

# FOLIA FORESTALIA 169

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1973

---

---

VEIJO HEISKANEN

PINON KEHYSMITAN MITTAUS JA TYHJÄN  
TILAN VÄHENNYS SEKÄ NIIDEN TARK-  
KUUS

MEASUREMENT OF THE GROSS VOLUME  
OF A PILE AND DEDUCTION FOR EMPTY  
SPACE AND THEIR ACCURACY

---

- No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätalonomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.  
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: 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. Virola: 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 & Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.  
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.  
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.  
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen & Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen 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 sahatukkien 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 & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.  
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.  
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.  
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.  
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaadossa.  
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.  
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetoissa 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 tukki-puutaulukot.  
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyistä.  
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinvearoihin.  
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.  
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.  
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.  
The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.  
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—

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

ALKUSANAT

Pinomittauksen kehittämistutkimus aloitettiin myöhäissyksyllä 1971 Puuyhdistyksen mittaustoimikunnan aloitteesta. Silloin perustettiin ns. pinomittauksen kehittämisryhmä, joka on johdollani suorittanut ryhmätyönä tutkimuksen suunnittelun, kenttätöiden tekijöiden koulutuksen ja töiden valvonnan. Laskentatyöt on suoritettu metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osastossa.

Kehittämistutkimuksen tarkoituksena oli kehittää pinomittausta sillä tavoin, että myös pinnossa mitattavasta tavarasta voitaisiin saada luotettavasti selville kiintomitta. Käytettävissä olevan ajan lyhyiden vuoksi laajan tutkimuskompleksin tulokset katsottiin välttämättömiksi julkaista kymmenenä osajulkaisuna, ennakkotiedonantoina monisteiden muodossa heti niiden valmistuttua elokuussa 1972. Kun saaduilla tuloksilla on myös pysyväisluonteista arvoa, julkaistaan tutkimuksen tärkeimpiä tuloksia Folia Forestalia-sarjassa. Esillä oleva on ensimmäinen näistä, minkä vuoksi tässä esitellään tutkimusta myös hieman laajemmin.

Tässä yhteydessä haluan esittää erityiset kiitokset Puuyhdistyksen mittaustoimikunnan puheenjohtajalle, toimitusjohtaja VÄINÖ NIKULE ryhmän työssään saamasta tuesta, joka on mahdollistanut helmikuun lopulla 1972 aloitettujen kenttätöiden useimpien ennakkotulos-

ten julkisuuteen saamisen 1.9.72 mennessä. Haluan kiittää myös ryhmän jäseniä, metsänhoitajia BJÖRN FINNEÄ, LAURI HEMMIÄ, ESKO LEINOSTA, PENTTI RIKKOSTA ja MATTI YLISTÄ, joiden panos työn onnistumiselle on ollut perustavaa laatua. Kiitokset kuuluvat myös alueellisille yhdysmiehille ja kenttätöiden mittausryhmien johtajille. Edellisinä toimivat metsänhoitajat MATTI AHONEN, PERTTI HARSTELA, SEPPO PAANANEN, HANNU VAINIO ja MATTI YLINEN. Mittausryhmän johtajia olivat seuraavat metsäteknikot tai metsätyönjohtajat: LAURI TANHUANMÄKI, ANTTI SAIKKU, OSMO METSÄRINNE, EINO RIITAMAA, PERTTI LÄÄPERI, AULIS PITKONEN, SAKARI RINNE, SULO NISSINEN, OLAVI MÄNTYKENTTÄ ja ARVI VÄLIMAA. Kiitollisena mainitsen myös ne 149 metsäammattimiestä, jotka osallistuivat koetilaisuuksiin, sekä heidän työnantajansa.

Suurimman paineen tutkimustyössä ovat kantaneet metsäntutkimuslaitoksessa työskennelleet apulaiseni, työryhmän sihteeri, metsätieteen ylioppilaat LEIF NIEMI 30.4 saakka ja JORMA RIIKONEN 1.5 alkaen, luonnont. kand. ARJA PANHELAINEN, joka on hoitanut ja johtanut laskentatyötä, metsäteknikko PENTTI SAVILAMPI, joka on toiminut kenttätöiden valvojana, metsänhoitaja HEIKKI

NIKKILÄ, joka on hoitanut kylkitiheysmenetelmää koskevat tutkimukset, sekä monet laskuapulaiset. Monet kiitokset heille kaikille.

Työryhmä on saanut kiitollisuudella vastaanotettua tukea myös Ruotsista kahdella sinne tehdyllä retkeilyllä erityisesti seuraavilta henkilöiltä: metsänhoitaja BERNT EKSTRÖM, metsänhoitaja LENNART FORSBERG, metsänhoi-

taja JERKER KARLSSON, professori PER NYLINDER ja osastopäällikkö, lisensiaatti ZACHRIS TAMMINEN.

Lopuksi kiitän vielä valtion maatalous-metsätieteellistä toimikuntaa sen myöntämästä vartuneiden tieteenharjoittajain apurahasta, jonka turvin olen voinut ansiotyöstä vapaana keskittyä pinomittausta koskevaan tutkimukseen.

Helsingissä joulukuussa 1972

Veijo Heiskanen

## SISÄLLYSLUETTELO

ALKUSANAT .....	1
SUMMARY .....	4
TIIVISTELMÄ .....	6
1. JOHDANTO .....	9
2. TUTKIMUSMENETELMÄ .....	10
21. Tutkimuksen organisaatio .....	10
22. Mittaus- ja arviointimenetelmät .....	13
221. Pinon kehysmittaus .....	13
222. Tyhjän tilan vähennys .....	13
223. Nettopinomitan määrittäminen .....	13
23. Koemittaajien koulutus .....	14
24. Koepinojen valinta .....	14
25. Tarkistusmittaukset .....	14
3. TUTKIMUSAINEISTO .....	15
31. Koepinot .....	15
32. Koehenkilöt .....	19
33. Aineiston käsittely .....	19
4. TUTKIMUSTULOKSET .....	20
41. Pinon kehysmittaus .....	20
411. Pinon korkeuden mittaaminen .....	20
412. Pinon pituuden mittaaminen .....	23
413. Pinon kehysmitan mittaaminen .....	27
42. Tyhjän tilan vähennys .....	29
421. Yleisiä näkökohtia .....	29
422. Osatekijöiden vaikutuksen arviointi .....	29
4221. Ladonta .....	29
4222. Karsinta .....	31
4223. Lumi ja jää .....	31
4224. Vieraat esineet .....	33
4225. Mutkaisuus .....	33
4226. Vertailua .....	33
423. Tyhjän tilan kokonaisvähennyksen arvioinnin tarkkuus .....	38
43. Nettopinomitan määrittäminen .....	43
431. Yleisiä näkökohtia .....	43
432. Eri tekijöiden vaikutus .....	44
433. Saadut pinotiheysluvut .....	48
KIRJALLISUUTTA .....	49

## MEASUREMENT OF THE GROSS VOLUME OF A PILE AND DEDUCTION FOR EMPTY SPACE AND THEIR ACCURACY

### SUMMARY

This study forms a part of the pile measurement development investigation instituted in 1972 with the purpose of examining the methods of estimating solid volume when pile measurement is employed. This sub-project deals with the accuracy of the measurement of pile gross volume and of empty space deduction and the factors affecting their accuracy. The material was collected in seven measurement sessions in different parts of Finland. The number of skilled foresters participating in these occasions was 149. There were 64 sample piles in all.

The main results and the conclusions drawn from them are presented here.

The results for the accuracy of gross volume measurements of piles 150 – 160 cm high and 580 cm long on average, piled measure 20 piled cu.m., show the following:

– The average accuracy achieved in measuring pile height was such that the intra-pile variation coefficient for the mean of the measurements by 17 – 25 men was 2.4 per cent. This coefficient was 2.0 per cent for the measurements of length and 2.7 per cent for the measurement of piled volume. The intra-pile deviations in terms of absolute measurements were 3.6 cm for height, 11.3 cm for length and 0.53 piled cu.m. for piled volume.

– The measuring accuracy was considerably better for piles supplied with end poles than for piles with a single or no end pole. The coefficients of variation of the gross piled volume were 1.8, 2.6 and 3.1 per cent.

