vaihtelun voidaan olettaa olevan suuremman kuin todellisen tilavuuspainon vaihtelun.

2. TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen tavoitteena on alustavasti selvittää

a) miten suuri on yhtä puulajia sisältävien sahatukkikuormien pölkkyjen tilavuuspainon vaihtelu kuorman sisällä ja kuormien välillä ja mitkä käytännössä määritettäviksi mahdolliset tekijät tätä vaihtelua aiheuttavat.

b) vaihteeliko pölkkyjen tilavuuspaino merkittävästi kuorman eri osissa ja mitkä tekijät tätä vaihtelua mahdollisesti aiheuttavat.

Näitten seikkojen avulla pyritään ensinnäkin selvittämään, minkä suuruinen näyte kuormasta

on kullakin tarkkuustasolla otettava ja miten kuormia voitaisiin mahdollisesti luokitella tarkkuuden lisäämiseksi. Edelleen pyritään selvittämään, voidaanko näytepölkkyt ottaa määrätystä kuorman kohdasta, käytännössä lähinnä kuorman päältä.

Tilavuuspainolla (tarkemmin tuoretilavuuspainolla tai käyttötilavuuspainolla) *tarkoitetaan tässä puun tilavuusyksikön todellisia painoa mittaushetkellä*. Kun on kyseessä sahatukki, voi tilavuus olla paitsi todellinen myös tekninen kiintomitta. Jälkimmäisessä tapauksessa on käytetty nimitystä tekninen tilavuuspaino.

3. AINEISTO JA MENETELMÄ

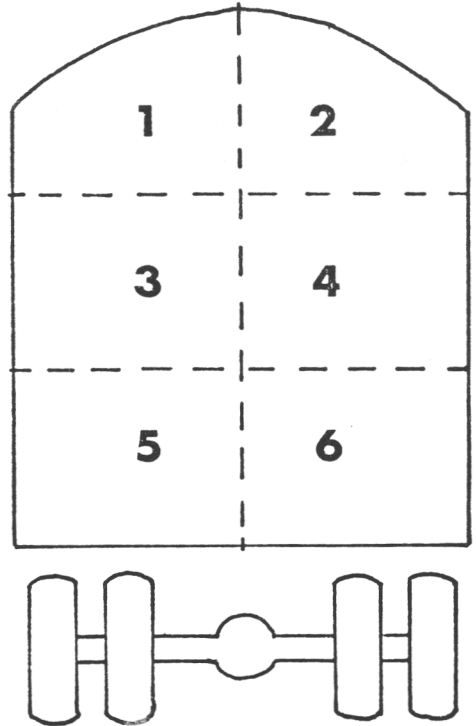
Tutkimusaineisto kerättiin ajalla 26. 1—9. 3. 1971 Oy W. Rosenlew Ab:n Seikun sahalla Porissa. Aineisto käsitti 5 mänty- ja 5 kuusikuitutukkikuormaa, jotka oli sattumanvaraisesti otettu sahalle saapuvien kuormien joukosta. Periaatteena oli kuitenkin, ettei samasta pitäjästä hyväksyty kahta saman puulajin kuormaa. Kaikkiaan mitattiin 393 mänty- ja 408 kuusi-sahatukkaa. Kaikki tukit olivat talvikaatoa.

Kuormista suoritettiin seuraavat määritykset

1. Punnitseminen autovaa'alla (10 kg:n lukemataarkuus).
2. Pinomittaus Oy W. Rosenlew Ab:n R-mittauksen mukaisesti, jossa mitataan kuorman keskimääräinen korkeus ja keskimääräinen leveys ja arvioitu keskimääräinen pölkyn pituus.
3. Ikäluokka selvitettiin kolmen sattumanvaraisesti valitun tyven perusteella.
4. Kaatoaika tiedusteltiin ajoneuvon kuljettajalta taikka asianomaiselta työnjohtajalta.

Kuorma jaettiin kuuteen osaan kuvan 2 mukaisesti. Jokainen pölkky merkittiin osan numerolla (1—6). Pölkkyistä suoritettiin seuraavat määritykset:

1. Punnitseminen ruotsalaisella PIAB-dynamometrillä, jonka toiminta-alue oli 0—500 kg. Asteikon jakoväli oli 10 kg = 2 mm, mikä painoa luettaessa vielä puolitettiin. Pölkky nostettiin ilmaan käsikäyttöisellä taljalla. Pölkyn ripustamistapa on esitetty kuvassa 3.
2. Asema rungossa (tyvi, välipölkky, latva).



Kuva 2. Tukkikuorman jakaminen osiin.
Fig. 2. Division of the sawlog load into parts.

3. Pituus cm:n tasaavalla luokituksella.
4. Latvaläpimitta kuoren alta puolen tasausvaran (5 cm) päästä cm:n alenevalla luokituksella.
5. Keskusläpimitta pituuden puolivälistä kuoren päältä mm:n tasaavalla luokituksella.
6. Sydänpuun läpimitta molemmista päätyleikkauksista cm:n tasaavalla luokituksella.
7. Kuorettoman pinnan osuus arvioitiin silmävaraisesti prosentteina pölkyn koko vaippapinnasta.
8. Suurimman ksan läpimitta mitattiin 1/4":n alenevalla luokituksella.
9. Sellaiset vikaisuudet ja säännöttömyydet, joitten katsottiin saattavan vaikuttaa painoon tai tilavuuteen, merkittiin muistiin.

Mittausajankohdan lämpötila vaihteli $+3^{\circ}\text{C}$:n ja -19°C :n välillä. Kuormissa oli lunta ja jäätä, joiden irrottaminen pölkystä ei useinkaan ollut mahdollista. Kaikista mittauskohdista poistettiin kuitenkin jää.



Kuva 3. Tukin punnitseminen dynamometrillä.
Fig. 3. Weighing of a sawlog by dynamometer.

4. LASKENTATYÖ

1. Pölkyn tekninen kiintomitta saatiin metsäntutkimuslaitoksessa laaditusta taulukosta "Pyöreän puun kuutiosisältö metrisin mitoin. B. Kolmen desimetrin luokitus." Tasausvaraa vaadittiin vähintään 5 cm, mikä vastaa käytännössä esiintyvää 2":n tasausvaraavaimusta. Taulukosta saatiin tekninen kiintomitta siis kuutiometreinä. Tästä yksiköstä on käytetty nimeä tukkiukuutiometri ja lyhennystä $t\text{-m}^3$.

2. Todellinen kiintomitta saatiin väli- ja latvatukeilla tavanomaiseen tapaan keskusläpimitan ja pituuden avulla. Tyvitukeilla sen sijaan keskuskuutiota korjattiin liitteen 1 läpimittaluokittaisilla korjuaskertoimilla. Nämä korjauskertoimet perustuvat Porissa v. 1969 kuormamittaus tutkimuksen aineistonkeruun yhteydessä suoritettuihin mittauksiin, joissa 152 mäntytyvitukkia ja 90 kuusityvitukkia kuutiottiin keskusläpimitan mukaan sekä erityisen mone-

telmän mukaan 100 cm:n pituisina tai sitä lyhyempinä pätkinä. Korjaus johtuu siitä tunnetusta tosiasista, että keskusläpimitta antaa erityisesti tyvitukeille oikeata pienemmän kuution. Väli- ja latvatukeilla on tämä virhe niin pieni, ettei sitä katsottu tarpeelliseksi korjata.

3. Tilavuuspainot laskettiin latvakuutiolle sekä edellä esitetyllä tavalla korjatulle keskuskuutiolle. Joistakin kuormista laskettiin tilavuuspainot myös korjaamattomalle keskuskuutiolle.

4. Jokaiselle kuorman osalle laskettiin keskimääräinen sydänpuuprosentti kaavalla

$$\frac{\frac{\sum S_L^2 + \sum S_T^2}{2} \cdot 100}{\sum D_{1/2}^2} \%$$

jossa S_L = latvaleikkauksen sydänpuun läpimitta
 S_T = tyvileikkauksen sydänpuun läpimitta
 $D_{1/2}$ = pölkyn keskusläpimitta

Kaava ei ole täysin oikea; parempi olisi ollut verrata latva- ja tyvileikkausten sydänpuun läpimittoja vastaaviin pölkyn läpimittoihin. Tämä menettely olisi kuitenkin lisännyt mittaustyötä

ilman että tulokset olisivat varmuudella olennaisesti parantuneet.

5. Tilavuuspainoon ja sen vaihteluun vaikuttavia tekijöitä tutkittiin valikoivalla regressio-analyysimenetelmällä käyttäen time-sharing-tietokonejärjestelmää.

6. Tilavuuspainojen eroavuuksia kuorman eri osissa tutkittiin varianssianalyysillä.

5. TULOKSIA

51. Tilavuuspainon vaihtelu pölkkyjen välillä

Taulukossa 1 esitetään pölkkyjen tilavuuspainojen kuormittaiset keskiarvot ja pölkkyjen väliset suhteelliset keskihajonnat.