– The average results were better for manually stacked than machine-stacked piles. The variation coefficient for the gross piled volume was 2.0 per cent for the former and 2.9 per cent for the latter. It was even greater, that is 3.1 per cent, for machine-stacked piles that were

classified as poor. The material included no very poor machine-made piles.

– Judging by the results, the short training given to the test subjects did not increase the reliability of the measurements at all. The arrangement of the tests may have affected the matter. It is obvious that correctly organised training will result in a reduction in at least the worst errors (cf. KARLSSON 1971 b).

– The seller's representatives measured the pile height and length and the gross piled volume slightly higher on average than test persons in the employ of the buyer. The differences were not, however, statistically significant. This does not rule out the possibility of a tendency to favour the employer in the practical measurements and particularly in special cases subject to interpretation.

The results apply to the measurement of fairly large piles. They do not reveal the effect of pile size on the piled volume measuring accuracy, but the following results are achieved when the question is considered theoretically.

If the piles are very high, e.g. over 2.5 – 3.0 m, measurement of height becomes a sort of estimate which is less accurate than the height measurement of lower piles.

If the pile is longer than it is high the influence of the error in the height measurement is very great.

If the piles are very small and without end poles the probability of major measuring errors is very great (e.g. HEISKANEN and KOIVU-LEHTO 1964, NIKKILÄ 1972 a).

The investigation results apply to the measuring of piles that contain pulpwood of fixed diameter. They cannot be applied to timber of random lengths for which the measuring errors are greater and often even significant when it is necessary to estimate the mean length of the bolts. Statistics from Sweden show that the correlation between true and estimated mean

length is generally relatively close, 0.80 – 0.90, but that the deviation is high 8 – 12 per cent (cf. HEISKANEN 1968).

A summary based on the means, deviations and variation coefficients for empty space estimations due to various part factors is given in Chapter 4226 (Comparison). It shows that stacking, delimiting and crookedness were estimated to have caused most empty space. However, it is obviously impossible in practice to make a deduction for empty space separately for each part factor; on the contrary, the deduction must be made as the sum total of the deductions caused by all factors.

The results of the estimations of total deduction for empty space show:

– The deduction for empty space was estimated at 6 – 7 per cent for softwoods and at over 10 per cent for hardwoods.

– Starting from the solid content of the piled volume in accordance with the mean of the test subjects' measurements and true solid measure, a so-called measured or »actual» empty space deduction was calculated separately for each pile by determining the percentage reduction in the gross piled volume required to make the solid content of a pile correspond to the solid content fixed as the target. The results of the preliminary calculation are presented in Fig. 7. They reveal that the estimated deduction for empty space was generally lower than was actually required. In other words, there was under-estimation.

– Tree species differ, and the under-estimation was greatest for spruce piles with high values. It was small for birch piles. A small need for deduction for empty space was over-estimated on average, whereas a great need was under-estimated.

– The estimate of empty space depended in addition to the tree species primarily on the stacking method. It was greater in machine-stacked piles than in manually stacked piles. There were also regional differences.

– The accuracy of the estimates was very poor judged by the deviation of the results, somewhat worse than in the test organised in

Sweden. Only the method of stacking must be mentioned among the factors affecting relative accuracy. Better results were achieved with machine than with manually stacked piles.

In practice, there are two ways of making the deduction for empty space.

1. From the whole pile as a single per cent deduction,

2. Separately from each height measurement as a cm-deduction.

HEMMI (1970) mentions that some use has been made of cm deduction related to the mean height of the whole pile. According to him, continuous layers of snow are deducted separately.

It must be considered when choosing the method that it should be easy to apply, should permit if possible easy revision and should be easy and inexpensive to use. The most practical is per cent deduction from the whole pile, but its drawback is that there is no chance of detailed revision. Cm -deduction can be made from height measurements, but appears to be a somewhat complicated method. Both gross and net height have to be taken into consideration.

The basic prerequisite for the practical application of empty space deduction is thorough training of the measurers. Deviations as great as those seen in the test performed cannot be rational in commercial measurements. Although the training given for this study did not increase the evaluation accuracy, the results can definitely be improved considerably with correctly planned and repeated training and practice.

Empty space deduction performed by measurers in the service of different employers is open to doubt in principle, although no tendency to favour the employer was revealed in the study. However, such differences do occur in practice, as e.g. HEMMI has observed. Moreover, it is questionable whether it will be possible to train the number of »part-time» measurers as thoroughly as this deduction method seems to require.

## TIIVISTELMÄ

Esillä oleva tutkimus kuuluu osana v. 1972 toimeenpantuun pinomittauksen kehittämistutkimukseen, jonka tarkoituksena oli selvittää kiintomitan arvioimismenetelmiä pinomittausta käytettäessä. Tässä osatutkimuksessa tarkastellaan pinon kehysmitan mittauksen ja ns. tyhjän tilan vähennyksen arvioinnin tarkkuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Aineisto kerättiin seitsemässä arviointitilaisuudessa maan eri puolilla. Näihin tilaisuuksiin osallistui 149 metsämattimiestä. Koepinoja oli kaikkiaan 64.

Tärkeimmät tulokset ja niiden perusteella tehdyt päätelmät ovat seuraavat:

Kehysmittauksen tarkkuutta keskimäärin 150 – 160 cm korkeiden ja 580 cm pitkien pinomitaltaan 20 p-m<sup>3</sup>:n suuruisten pinojen mittauksessa koskevat tulokset osoittavat seuraavaa:

– Keskimäärin päästään pinon korkeuden mittaamisessa sellaiseen tarkkuuteen, että 17–25 miehen mittausten keskiarvon pinon sisäinen variaatiokerroin on 2.4 %. Pituuden mittauksessa tämä kerroin on 2.0 % ja pinomitan mittauksessa 2.7 %. Absoluuttisina mittoina pinon sisäiset hajonnat ovat 3.6 cm korkeudessa, 11.3 cm pituudessa ja 0.53 p-m<sup>3</sup> pinomitassa.

– Pääpuilla varustettujen pinojen mittauksessa mittaustarkkuus on huomattavasti parempi kuin yhdellä pääpuulla varustetuissa ja ilman pääpuuta olevissa pinoissa. Bruttopinomitan variaatiokerroimet ovat seuraavat: 1.8 %, 2.6 % ja 3.1 %.

– Käsin ladotuissa pinoissa päästään keskimäärin parempiin tuloksiin kuin koneella ladotuissa pinoissa. Bruttopinomitan variaatiokerroin on edellisessä 2.0 % ja jälkimmäisessä 2.9 %. Huonoiksi arvostelluissa konepinoissa variaatiokerroin oli vielä suurempi eli 3.1 %. Erittäin huonoja konepinoja, ns. »haasioita», ei aineistoon sisältynyt.

– Se lyhytaikainen koulutus, joka koehenkilöille annettiin, ei tulosten mukaan lainkaan lisännyt mittausten luotettavuutta. Kokeiden järjestelytapa on voinut vaikuttaa asiaan. Onkin ilmeistä, että mahdollisesti uusiin mittaustutkimuksiin siirryttäessä saadaan oikein järjestetyllä koulutuksella tulokseksi ainakin karkeimpien

virheiden väheneminen (vrt KARLSSON 1971 b).

– Myyjän edustajat olivat mitanneet pinon korkeuden, pituuden ja bruttopinomitan keskimäärin hieman suuremmaksi kuin ostajan palveluksessa olleet koehenkilöt. Erot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä. Se ei silti sulje pois sitä mahdollisuutta, etteikö työnantajan etuun tähtäävää pyrkimystä voisi esiintyä käytännön mittauksissa ja varsinkin niiden tuloksinvaraisissa erikoistapauksissa.

Tulokset koskevat verraten suurten pinojen mittausta. Pinon suuruuden vaikutusta pinomitan mittaustarkkuuteen ei saadakaan selville tutkimuksen tuloksista, mutta kysymystä teoreettisesti pohtimalla voidaan tulla seuraaviin tuloksiin.

Jos pinot ovat hyvin korkeita, esim. yli 2.5 – 3.0 metrin korkuisia, muodostuu korkeuden mittaus eräänlaiseksi arvioinniksi, jonka tarkkuus on ilmeisesti heikompi kuin matalampien pinojen korkeuden mittauksen tarkkuus.

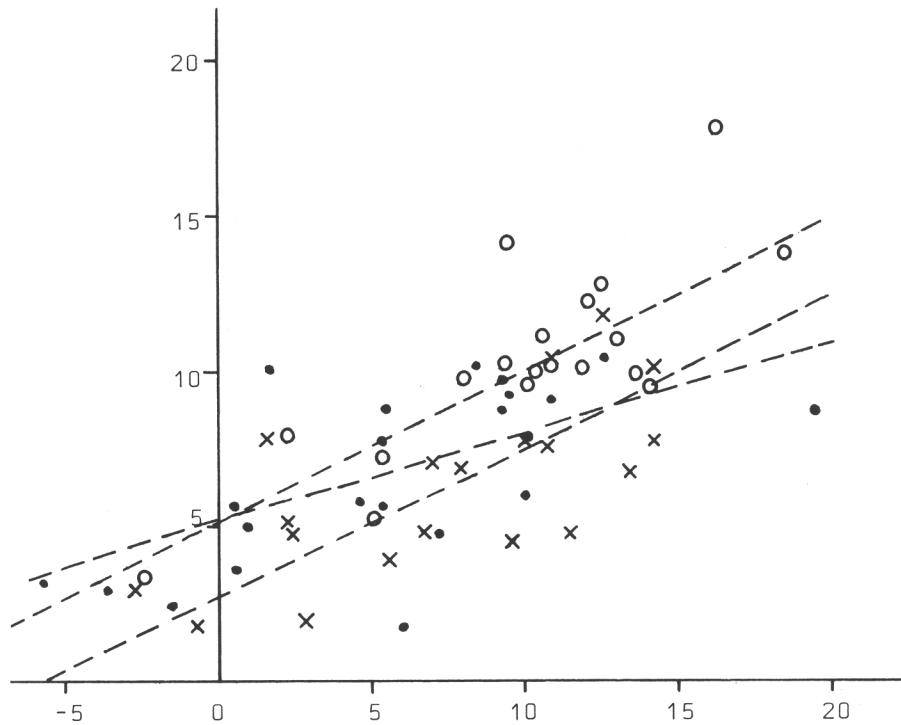
Jos pinon pituus on suuri korkeuteen verrattuna, on korkeuden mittaamisen virheen vaikutus erittäin suuri.

Jos pinot ovat hyvin pieniä ja ilman pääpuuta, on suurten mittausvirheiden todennäköisyys hyvin suuri (esim. HEISKANEN ja KOIVULEHTO 1964, NIKKILÄ 1972 a).

Tutkimustulokset koskevat määräpituista tavaraa sisältävien pinojen mittausta. Tuloksia ei voidakaan soveltaa vapaanpituiseen tavarahan, joissa mittausvirheet ovat suuremmat ja usein jopa merkitykselliset, kun pölkkyjen keskipituus joudutaan arvioimaan. Ruotsista saatavat tilastot osoittavat, että korrelaatio todellisen ja arvioidun keskipituuden välillä on yleensä verraten korkea, 0.80 – 0.90, mutta hajonta korkea, 8 – 12 % (vrt. HEISKANEN 1968).

Eri osatekijöistä johtuvien tyhjän tilan arviointien keskiarvojen, hajontojen ja variaatiokerroimien perusteella tehty yhteenvedo on esitetty luvussa 4226 (Vertailua). Se osoittaa mm. että eniten tyhjää tilaa arvioitiin aiheutuneen ladonnan, karsinnan ja mutkaisuuden johdosta.





Kuva 7. Arvioidun (y) ja mitatun (x) tyhjän tilan vähennyksen välinen riippuvuus.  
x = Kuusi, ● = Mänty, o = Lehtipuu.

Fig. 7. Dependence between estimated (y) and measured (x) empty space deduction.  
x = Spruce, ● = Pine, o = Broadleaved species.

Käytännössä on kuitenkin ilmeisesti mahdotonta tehdä tyhjästä tilasta johtuvaa vähennystä erikseen kunkin osatekijän johdosta vaan vähennys joudutaan tekemään kaikkien tekijöiden aiheuttamien vähennysten summana.

Tyhjän tilan kokonaisvähennyksen arviointia koskevat tutkimustulokset osoittavat mm. seuraavaa. Tyhjän tilan vähennyksen tarve on arvioitu havupuissa 6 – 7 %:ksi ja lehtipuussa yli 10 %:ksi.

– Lähtemällä koehenkilöiden mittausten keskiarvon mukaisen pinomitan ja todellisen kiintomitan osoittamasta pinotiheysluvusta, laskettiin jokaisesta pinosta erikseen ns. mitattu eli »todellinen» tyhjän tilan vähennys määrittämällä, montako prosenttia bruttopinomittaa olisi vähennettävä, jotta pinotiheys vastaisi tavoitteeksi asetettua pinotiheyttä. Näin tehdyn alustavan laskelman tulokset nähdään kuvasta 7. Tulokset osoittavat, että yleensä on tyhjän tilan vähennys arvioitu oikeaa alhaisemmaksi. Toisin sanoen on tapahtunut aliarviointia.

– Eri puulajit eroavat toisistaan siten, että aliarviointi on ollut suurinta kuusipinoissa suurilla arvoilla. Koivupinoissa aliarviointi on ollut aivan vähäistä. Lisäksi havaitaan, että vähäinen tyhjän tilan tarve on keskimäärin yliarvioitu ja suuri taas aliarvioitu.

– Tyhjän tilan vähennyksen arvioitu tarve riippuu puulajin lisäksi ennen kaikkea pinoamistavasta siten, että koneella ladotuissa pinoissa se on suurempi kuin käsin ladotuissa pinoissa. Myös alueittaisia eroja on olemassa.

– Arvioinnin tarkkuus on osoittautunut tulosten hajonnan valossa erittäin heikoksi, jonkin verran heikommaksi kuin Ruotsissa järjestetyissä kokeissa. Suhteelliseen tarkkuuteen vaikuttavista tekijöistä on mainittava vain pinoamistapa. Konepinoissa on päästy parempiin tuloksiin kuin käsipinoissa.

Tyhjän tilan vähennyksen suorittamiseen käytännössä on kaksi mahdollisuutta.

1. Vähennys tehdään koko pinosta yhtenä prosenttivähennyksenä.

2. Vähennys tehdään erikseen kustakin korkeusmittauksesta cm-vähennyksenä.

HEMMI (1970) mainitsee myös, että jonkin verran on käytetty koko pinon keskikorkeuteen kohdistuvaa cm-vähennystä. Hänen mukaansa yhtenäiset lumikerrokset vähennetään erikseen.

Menetelmää valittaessa on otettava huomioon, että sen tulee olla helposti omaksuttavissa, mikäli mahdollista myös tarkistettavissa ja helposti sekä vähin kustannuksin toteutettavissa. Parhaiten käytäntöön sopii koko pinosta tehtävä prosenttivähennys, jonka varjopuolena on kuitenkin yksityiskohtaisen tarkistuksen mahdollisuuden puuttuminen. Tietenkin korkeusmitoista tehtävä cm-vähennys voi tulla kyseeseen, mutta se vaikuttaa menetelmänä hieman monimutkaiselta. Tarkistusta varten näet on otettava huomioon sekä brutto- että nettokorkeus.

Tyhjän tilan vähennyksen käytäntöön so-

veltamisen perusedellytyksenä on mittamiesten perusteellinen koulutus, sillä niin suuri tulosten hajonta, mikä tehdyissä kokeissa todettiin, ei voi olla tarkoituksenmukaista käytännön kaulallisissa mittauksissa. Vaikka tutkimusta suoritettaessa annettu koulutus ei ollutkaan lisännyt arvioimistarkkuutta, on kuitenkin varmaa, että oikein suunnitellulla ja toistuvalla koulutuksella sekä harjoituksella voidaan tulokset saada huomattavastikin paranemaan.

Eri työnantajien palveluksessa olevien mittamiesten suorittamaan tyhjän tilan vähennyksen voidaan periaatteessa suhtautua epäilevästi, vaikka tutkimuksessa ei ilmennytäkään työnantajan etuun tähtäävää pyrkimystä. Käytännössä kuitenkin esiintyy tällaisia erimielisyyksiä, joista mm. HEMMI mainitsee. Lisäksi on kyseenalaista, voidaanko suuri »sivutoimisten» mittamiesten joukko kouluttaa niin perusteellisesti kuin tämä vähennysmenetelmä näyttää edellyttävän.