Pölkyn tilavuuspainon variaatiokertoimet vaihtelivat kummallakin puulajilla seuraavasti

kg/t-m³ 10–16 %
 kg/k-m³ 7–12 %

Aineiston kaikkien pölkkyjen tilavuuspainon variaatiokerroin oli

	kg/t-m ³	kg/k-m ³ ä
männyllä	12.9 %	9.5 %
kuusella	15.2 %	9.4 %

Kun mäntytukkeja oli aineistossa 393 kappaletta ja kuusitukkeja 408 kappaletta, voidaan tämän aineiston perusteella laskea, että asianomaiselle sahalle kevättalvella autokuljetuksena tulevien mäntysahatukkien tilavuuspaino on keskimäärin 1307 ± 9 kg/t-m³ ja 890 ± 5 kg/k-m³ sekä vastaavasti kuusisahatukkien 1240 ± 10 kg/t-m³ ja 844 ± 4 kg/k-m³.

Taulukko 1. Sahatukkien tilavuuspainojen kuormittaiset keskiarvot ja variaatiokertoimet.
 Table 1. Means and coefficients of variation by loads for sawlog green densities.

Kuorman n:o No. of load	Tilavuuspaino kg/t-m ^{3x} Green density kg/ top cu.m.	Pölkkyjen välinen variaatiokerroin, % Coefficient of varia- tion between the bolts, %	Tilavuuspaino kg/k-m ³ Green density kg/ solid cu.m.	Pölkkyjen välinen variaatiokerroin, % Coefficient of varia- tion between the bolts, %
Mänty Pine				
4	1276.4	12.3	893.4	11.4
6	1274.4	14.6	858.7	10.8
7	1330.6	11.4	918.7	10.1
9	1310.7	9.1	884.9	6.9
10	1351.0	15.0	909.7	6.9
Kuusi Spruce				
1	1258.3	16.4	816.9	8.2
2	1294.1	14.7	855.5	8.9
3	1308.6	14.2	885.6	9.3
5	1122.7	11.6	819.3	7.2
8	1219.9	12.8	837.0	10.6

^x t-m³ = tekninen kiintokuutiometri.

52. Tilavuuspainon vaihtelu kuorman eri osissa

Kuorma jaettiin kuuteen osaan ennen purkamista (ks. kuva 2), ja eri osien pölkkyt erotettiin

	kg/t-m ³		kg/k-m ³	
	keskimäärin	variaatiokerroin, %	keskimäärin	variaatiokerroin, %
Mänty, osa 1	1271.9	11.7	886.0	7.8
2	1303.6	13.1	889.3	10.3
3	1330.5	13.2	900.0	8.1
4	1309.9	12.2	902.7	10.1
5	1330.8	8.9	891.4	5.0
6	1306.7	13.1	886.2	10.8
Kuusi, osa 1	1255.1	14.3	843.4	8.4
2	1248.8	13.2	858.5	8.3
3	1219.8	11.6	834.6	7.0
4	1230.5	14.3	840.5	9.5
5	1247.0	12.7	843.5	8.8
6	1236.7	13.2	834.0	8.7

Poikkeuksen muuten tasaisiin sarjoihin aiheuttaa männyn osan 5 alhainen variaatiokerroin. Poikkeaman syytä ei voitu selittää käytettävissä olevilla keinoilla.

Kysymys kuorman osien tilavuuspainojen eroista on tärkeä, kun on ratkaistava, mistä kohdasta kuorman näyte voidaan ottaa. Jos eri osien tilavuuspainoissa ei ole merkitseviä eroja, voidaan näytepölkkyt haluttaessa ottaa yhdestä kohdasta kuormaa. Käytännössähän tämä merkitsee lähinnä sitä, että näyte voidaan ottaa kuorman yläosasta, mikä on teknisesti helpoimmin järjestettävissä.

Kuorman osien tilavuuspainojen eroja vaaka- ja pystysuorassa suunnassa sekä kuormien välillä tutkittiin kolmesuuntaisella varianssianalyysillä. Ainoat havaitut erot olivat kuusella kuormien välillä; kuorman osien teknisen tilavuuspainon vaihtelu kuormien välillä oli merkitsevä ($F_{4,8} = 7.15$), samoin tilavuuspainon ($F_{4,8} = 10.22$). Tutkimustehtävän kannalta ei tällä kuormien välisellä erolla ole merkitystä.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että otos voidaan edustavuutta systemaattisesti vaarantamatta ottaa mistä kohdasta kuormaa tahansa.

53. Tilavuuspainon vaihtelu kuormien välillä

Taulukossa 1 esitettyjen tilavuuspainojen vaihtelun perusteella on asianomaiselle sahalle kevättalvella tulevan mäntytykkikuormna tilavuuspaino keskimäärin 1309 ± 15 kg/t-m³ ja

mittausvaiheessa toisistaan. Seuraavassa asetelmassa esitetään kuorman eri osien pölkkyjen tilavuuspainojen keskiarvot ja keskimääräiset variaatiokerroimet.

893 ± 11 kg/k-m³ sekä vastaavasti kuusitukki-kuorman 1241 ± 34 kg/t-m³ ja 843 ± 13 kg/k-m³.

Kuormien väliset tilavuuspainojen variaatiokerroimet ovat nimittäin

	kg/t-m ³	kg/k-m ³
männyllä	2.6 %	2.6 %
kuusella	6.0 %	3.4 %

Kun tarkastelun kohteeksi otetaan kuorman osa, suurenevat tilavuuspainojen variaatiokerroimet:

	kg/t-m ³	kg/k-m ³
männyllä	4.3 %	3.6 %
kuusella	7.0 %	4.3 %

Huomio kiinnittyy kuusen teknisen tilavuuspainon suureen vaihteluun. Vaihtelun lisäyksen aiheuttaa suurimmaksi osaksi kuorma n:o 5, jonka tekninen tilavuuspaino on selvästi muita pienempi. Syynä tähän on latvamuotoluvun pienuus. Kuorma n:o 5 on erikoistapaus myös sikäli, että sen sisäinen pölkkyjen tilavuuspainojen vaihtelu on kuusen osalta pienin.

Tuoreen sahapuun tilavuuspainon kuormien välinen variaatiokerroin on edellä esitetyn perusteella yleensä noin 4 %:n suuruinen. Puulajien välillä mahdollisesti olevien erojen selvittäminen edellyttää lisäaineistoa.

54. Tilavuuspainon vaihteluun vaikuttavat tekijät

Pölkkyjen tilavuuspainon vaihtelun syiden

selvittämiseksi suoritettiin mäntyaineistosta valikoiva regressioanalyysi. Havaintoyksikkönä oli kuorman osa, eli yhteensä havaintoja oli 30. Selittävinä muuttujina olivat pölkkyluku, tyviluku, latvapölkkyjen luku, pölkyn keskipaino, pölkyn tekninen kiintomitta, pölkyn todellinen kiintomitta korjattuna ja ilman korjausta, sydänpuuprosentti, tekninen tilavuuspaino ja todellinen tilavuuspaino. Regressioyhtälöiden selityssasteet jäivät kuitenkin alhaisiksi.

$$Y = 8.22 + 0.61 x_1 - 0.68 x_2 \text{ selityssaste } 25 \%$$

y = kg/t-m³-suhteen pölkkyjen välinen variaatiokerroin mänyllä

x_1 = osan pölkkyluku

x_2 = osan tyviluku

Latvapölkkyjen lukumäärän ja pölkyn keskipainon lisääminen selittäjiksi nosti selityssasteen 28 %:iin.

Todellisen tilavuuspainon vaihtelua ei voitu selittää vastaavanlaisella regressioyhtälöllä lainkaan. Tilavuuspainon vaihteluun vaikuttavat tekijät ovat tunnetusti puuaineen tiheys, kosteus, kuoriprosentti ja muotoluku. Tämän aineiston analysoinnissa käytetyt selittäjät, jotka kaikki olivat helposti havainnoitavia pölkyn ulkoisia tunnuksia, eivät korreloineet selvästi näiden tekijöiden kanssa. Tässä tapauksessa ei siis saatu selvää kuvaa tilavuuspainon vaihteluun vaikuttavista tekijöistä.

55. Otoksoon määrääminen

551. Tavoitteena kuormakohtainen tulos

Kun tiedetään mittauserän pölkkyluku, tilavuuspainon keskihajonta ja tarkkuusvaatimus, voidaan tarvittavan otoksen koko laskea esimerkiksi LÖNNERIN (1966) esittämällä kaavalla (ks. myös LEINONEN ja PULLINEN 1971, s. 19).

Seuraavassa asetelmassa esitetään muutamia otoskokoja, kun perusjoukon (kuorman) pölkkyluku on 80 ja vaaditun mittaus tarkkuuden saavuttamisen todennäköisyystaso 95 %.

tilavuuspainon variaatiokerroin	tarkkuusvaatimus	
	± 3 %	± 5 %
	otos	
10 %	23 pölkkyä	11 pölkkyä
13 %	31 —"—	16 —"—
10 %:n suuruinen variaatiokerroin vastaa		

suunnilleen tämän aineiston todellisen tilavuuspainon vaihtelua ja 13 %:n suuruinen vastaavasti teknisen tilavuuspainon vaihtelua. Asetelma antaa siten kuvan siitä suuruusluokasta, jossa otoksen koko tulee liikkumaan. Edellä mainittu kaava on tarkoitettu yksinkertaisen satunnaisotannan otoskoon laskemiseen. Tässä menetelmässä käytettävä suhde-estimointi antaa hieman tarkemman tuloksen, joten otoskoon pienentäminen saattaa olla mahdollista (vrt. SEPPÄLÄ 1970).