## 1. JOHDANTO

Pinomittaus on ollut 1950-luvun lopulta yleisimmin käytetty puutavaran luovutusmittausmenetelmä maassamme ja siinä virallisesti käytetyt mittaustavat ovat periaatteessa noudattaneet niitä suuntaviivoja, jotka esitettiin jo 1930-luvun lopulla ilmestyneessä puutavaran mittaussäännössä. Nykyisessä mittaussäännössä on tehty vain vähäisiä muodollisia muutoksia pinomittausta koskeviin määräyksiin. Puunkorjuun kehittyminen on kuitenkin johtanut uusiin puutavaralajeihin, joiden mittaamiseen eivät tavanomaiset mittaustavat, ei myöskään pinomittaus, sovi yhtä hyvin kuin perinteellisiin puutavaralajeihin. Pinnanmyötäisesti karsitun tavaran tilalle on tullut enemmän tai vähemmän vajaakarsittu tavara. Myös laatuvaatimukset ovat ilmeisesti ainakin käytännössä lieventyneet läpimitan ja suoruuden osalta. Pinon laatuakin on muuttunut. Käsinladonnan rinnalle ovat tulleet kourakuormaimella tehdyt pinot, jotka ovat usein vielä ilman pääpuita ja aluspuita.

Tuloksena on ollut, että pinossa mitattavan puutavaran pinotiheydet ovat ilmeisesti keskimäärin pienentyneet ja niiden vaihtelu huomattavasti suurentunut. Myös pinon mittojen määrittäminen on vaikeutunut. Nämä seikat ovat tuoneet korostetusti esille sen, että pinomitan tilalle tai tietyssä mielessä ainakin rinnalle pitäisi saada kuitupuulle paremmin sopiva mittayksikkö. Pitkällä tähtäyksellä paino, nimenomaan kuivapaino, on ilmeisesti asiallisin mittayksikkö, mutta sitä ei ole riittävästi kehitetty meikäläisiin olosuhteisiin sopivaksi. Tällä hetkellä onkin pyrittävä selviämään kyseisestä mittausongelmasta pinomittausta kehittämällä. Päämäärä on tällöin oleva pinomittaus tuloksen saaminen riittävällä tarkkuudella todellisena kiintomittana. Tämä pyrkimys on myös sopu-soinnussa yleisen, todellisen kiintomitan käyttöön pyrkimyksen kanssa. Täten päästään siihen, että kaikilla puutavaralajeilla olisi yhteinen mittayksikkö (vrt. Uudistuva puutavaran ...).

Pinomittauksen edellä esitettyihin varjopuoliin on myös tutkimustoiminnassa jo kiinnitetty varsin paljon huomiota nimenomaan Ruotsissa, jossa on selvitetty pinotiheyden arvioinnin

tarkkuutta, (esim. Sydsvenska virkesföreningen 1955, Virkesmättningsrådet 1960, Skogsstyrelsen 1957, NYLINDER ja PETERSON 1967).

Laajimmin on kysymystä käsitellyt KARLSSON (1970, 1971a, 1971b) perusteellisessa tutkimuksessaan, jossa on aluksi tarkasteltu pinon varsinaisen mittauksen tarkkuutta. Pino-kuutiomäärä pystyttiin määrittämään 1.8 %:n varmuudella. Pyrittäessä ns. tyhjän tilan vähennyksen välityksellä ns. nettopinomittaan, oli vastaava sadannes 2.4. Suurimmat virheet tapahtuivat korkeuden mittauksessa ja ns. tyhjän tilan vähennyksessä. Kysymyksessä olivat pääpuilla varustetut käsinladotut pinot. KARLSSON on myös käsitellyt pinotiheysluvun arviointia, ja tullut siihen tulokseen, että alhaiset pinotiheydet yliarvioitiin ja korkeat aliarvioitiin. Puutavaralajien osuuksien arviointi ja hylkyprosentin arviointi olivat myös tutkimuksen kohteena. Kaikkien osalta ilmeni, että koulutuksella saadaan arvioimistarkkuus merkittävästikin paranemaan.

Norjassa tehdyistä tutkimuksista on tärkein MYHRERIN ja WIBSTADIN (1965) pinotiheyden arviointia koskeva selvitys.

Suomessa asiaa on käsitelty verraten vähän. Pinomittausta koskevilla tutkimuksissa on yleensä aivan viime vuosiin saakka selvitelty pääasiassa eri tavaralajien keskimääräisiä pinotiheyksiä, joihin palataan tämän tutkimuksen myöhemmissä osissa. Konepinojen heikkoon pinotiheyteen ja koneellisen pinouksen tuomiin vaikeuksiin ovat kiinnittäneet huomiota mm. ARNKIL (1966), v. SCHOULTZ (1968), HEISKANEN (1968), FINNE (1970), HEMMI (1970) ja NIKKILÄ (1972 a). Useissa muissakin tutkimuksissa on käsitelty eri tekijäin vaikutusta pinotiheyteen (esim. HELLMAN 1959, MAKKONEN 1959, 1965, NISULA 1963, MÄHÖNEN 1964 ja HEMMI 1965, 1966).

Myös pinomittauksen vaikeuksia, pinotiheyden arviointia ja nimenomaan ns. tyhjän tilan vähennystä on kosketeltu kirjoituksissa. Niitä on pyritty myös soveltamaan käytäntöön nimenomaan Pohjois-Suomessa (esim. PERTOVAARA 1964, HEMMI 1967, 1970, Pino-

tavaran ... 1970, vrt. myös FINNE 1967, LEINONEN ja RIKKONEN 1971).

Kylkitiheysmenetelmä on ollut useiden artikkelien ja tutkimusten aiheena kymmenkunta vuotta sitten. Niiden osalta viitataan pinomittauksen kehittämisryhmän monisteisiin, jotka osoittavat, että myös kylkitiheysmenetelmällä saattaa olla tiettyjä soveltamismahdollisuuksia (NIKKILÄ 1972 a, 1972 b, NIKKILÄ ja HEISKANEN 1972).

Uuden kuitupuun pinomittauksen ongelma on vielä meillä ratkaisematta. Pohjois-Suomessa on jo käytännön mittakaavassa ruvettu käyttämään luovutusmittauksissa ns. tyhjän tilan vähennystä ja koepinouksia ja koekarsintoja pinoitiheyden muuttamiseksi ns. normaalia pinoitiheyttä vastaavaksi. Samanlaisia pyrkimyksiä on ollut muuallakin havaittavissa. Menetelmät eivät kuitenkaan ole mittaussääntöjen mukaisia.

Näistä syistä asetti Puuneuvottelukunnan mittaustoimikunta syksyllä 1971 pinomittauksen kehittämisryhmän, joka on toiminut metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osaston

johdolla. Työryhmän tärkeimmäksi tehtäväksi katsottiin pinomittauksen kiintomittauksi muuntamisen eri vaihtoehtojen selvittäminen riittävän laajoin tutkimusaineistoin. Tutkimus jakaantuu kahteen päävaiheeseen, toisessa (vaihe 1) selvitetään koemittauksin ja -arvioinnein menetelmiä, joilla pinosta voidaan määrittää todellinen kiintomitta, ja toisessa osassa (vaihe 2) pyritään laajan aineiston perusteella selvittämään eri kuitupuulajien keskimääräisiä pinoitiheyksiä ja niiden hajontaa. Erillisenä on lisäksi käsitelty ns. kylkitiheysmenetelmää, kuten edellä mainittiin.

Käytettävissä olleen ajan lyhyden vuoksi julkaistiin tulokset aluksi useana ennakkotiedonannon luonteisena monisteena (HEISKANEN 1972 a, 1972 b, 1972 c, 1972 d ja 1972 e, NIKKILÄ 1972 b ja 1972 c, NIKKILÄ ja HEISKANEN 1972 sekä RIKKONEN 1972 a, 1972 b).