552. Tavoitteena eräkohtainen tulos

Jos mittauserä käsittää useita kuormia, on mahdollista ottaa jokaisesta kuormasta edellä kuvatun suuruinen otos ja saada koko erän kiintomitta kaikkien kuormien kiintomittojen summana.

Jos kuitenkin mittauserän kuormat ovat samanlaisia, t.s. puutavara ei poikkea ominaisuuksiltaan eri kuormissa, ei näytettä tarvitse ottaa jokaisesta kuormasta. Otokseen tulevien kuormien lukumäärä voidaan laskea vastaavanlaisella menettelyllä kuin edellä määrättiin pölkkynäytteen suuruus kuormasta. Tässä tapauksessa on tietysti käytettävä laskelmissa tilavuuspainon kuormien välistä vaihtelua. Tällainen "kaksinkertainen" näytteenottomenettely ei kuitenkaan liene teoreettisesti täysin oikea. SALORANTA (1972) on käsitellyt näytteenoton määräämistä kuvatunlaisessa tapauksessa tutkimukseen, jonka numeroaineisto perustuu edellämäinnettyn LEINOSEN ja PULLISEN tutkimukseen (1971) aineistoon. Probleemaa ei ole tässä yhteydessä syytä käsitellä enempää. Otannan teoreettisten perusteiden tarkka selvittely on tarpeellista, mikäli tällaista mittausmenetelmää aiotaan edelleen kehittää, mutta olennaisia muutoksia yksinkertaisen satunnaisotannan otoskokoihin tuskin voidaan saada.

56. Erityiskysymyksiä

561. Pölkyn kiintomittaan korjauksen vaikutus tilavuuspainon vaihteluun

Tyvipölkkyjen keskuskiintomittaa korjattiin määrättyillä kertoimilla (ks. sivu 00 ja liite 1) lähemmäksi todellista kiintomittaa. Jotta saataisiin selville, miten tämä korjaus vaikutti pölkky-

jen tilavuuspainon hajontaan, laskettiin yhdestä mänty- ja yhdestä kuusikuormasta tilavuuspainot ja niiden hajonnat myös korjaamattomilla, keskusläpimitan mukaisilla kuutioilla. Tulokset nähdään seuraavassa asetelmassa.

		Keskuskiintomittaan perustuvan tilavuuspainon variaatiokerroin, %	Korjattuun kiintomittaan perustuvan tilavuuspainon variaatiokerroin, %
Kuorma 10. Mänty			
osa	1	8.6	8.4
	2	7.9	7.9
	3	4.8	5.9
	4	5.8	5.0
	5	6.5	6.1
	6	7.0	7.4
Keskimäärin		6.8	6.8
Kuorma 1. Kuusi			
osa	1	6.3	7.2
	2	7.7	7.1
	3	3.0	3.6
	4	9.2	9.6
	5	6.6	7.2
	6	8.1	7.8
Keskimäärin		6.8	7.1

Tyvitukkien keskuskiintomitan korjaus ei siis pienentänyt tilavuuspainon vaihtelua, vaikka näin pölkkyjen tilavuus tulikin oikeammin määritetyksi. Syynä tähän on se, että tyvipölkkyjen todellinen tilavuuspaino on pienempi kuin muiden pölkkyjen. Kun nyt korjaamaton keskuskuutio antaa liian pienen kiintomitan, määritetään tilavuuspaino todellista suuremmaksi ja tilavuuspainon vaihtelu kaikilla pölkkyillä siten todellista pienemmäksi. Tämän asian selvittämiseksi laskettiin edelleen kuormista 1 (kuusi) ja 10 (mänty) osien keskimääräiset tilavuuspainot erikseen tyville ja muille pölkkyille. Tulokset esitetään taulukossa 2.

Taulukon 2 luvuista nähdään, että kiintomitan korjaus on tehnyt tyvipölkkyjen tilavuuspainon alhaisemmaksi kuin muiden pölkkyjen. Korjaus on siis vaikuttanut oikeaan suuntaan, joten se on osunut oikeaan.