Esillä olevassa julkaisussa käsitellään pinon kehysmittauksen mittausta ja ns. tyhjän tilan vähennystä koskevia osia mainitusta laajasta pinomittauksen kehittämistutkimuksesta.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄ

### 21. Tutkimuksen organisaatio

Esillä oleva tutkimus on suoritettu Pinomittauksen kehittämisryhmän toimesta metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston johdolla. Kehittämisryhmän muodostivat seuraavat henkilöt: VEIJO HEISKANEN, Metsäntutkimuslaitos, /pj., BJÖRN FINNE, Metsähallituksen kehittämisjaosto, LAURI HEMMI, Uittoteho r.y., ESKO LEINONEN, Metsäteho, PENTTI RIKKONEN, Metsäntutkimuslaitos, MATTI YLINEN, Tehdaspuu Oy, LEIF NIEMI, Metsäntutkimuslaitos, siht. 30.4 saakka ja sen jälkeen JORMA RIIKONEN samoin metsäntutkimuslaitoksesta. Ryhmän työskentelyyn ovat lisäksi osallistuneet luonnont. kand. ARJA PANHELAINEN ja metsänhoitaja HEIKKI NIKKILÄ metsäntutkimuslaitoksesta.

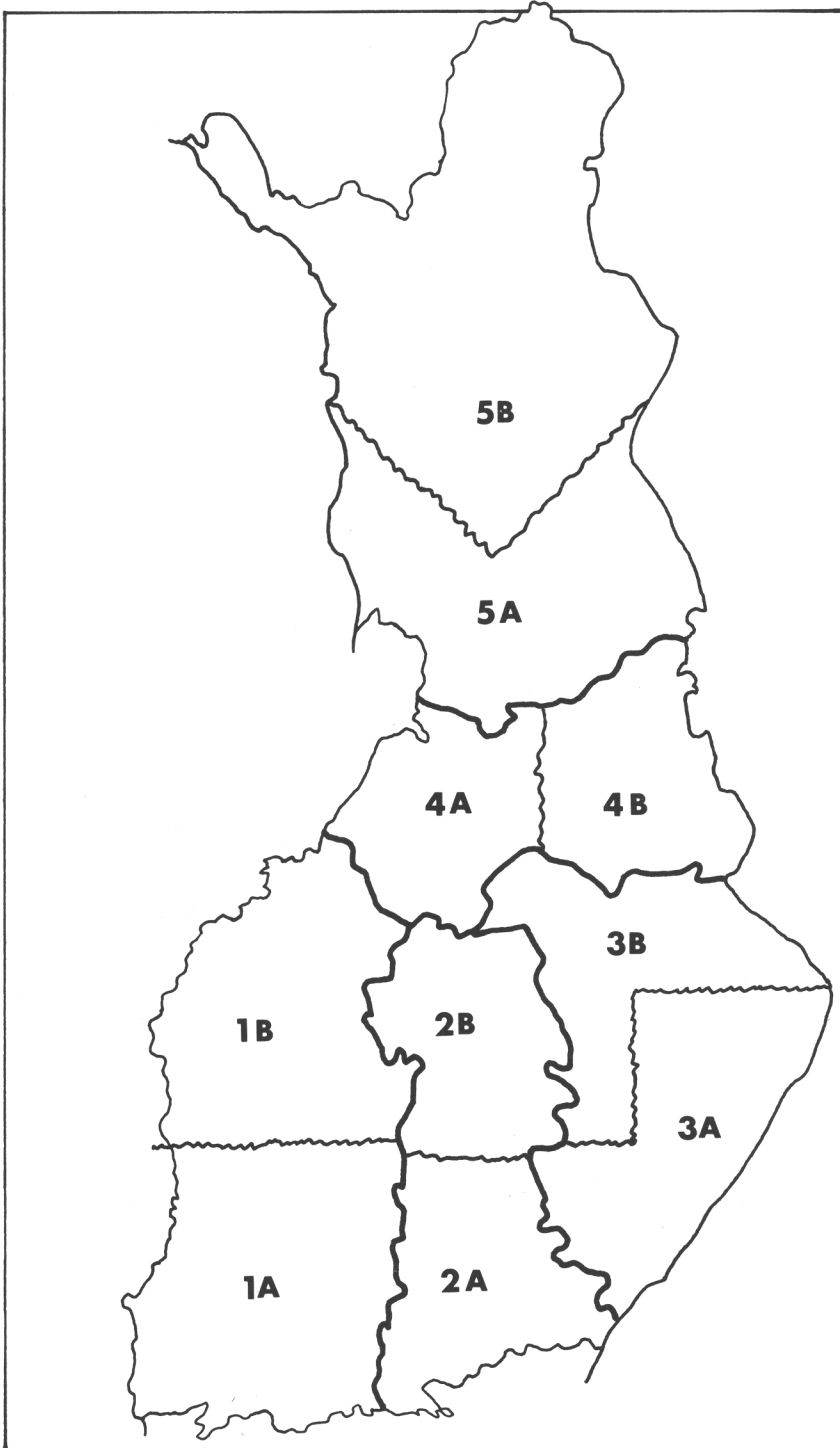
Ryhmän tehtäviin kuuluivat tutkimussuunnitelman teko, tutkijoiden, mittaryhmien ja koemittajien koulutus ja valvonta, laskentatöiden johto ja valvonta sekä tutkimusjulkaisun laati-

minen. Tutkimuksen luonteen edellyttämä informaatiotyö hoidettiin kehittämisryhmän toimesta kirjeitse sekä aikakauslehtiartikkelein.

Tutkimuksen käytännöllistä hoitamista varten maa jaettiin viiteen alueeseen kuvassa 1 esitetyn kartakkeen osoittamalla tavalla seuraavasti:

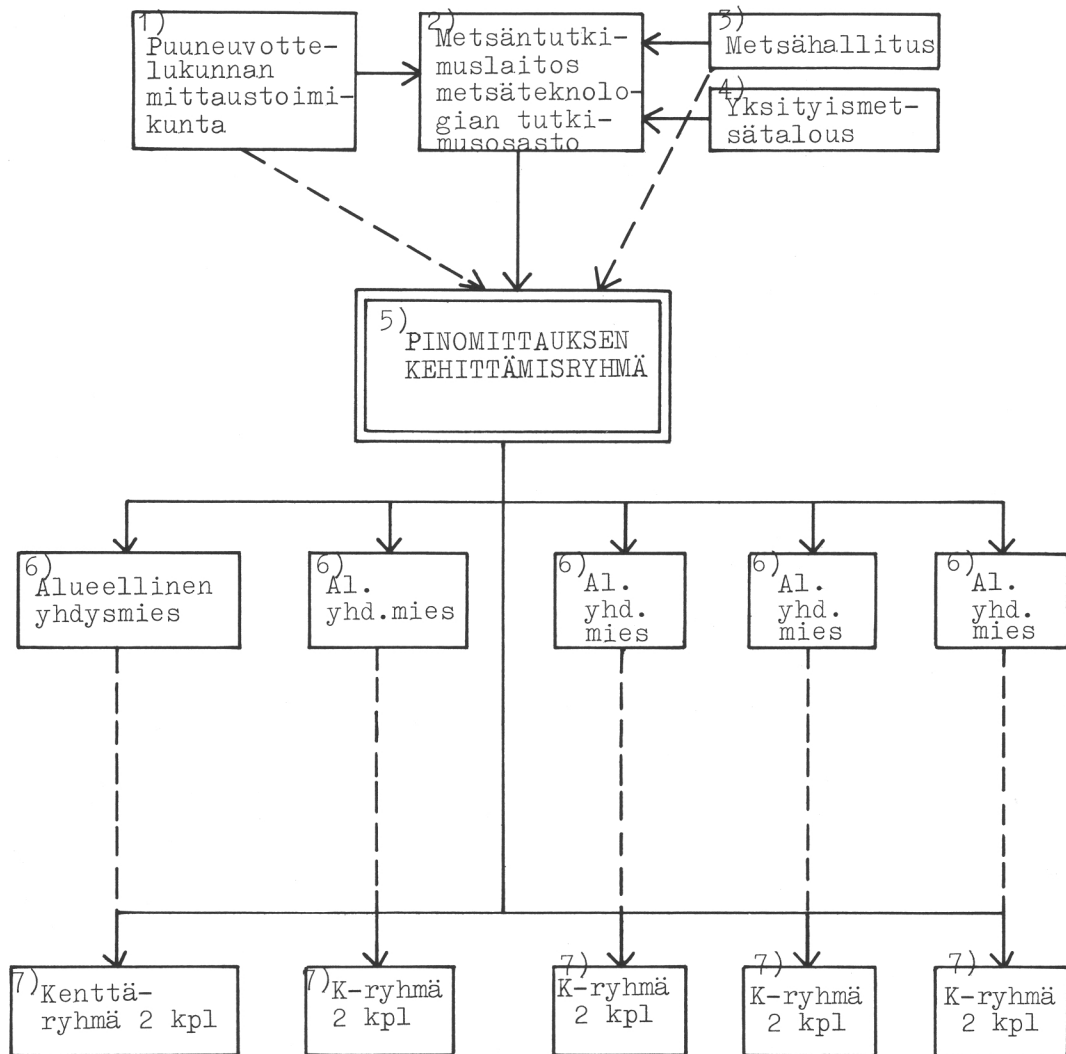
- Alue 1 Länsi-Suomi
- » 2 Päijänteen alue
- » 3 Saimaan alue
- » 4 Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa
- » 5 Lappi

Jokaiselle alueelle nimettiin yhdysmies, jonka tehtävänä oli tutkimuspinonjen hankkiminen, mittaryhmien palkkaaminen sekä muut käytännön järjestelyt. Yhdysmiehinä toimivat seuraavat metsänhoitajat eri alueilla: 1. HANNU VAINIO 2. MATTI YLINEN 3. PERTTI HARSTELA 4. SEPPO PAANANEN 5. MATTI AHONEN.



Kuva 1. Tutkimuksen aluejako.  
Fig. 1. Regional distribution of the study.

- 1) Measuring Commission of Piled Wood
- 2) Department of Forest Technology, Finnish Forest Research Institute
- 3) National Board of Forestry
- 4) Private forestry
- 5) Pile measurement development group



Kuva 2. Tutkimuksen organisatio.  
Fig. 2. Organisation of the study.

6) Regional liaison man  
7) 2 Field groups.

Tutkimusten tähän vaiheeseen palkattiin alueille 2, 4 ja 5 kullekin yksi metsäteknikon johtama kolmimiehinen mittaryhmä ja alueilla 1 sekä 3 oli kaksi samanlaista mittaryhmää.

Nämä ryhmät suorittivat koepinojen tarkat mitaukset tutkimuksen molemmissa vaiheissa. Mittaryhmien valvojana toimi metsäteknikko PENTTI SAVILAMPI metsäntutkimuslaitoksesta.

Kuvasta 2 nähdään tutkimuksen em. organisaatiota havainnollistava kaavio.

Tutkimuksen nyt esillä olevassa 1. vaiheessa suoritettiin koemittauksia ja -arviointeja seitsemässä eri kohteessa maan eri puolilla. Alueille 1 ja 3 muodostettiin kaksi kohdetta ja muille alueille yksi kohde. Jokaisella kohdealueella oli yhdeksän koepinoa, jotka 20 – 25 koehenkilöiksi valittua kokenutta metsäammattimiestä mittasi ja arvioi annettujen ohjeiden mukaisesti. Puolet heistä oli kussakin kohteessa metsäteollisuusyhtiöiden palveluksessa ja puolet metsänhoitoyhdistysten tai metsähallituksen palveluksessa. Koetilaisuuksien johtajana toimi joku kehittämisryhmän jäsenistä yhdessä ao. yhdysmiehen kanssa.

## 22. Mittaus- ja arviointimenetelmät

Kokeilukohteissa olleista yhdeksästä koepinosta käytettiin kolme yksi kutakin puulajia, koulutuspinoina (A-pinot), jotka mitattiin mitaryhmän toimesta tarkkaan etukäteen. Loput pinoista, kaksi kutakin puulajia, käytettiin varsinaisiksi koepinoiksi (B- ja C-pinot), joissa koehenkilöt suorittivat seuraavat mittaukset ja arvioinnit. Ne mitattiin tarkkaan vasta koetilaisuuksien jälkeen.

1. Pinomitta eli kehysmitta mittaussäännön mukaisesti
2. Tyhjän tilan vähennys
3. Pinotiheysluku
4. Pinotiheyteen vaikuttavat tekijät
5. Hylkyvähennykset

Nyt tarkasteltavia mittauksia ja arviointeja, siis kehysmittausta ja tyhjän tilan arviointia varten annettiin seuraavat ohjeet.

### 221. Pinon kehysmittaus

Pinomitan eli pinon kehysmitan mittaussäännön mukaisessa mittauksessa käytettiin tavarankorkeuden sen nimellistä pituutta. Pinon pituudet mitattiin pinon molemmilta puolilta korkeuden puolivälistä pinon pohjan suunnassa senttimetrin tarkkuudella. Pinon korkeudet mitattiin seuraavin välimatkojen pinon molemmilta puolilta sentin tarkkuudella: alle 5 metrin pituisissa pinoissa 1 m:n välein, 5 – 20 metrin pituisissa pinoissa 2 m:n välein ja yli 20 metrin

pinoissa 3 m:n välein. Ensimmäinen mittauskohta asetettiin puolen mittausvälin päähän pinon päästä.

### 222. Tyhjän tilan vähennys

Tyhjän tilan vähennyksen arvioinnissa on ajatus seuraava: Jotta pinomitta (kehysmitta) vastaisi pinnanmyötäisesti karsittua ja käsin huolellisesti ladottua pinoa, jota mm. nykyiset muuntoluvut edellyttävät, on raamimitasta tehtävä vähennyksiä huonon karsinnan, huonon ladonnan, pölkkyjen mutkaisuuden, pinossa olevan lumen ja jään sekä pinossa olevien muiden vieraiden esineiden takia. Toisin sanoen arvioitiin montako prosenttia pienempi pinomitta olisi, jos se olisi käsin huolellisesti ladottu, jos siinä olevat pölkkyt olisivat hyvin karsittuja ja likipitään suoria sekä jos pinossa ei olisi lunta, jäätä tai muita vieraita esineitä.

Arvioinnissa jaoteltiin tyhjä tila sitä aiheuttaneiden tekijöiden mukaan seuraavia ohjeita noudattaen.

Huonon ladonnan vaikutuksen suuruusluokkaa kuvaavina lukuina mainittiin seuraavat:

	Käsin	Koneella
Havupinotavara	0–3 %	0–8 %
Lehtipuupinotavara	0–5 %	2–10 %

Karsinnan vaikutuksesta ilmoitettiin, että se on tavallisessa karsinnassa 0–3 % ja tynkäkarsinnassa korkeintaan 5 %.

Vieraiden esineiden vaikutus tyhjään tilaan arvioitiin sen mukaan, kuinka paljon niiden osuus on pinon kyljen pinta-alasta.

Lumen ja jään vaikutuksen arviointia varten ilmoitettiin, että sen vaikutus vaihtelee 0–7 % ja yleisesti 2–3 %. Erittäin poikkeuksellisesti voi lunta ja jäätä esiintyä 10 %.

Mutkaisuuden vaikutuksesta tyhjään tilaan ilmoitettiin ohjeeksi, että sen vaikutus saattaa olla jopa 7 %.

### 223. Nettopinoman määrittäminen

Kuten edellä mainittiin, tyhjän tilan vähennyksellä pyritään kehysmitasta ns. nettopinomittaan, jonka pinotiheys vastaisi koko maan keskiarvoja. Tämä laskettiin vähentämällä kehysmitasta tyhjän tilan kokonaisvähennys.

### 23. Koemittaajien koulutus

Koemittausten tulosten merkitsevyyden kanalta katsottiin tärkeäksi, että koehenkilöt koulutetaan niin hyvin ja perusteellisesti kuin käytettävissä ollut aika sallii. Koemittaustilaisuudet järjestettiin tästä syystä 1 1/2 – 2 päivää kestäviksi, mistä ajasta vähintään yksi päivä käytettiin menetelmien opetukseen sekä luentosalissa että koepinoilla. Tilaisuuden johtajana toimi ao. yhdysmies ja kouluttajina kehittämissryhmän jäsen tai jäseniä sekä yhdysmies.

Koulutusohjelma oli pääpiirtein seuraava kaikissa tilaisuuksissa.

#### 1. päivä

- I Mittausten ja arviointien tarkoitus
- II Pinomittaus mittaussäännön mukaan
- III Tyhjättilanvähennyksen arviointi
- IV Pinotiheyteen vaikuttavien tekijöiden arviointi
- V Pinotiheysluvun arviointi
- VI Lomakkeiden tarkastelu ja niihin tutustuminen

Kaikki nämä vaiheet käsiteltiin sisätiloissa ja koulutuksessa käytettiin erilaisista pinoista otettuja diakuvia.