562. Tyvipölkkyjen ja muiden pölkkyjen erikseen käsittelyn vaikutus tilavuuspainon vaihteluun

Ainoana käytännön mahdollisuutena tila-

Taulukko 2. Keskimääräinen tilavuuspaino laskettuna erikseen tyvipölkkyille ja muille pölkkyille.
Table 2. Mean green density calculated separately for butt logs and other logs.

Kuorman osa Part of load	Tyvipölkkyt, tilavuutena Butt logs, as the volume used		Muut pölkkyt, tilavuutena keskuskiintomitta Other logs, as the volume used solid volume (middle diam.)
	keskuskiintomitta solid volume (middle diam.)	korjattu kiintomitta corrected solid volume	
Tilavuuspaino kg/k-m ³ – Green density kg/solid cu.m.			
Mänty 1	956	909	911
Pine 2	966	918	933
3	922	879	937
4	933	890	870
7	972	916	929
6	912	865	906
Keskimäärin Average	944	896	914
Kuusi 1	825	789	858
Spruce 2	907	877	872
3	787	748	777
4	789	763	813
5	806	780	820
6	854	814	832
Keskimäärin Average	828	795	829

Taulukko 3. Pölkkyjen tilavuuspainot vaihteluineen tyvillä ja muilla tukeilla sekä kaikki pölkkyt yhdessä käsitellen.

Table 3. Green density of bolts including variation for butt logs and other logs and when all bolts are treated together.

Kuorman n:o No. of load	Tyvipölkkyt – Butt logs		Muut pölkkyt – Other logs		Kaikki pölkkyt yhdessä All logs together	
	kg/k-m ³ kg/solid cu.m.	variaatio- kerroin, % coefficient variation, %	kg/k-m ³ kg/solid cu.m.	variaatio- kerroin, % coefficient of variation, %	kg/k-m ³ kg/solid cu.m.	variaatio- kerroin, % coefficient of variation, %
Mänty Pine						
4	888	5.0	896	13.5	893	11.4
6	836	9.3	876	11.4	859	10.8
7	879	9.0	953	9.5	919	10.1
9	876	7.2	886	7.9	885	6.9
10	896	6.7	919	7.0	910	6.9
Keskim. Average	875		906		893	
Kuusi Spruce						
1	799	8.8	828	7.8	817	8.2
2	849	7.3	862	10.0	856	8.9
3	888	9.9	884	8.8	886	9.3
5	810	7.8	826	7.0	819	7.2
8	837	11.1	837	9.7	837	10.6
Keskim. Average	837		847		843	

vuuspainon selittämättömän vaihtelun pienentämiseen näyttää olevan tyvipölkkyjen ja muiden pölkkyjen käsitteleminen erikseen. Varsinkin männyllä on näin jaoteltujen pölkkyjen tilavuuspainoissa selvät erot (taulukko 2).

Sen seikan selvittämiseksi, pienentääkö aseman mukainen erottelu tilavuuspainon vaihtelua, laskettiin jokaisesta kuormasta keskimääräiset tilavuuspainot ja niiden hajonnat erikseen tyville ja muille pölkkyille. Tulokset on esitetty taulukossa 3, jossa on myöskin esitetty vastaavat erottelemattomien pölkkyjen tilavuuspainot hajontoineen.

Männyllä on tyvitukkien ja muiden tukkien tilavuuspainoissa selvä ero. Kuusella ei vastaava ero ole kovinkaan selvä. Tilavuuspainon vaihtelun suuruudessa ei ole selviä eroja tyvien ja muiden pölkkyjen välillä. Myöskään ei vaihtelu ole pölkkyjen erottelun kautta pienentynyt. Tyvien ja muiden pölkkyjen erikseen kä-

sittely ei siis tämän aineiston perusteella näytä tuovan lisää tarkkuutta tilavuuspaino-otantamenetelmään.

563. Eräitä aineistoa kuvaavia tunnuslukuja

Taulukkoon 4 on laskettu koko tutkimusaineistosta eräitä tunnuslukuja, jotka eivät varsinaisesti liity tutkittavaan mittausmenetelmään, mutta joilla saattaa olla muuta mielenkiintoa. Taulukon laskemisessa käytetty paino on saatu kaikissa tapauksissa autovaa'alla. Kuorman pölkkyjen yhteenlasketun painon ja autovaa'alla mitatun painon erotus vaihteli välillä -345 + 25, keskimäärin erotus oli kuormaa kohden männyllä -143 kg ja kuusella -118 kg. Ero selittyy pölkkyistä käsittelyn aikana irtoavan lumen, jään ja kuoren painona.