#### 2. päivä

- Ap. VII Koulutuspinojen (A-pinot) arviointi ja keskustelu tuloksista.

#### Ip.

- VIII Koepinojen (B- ja C-pinot) mittaus ja arviointi

### 24. Koepinojen valinta

Koepinot keskitettiin seitsemälle kohdealueelle maan eri puolille, kuten edellä mainittiin. Ne sijaitsivat seuraavissa kunnissa.

Alue	Kohde	Kunta
1	1	Kalvola
1	2	Virrat
2	1	Mäntyharju
3	1	Imatra
3	2	Juuka
4	1	Ristijärvi
5	1	Rovaniemen mlk.

Koepinoja valittaessa kiinnitettiin huomio annettujen ohjeiden mukaisesti seuraaviin seikkoihin.

Tutkimuskohteiden valinta suoritetaan 7.2.-72 mennessä, jolloin myös ilmoitus kohteiden sijainnista on oltava kehittämissryhmän käytössä. Koepinot tarkastetaan kehittämissryhmän jäsenten toimesta 18.2. mennessä. Valinnassa otetaan huomioon seuraavaa:

– Tutkimuskohde käsittää kolme pinoa kutakin puulajia. Yhteensä 9 pinoa, joista kolme (A-pinot), yksi kutakin puulajia, käytetään koulutuspinoiksi. Ne sijoitetaan, mikäli mahdollista, hyvin lähekkäin kohdealueen jompaan kumpaan päähän.

– Pinojen tulee sijaita lähekkäin, mutta ei välttämättä samalla varastoalueella. Pinojen välinen maksimietäisyys on n. 20 km.

– Kohdealueen tulee sijaita hyvien kulkuyhteyksien varrella.

– Ruokailupaikka

– Pinojen välien tulee olla riittävän suuria pölkyttäisiä mittauksia, pinojen helppoa arvos-  
telua ja valokuvausta varten.

Pinoille asetettavat vaatimukset ovat seuraavat:

1. ei ylivuotisia eikä lajiteltuja
2. määräpituista 2–3 m tavaraa
3. kuorellista tavaraa
4. pinotiheydet ja pölkköjen järeydet vaihtelevia (Saatujen tulosten perusteella ei pyritä selvittämään keskimääräisiä pinotiheyksiä)
5. aineistoon pyritään saamaan eri tavoin, koneellisesti ja käsin ladottuja pinoja
6. pinon alimmainen rivi pitää olla määritettävissä
7. pääpuut osassa pinoista, jos mahdollista
8. vain yhtä puulajia (n. 90 %). Lehtipuu-pinoissa pääpuulaji koivu
9. pinon suuruus n. 15 – 25 p–m<sup>3</sup>

### 25. Tarkistusmittaukset

Kuten aiemmin jo mainittiin, suoritettiin koepinojen tarkistusmittaukset seitsemän mittausryhmän toimesta. Myös näiden ryhmien koulutus suoritettiin perusteellisesti. Ensimmäinen järjestettiin kaksipäiväinen koulutustilaisuus helmikuun lopulla pääpiirtein saman ohjelman mukaan kuin koemittaajienkin koulutuspäivät. Li-



säksi mittausryhmien johtajat osallistuivat toiminta-alueensa koulutus- ja mittauksilaisuuksiin.

Mittausryhmien tehtävänä oli tutkimuksen nyt tarkoitettussa vaiheessa suorittaa pinoista kaikki samat mittaukset ja arvioinnit, joita koehenkilöt tekivät, ja lisäksi sellaisia tarkistusmittauksia, joilla voitaisiin tarkistaa arviointeja. Lisämittaukset ja määritykset olivat seuraavat:

Pinomitta määritettiin puutavaran mittaus-säännön mukaisesti myös uudelleenpinoamisen jälkeen. Lisäksi mitattiin pinomitta myös ns. ruotsalaisen järjestelmän mukaan seuraavasti:

”Pinon pituus mitataan maan tasalta ulomaisen pölkyn ulkoreunaan desimetrin tarkkuudella.

Pinon korkeudet mitataan pinon molemmilta puolilta. Alle 5 metrin pinoissa väli on 50 cm, ja sitä pitemmissä 100 cm. Ensimmäinen mittauskohta on puolen mittausvälin etäisyydellä pinon alkupäästä. Mittaukset suoritetaan samalla tavoin pinon molemmilta puolilta. Pinoa ei siis ’kierretä’.”

Jokaisesta pinosta merkittiin aluksi muistiin seuraavat yleistiedot.

- Puulaji
- Mittaajan nimi
- Pinon tunnukset
- Pinoamisaika kuukauden tarkkuudella
- Kauppatapa, hankinta- vai pystykauppa
- Puutavaralaji, josta merkittiin muistiin, oliko kyseessä runko- vai latvuspinotavara, vaiko molempien sekoitus, sekä oliko tavara lajittelematonta vai lajiteltua.
- Ladontatapa ja sen arvostelu, missä erotettiin käsin tehty pino, hyvä konepino ja huono konepino sekä muu. Huonoksi katsottiin konepino, jossa pölkkyt ovat sekaisin, jossa on hakkuutähteitä ja oksia ja jossa pölkkyjen päät ovat hyvin epätasaiset. ”Muu” tarkoittaa esim. puskulevyllä tehtyä kasaa.
- Karsinnasta merkittiin ylös jokin seuraavista vaihtoehdoista: kirveskarsinta, moottorisaha ja kummatkin pinnanmyötäisesti sekä tynkäkarsinta.
- Pääpuut
- Aluspuut.

Vielä piirrettiin jokaisesta pinosta kaaviokuva (ks. HEISKANEN 1972 a).

### 3. TUTKIMUSAINEISTO

#### 31. Koepinot

Kuten aiemmin mainittiin, koetilaisuuksia järjestettiin kaikkiaan seitsemässä paikassa. Niiden sijainti on mainittu sivulla 14.

Kustakin kohteesta mitattiin vähintään yhdeksän pinoja, kolme kutakin puulajia. A-pinot, yksi puulajiaan, mitattiin ja arvioitiin koulutuksen yhteydessä. B- ja C-pinot koulutuksen päätyttyä senjälkeen, kun A-pinoja koskevat oikeat tulokset oli ilmoitettu koehenkilöiden tietoon.

Taulukossa 1 on esitetty näytepinon koskevat yleistiedot, joista on syytä esittää seuraavat kommentit.

Suurin osa puutavarasta oli karsittu sekä moottorisahalla että käsin. Alueen 1 kohteessa 1 oli kaikki tavara karsittu käsin ja alueen 5 kohteessa 1 yksinomaan moottorisahalla.

– Pääpuiden käyttö oli verraten harvinaista varsinkin pinojen molemmissa päissä. Hieman enemmän esiintyi tapauksia, joissa oli toinen pääpuu, mutta suurin osa koepinoista oli

kokonaan ilman pääpuuta. Pinot olivatkin muodoltaan hyvin vaihtelevia (vrt. HEISKANEN 1972 a).

– Aluspuut puuttuivat vain poikkeustapauksessa koepinoista.

– Kasaus- eli pinoamisaika vaihteli varsin paljon. Osa pinoista oli tehty varta vasten koetilaisuuksiin ja osa oli jopa 6 – 8 kk. aiemmin ladottuja. Varsinaista ylivuotista tavaraa ei aineistoon kuitenkaan sisälly.

– Tavaralaji oli valtaosassa pinoista runkopinotavaraa. Vain yksi pino sisälsi ainoastaan latvuspinotavaraa ja osassa oli molempia tavaralajeja. Lisäksi mainittakoon, että puutavara oli melkein kaikissa pinoissa lajittelematonta.

– Ladonnan kannalta olivat konepinot enemmistönä ja ne oli Etelä-Suomen kohteissa yleensä arvioitu ladonnaltaan hyväksi, kun taas Pohjois-Suomessa olivat huonoiksi arvioidut yleisimpiä. Käsintehtyjen pinojen osuus oli kaikilla vähäinen.