Taulukko 4. Eräitä aineistoa kuvaavia tunnuksia
 Table 4. Some characteristics describing the material

Tunnus – Characteristic	Mänty – Pine	Kuusi – Spruce
kg/kpl – kg/bolt	200	193
kg/p-m ³ – kg/piled cu.m.	592	568
kg/t-m ³ – kg/top cu.m.	1286	1211
kg/k-m ³ – kg/solid cu.m.	919	861
t-m ³ /kpl – top cu.m./bolt	0.156	0.160
t-m ³ /p-m ³ – top cu.m./piled cu.m.	0.460	0.469
k-m ³ /kpl – solid cu.m./bolt	0.218	0.225
k-m ³ /p-m ³ – solid cu.m./piled cu.m.	0.645	0.660
tyvipölkkyprosentti – butt logs percentage	47	50
sydänpuuprosentti – heart wood percentage	24	40

6. TILAVUUSPAINO-OTANNAN SOVELTUVUUS SAHATUKKIEN MITTAUSMENETELMÄKSI

Punnitsemisen käyttäminen sahatukkien mitauksessa on täysin mahdollista, kuten johdannossa jo todettiin. Kun mittaustulos lisäksi tällä tutkittavana olevalla menetelmällä saadaan perinteisissä tilavuusyksiköissä, ei sen käyttämiselle ole teoreettista estettä.

Edustavuuden kärsimättä voidaan otos ottaa mistä kuorman osasta tahansa. Käytännössä on otoksen käsittelyn tapahduttava koneellisesti. Koko otoksen yhdellä kerralla tapahtuvaan käsittelyyn, niinkuin kuitupuun osalta on suunniteltu (ks. PULLINEN 1970), ei kuitenkaan helpposti päästäne. Esimerkiksi 20 näytepölkyn yhteinen paino on noin viisi tonnia, mikä asettaa laitteistolle melkoisia vaatimuksia. Jos mitataan otoksen teknistä kiintomittaa, on pölkkyäin käsitteleminen välttämätöntä.

Nimenomaan otoksen koko pyrittäessä kuormakohtaisiin tuloksiin on menetelmän heikko kohta. Otoksen suuri koko verrattuna kuitupuun vastaavaan menetelmään johtuu siitä, ettei otoskoko paljoakaan riipu perusjoukon alkioiden lukumäärästä, ja kuitupuukuorman pölkky-luku on huomattavasti suurempi kuin sahapuukuorman.

Tilavuuspainon vaihtelun pienentämiseksi ei liene muita keinoja kuin tyvipölkkyjen käsitteleminen erillään väli- ja latvapölkkyistä. Tällaisen

erottelun vaikutus tilavuuspainon vaihteluun näyttää kuitenkin olevan varsin vähäinen, joten ratkaisevaa pienennystä otoskokoon sen avulla tuskin saadaan.

Eräkohtaisiin tuloksiin pyrittäessä ei kaikista kuormista tarvitse ottaa näytettä, jolloin varsinaisen otoksen suhteellinen koko jää pieneksi. Toisaalta on muistettava, että paino-otanta- eli VF-menetelmä antaa myös eräkohtaisen tuloksen. Pienillä kuormalukumäärillä ei paino-otantaa kuitenkaan voida käyttää (ks. esim. LEINONEN ja RIKKONEN 1969, LEINONEN 1972). Tilavuuspaino-otannalla päästään todennäköisesti pienilläkin kuormamäärillä suhteellisen pieneen otoskokoon. Tilastotieteellinen perusta vaatinee näiltä osin lisäselvityksiä.

Mikäli hyväksytään todellinen kiintomitta myös sahapuun mitaksi, niinkuin on jo tapahtumassa, voidaan kehitettäviä kuitupuun tilavuuspaino-otantalaitteita käyttää myös sahapuun mittaukseen. Tällöin ei myöskään otoksen pölkkyttäminen käsittely olisi tarpeellista.

Tämä alustava tutkimus on antanut myönteisiä viitteitä tilavuuspaino-otannan käyttömahdollisuuksista sahapuun mittauksessa. Menetelmän edelleen tutkiminen sekä teoreettiselta että käytännölliseltä kannalta näyttää tämän perusteella tarkoituksenmukaiselta.

7. LÄHDEKIRJALLISUUS

- ALAMERI, ROLF – PÖYHÖNEN, PENTTI. 1966. Johdatusta tilastolliseen tutkimukseen. Helsinki.
- FREEMAN, E. A. 1962. Weight-scaling sawlog volume by the truckload. Forest Products Journal, October 1962.
- LEINONEN, ESKO. 1972. Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä. Summary: Measurement of timber by the load and sampling methods. Folia Forestalia 144.
- LEINONEN, ESKO ja PULLINEN, KALEVI. 1971. Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mitauksessa. Summary: Green density sampling in pulpwood scaling. Folia Forestalia 100.
- LEINONEN, ESKO ja RIKKONEN, PENTTI. 1969. Puutavaran kuorma- ja kuormaotantamittaus. Summary: Load and load sampling measurement of timber. Silva Fennica vol. 3, n:o 4.
- LÖNNER, GÖRAN. 1966. Stickprovsmetoder. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Handling nr 1. 1966. Stockholm.
- MATTILA, SAKARI. 1964. Tilastotiede I. Kauppakorkeakoulu. Helsinki.
- PULLINEN, KALEVI. 1970. Tilavuuspaino-otanta mäntykuitupuun mittausmenetelmänä. Metsäteknologian laudaturtyö. Moniste.
- ROW, C – CUTTENBERG, S. 1966. Determination weight-volume relationships for saw logs. Forest Products Journal, May 1966, s. 39–47.
- SALORANTA, PERTTI. 1972. Otoskoon määrittämisestä tilavuuspaino-otannan yhteydessä. Tilastotieteen laudaturtyö. Tampereen Yliopisto. Moniste.
- SEPPÄLÄ, RISTO. 1970. Otanta- ja kokeen suunnittelu. Metsäntutkimuslaitoksen tilastokurssi. Luentomoniste.

Liite 1. Tyvitukkien keskusläpimitan mukaisen kiintomitan korjauskertoimet.

Appendix 1. Correction coefficients for solid volume based on the middle diameter in butt logs.

Kuusi – Spruce		Mänty – Pine	
Keskusläpimitaluokka, cm <i>Middle diameter class, cm</i>	Kerroin <i>Coefficient</i>	Keskusläpimitaluokka, cm <i>Middle diameter class, cm</i>	Kerroin <i>Coefficient</i>
20 ja alle – <i>and under</i>	1.070	20 ja alle – <i>and under</i>	1.070
21	1.050	21	1.065
22	1.030	22	1.055
23	1.020	23	1.050
24	1.015	24	1.045
25	1.015	25	1.045
26	1.020	26	1.045
27	1.020	27	1.050
28	1.025	28	1.050
29	1.030	29	1.055
30	1.035	30	1.055
31	1.040	31	1.055
32	1.045	32	1.060
33	1.045	33	1.060
34	1.050	34	1.060
35	1.055	35	1.065
36	1.060	36	1.065
37	1.065	37	1.065
38 +	1.070	38 +	1.070

- No 126 Matti Palo: Valtion metsäteollisuus- ja metsätalousyritysten koordinointi.
Coordination of State-owned forestry and forest-industry firms in Finland. 4,—
- No 127 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1969—71.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1969—71. 5,—
- No 128 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikonen: Havusahatukkiin todellisen kiintomitan määrittäminen latvaläpimitan perusteella.
Determination of the true volume of coniferous saw logs on the basis of top diameter. 5,—
- No 129 Bo Långström: Insektisidien käyttö havupuiden taimien suojaukseen tukkimiehentäin (Hylobius abietis L.) tuhoilta.
The use of insecticides for protection of coniferous planting stock against the large pine weevil (Hylobius abietis L.) 1,—
- No 130 Metsätalastollinen vuosikirja 1970.
Yearbook of forest statistics 1970. 10,—
- No 131 Pertti Harstela: Puunkorjuumenetelmien ergonominen kehitys ja eräät työntekijään kohdistuvat fyysiset vaikutukset.
The ergonomic development of the forest work methods and some physic effects on workers. 2,50
- No 132 Simo Poso ja Matti Kujala: Ryhmitetty ilmakuva- ja maasto-otanta Inarin, Utsjoen ja Enontekiön metsien inventoinnissa.
Groupwise sampling based on photo and field plots in forest inventory of Inari, Utsjoki and Enontekiö. 4,—
- No 133 Matti Palo: Metsällisten projektien verkkosuunnittelu.
Planning forestry projects by means of network analysis. 5,—
- 1972 No 134 Aarne Reunala — Ilpo Tikkanen: Metsätalonomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila ja Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittäminen sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen ja Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Erjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiuhonen ja Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkiin mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuu kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho ja Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuu osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyt ja pluskuuset.
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela ja Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja värinäaltistus pelkässä kaadossa.
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in felling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.
Profitability calculations in forest fertilization in Norway, Sweden and Finland.

- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelmistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on State-owned in Perä-Pohjola.
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen ja Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakki: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The succes of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50