Lopuksi mainittakoon vielä, että taulukossa

Taulukko 1. Näytepinoja koskevat yleistiedot  
Table 1. General information on the sample piles

Alue Region	Kohde Object	Pino no Pile	P-m <sup>3</sup> Gross volume	Puulaji Tree species	Pinon "ikä" kk. Age in months	Taveralaji Timber assortment	Karsintaväline Tool of delimiting	Pinoamistapa Type of stacking	Pinotyyppi — Pääpuut End poles	Pile type Aluspuut Foundation timber	
1	1	1 A	15.79	Kuusia <sup>a</sup> )	2	runko <sup>d</sup> )	kirves <sup>f</sup> )	hyvä kp.i)	ei ole <sup>k</sup> )	on <sup>n</sup> )	
		2 A	23.39	Mänty <sup>b</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		3 A	16.63	Lehtipuu <sup>c</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		4 B	33.06	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		5 B	21.09	Mänty <sup>b</sup> )	8	"	"	"	"	toinen <sup>l</sup> )	"
		6 B	18.49	Lehtipuu <sup>c</sup> )	1	"	"	"	käsin <sup>k</sup> )	molemmat <sup>m</sup> )	"
		7 C	34.70	Kuusia <sup>a</sup> )	11	latva <sup>e</sup> )	"	"	hyvä kp. i)	ei ole <sup>k</sup> )	ei ole <sup>o</sup> )
		8 C	33.37	Mänty <sup>b</sup> )	2	runko <sup>d</sup> )	"	"	hyvä kp. i)	ei ole <sup>k</sup> )	on <sup>n</sup> )
		9 C	18.56	Lehtipuu <sup>c</sup> )	2	"	"	"	"	"	"
		1 A	16.82	Kuusia <sup>a</sup> )	6	"	"	moottorisaha <sup>g</sup> )	"	toinen <sup>l</sup> )	"
2	2	2 A	15.80	Mänty <sup>b</sup> )	6	"	"	"	"	"	
		3 A	16.47	Lehtipuu <sup>c</sup> )	6	"	"	"	"	"	
		4 B	24.12	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		5 B	20.87	Mänty <sup>b</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		6 B	19.05	Lehtipuu <sup>c</sup> )	4	"	"	"	käsin <sup>h</sup> )	"	"
		7 C	27.00	Kuusia <sup>a</sup> )	1	"	"	"	huono kp.j)	ei ole <sup>k</sup> )	"
		8 C	27.58	Mänty <sup>b</sup> )	1	"	"	"	hyvä kp.i)	"	"
		9 C	19.75	Lehtipuu <sup>c</sup> )	4	"	"	"	"	"	"
		1 A	16.32	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	"	moottorisaha +g)	"	"	"
		2 A	10.86	Mänty <sup>b</sup> )	2	"	"	kirves <sup>f</sup> )	"	"	"
2	2	3 A	17.30	Lehtipuu <sup>c</sup> )	2	"	"	huono kp.j)	"	"	
		4 B	20.51	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		5 B	18.91	Lehtipuu <sup>c</sup> )	0	"	"	"	hyvä kp.i)	"	
		6 B	16.63	Mänty <sup>b</sup> )	0	"	"	"	käsin <sup>h</sup> )	molemmat <sup>m</sup> )	
		7 C	18.20	Mänty <sup>b</sup> )	2	latva <sup>e</sup> )	"	"	"	ei ole <sup>k</sup> )	"
		8 C	17.30	Lehtipuu <sup>c</sup> )	0	runko <sup>d</sup> )	"	moottorisaha <sup>g</sup> )	"	"	"
		9 C	18.33	Mänty <sup>b</sup> )	0	"	"	moottorisaha +g)	hyvä kp.i)	"	"
		10 C	15.95	Kuusia <sup>a</sup> )	3	"	"	kirves <sup>f</sup> )	huono kp.j)	"	ei ole <sup>o</sup> )
								"	käsin <sup>h</sup> )	"	on <sup>n</sup> )

Taulukko 1. Jatkoa  
Table 1.

Alue Region	Kohde Object	Pino n:o Pile	P-m <sup>3</sup> Gross volume	Puulaji Tree species	Pinon "ikä" kk. Age in months	Tavaralaji Timber assortment	Karsintaväline Tool of delimiting	Pinoamistapa Type of stacking	Pinotyyppi – Pääpuut End poles	Pile type Aluspuut Foundation timber	
3	1	1 A	16.22	Mänty <sup>b</sup>	2	runko +d) latva <sup>e</sup>	moottorisaha <sup>g</sup> )	hyvä kp.i)	toinen <sup>l</sup> )	on <sup>n</sup> )	
		2 A	17.50	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	moottorisaha +g)	"	"	ei ole <sup>o</sup> )	
		3 A	12.99	Lehtipuu <sup>c</sup> )	2	"	kirves <sup>f</sup> )	"	"	on <sup>n</sup> )	
		4 B	23.38	Lehtipuu <sup>c</sup> )	2	runko <sup>d</sup> )	moottorisaha <sup>g</sup> )	"	molemmat <sup>m</sup> )	"	"
		5 B	27.07	Mänty <sup>b</sup> )	2	"	"	"	toinen <sup>l</sup> )	"	"
		6 B	33.50	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	"	"	ei ole <sup>k</sup> )	ei ole <sup>o</sup> )	on <sup>n</sup> )
		7 C	20.09	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	"	käsin <sup>h</sup> )	"	"	"
		8 C	12.38	Mänty <sup>b</sup> )	2	"	moottorisaha +g)	moottorisaha +g)	"	molemmat <sup>m</sup> )	"
3	2	9 C	23.37	Lehtipuu <sup>c</sup> )	2	"	kirves <sup>f</sup> )	"	ei ole <sup>k</sup> )	ei ole <sup>o</sup> )	
		1 A	27.05	Mänty <sup>b</sup> )	1	runko +d) latva <sup>e</sup> ) runko <sup>d</sup> )	moottorisaha <sup>g</sup> ) moottorisaha +g)	"	"	"	
		2 A	20.82	Kuusia <sup>a</sup> )	3	"	kirves <sup>f</sup> )	huono kp.j)	"	"	on <sup>n</sup> )
		3 A	18.28	Lehtipuu <sup>c</sup> )	0	"	"	"	"	"	"
		4 B	16.10	Mänty <sup>b</sup> )	0	"	"	"	"	"	"
		5 B	17.06	Kuusia <sup>a</sup> )	0	"	"	"	"	"	"
		6 B	14.60	Lehtipuu <sup>c</sup> )	0	"	"	"	"	"	"
		7 C	21.18	Mänty <sup>b</sup> )	–	runko +d) latva <sup>e</sup> ) runko <sup>d</sup> )	huono kp.j)	käsin <sup>h</sup> )	"	"	"
4	1	8 C	20.36	Kuusia <sup>a</sup> )	–	latva <sup>e</sup> ) runko <sup>d</sup> )	kirves <sup>f</sup> ) moottorisaha +g)	"	toinen <sup>l</sup> )	"	
		9 C	19.53	Lehtipuu <sup>c</sup> )	–	"	kirves <sup>f</sup> )	"	"	"	
		1 A	21.32	Kuusia <sup>a</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		2 A	20.50	Mänty <sup>b</sup> )	2	runko +d) latva <sup>e</sup> ) runko <sup>d</sup> )	moottorisaha +g)	hyvä kp.i)	ei ole <sup>k</sup> )	"	
		3 A	13.62	Lehtipuu <sup>c</sup> )	2	"	"	"	"	"	
		4 B	18.80	Lehtipuu <sup>c</sup> )	1	"	"	käsin <sup>h</sup> )	"	toinen <sup>l</sup> )	"

Taulukko 1. Jatkoa  
Table 1.

Alue Region	Kohde Object	Pino n:o Pile	P-m <sup>3</sup> Gross volume	Puulaji Tree species	Pinon "ikä" kk. Age in months	Tavaralaji Timber assortment	Karsintaväline Tool of delimiting	Pinoamistapa Type of stacking	Pinotyyppi — Pile type Aluspuut Foundation timber
		5 B	19.54	Mänty <sup>b)</sup>	1	runko +d) latva <sup>e)</sup>	moottorisaha +g) kirves <sup>f)</sup>	käsin <sup>h)</sup> ei ole <sup>k)</sup>	on <sup>n)</sup> "
		6 B	17.49	Kuusia <sup>a)</sup>	1	"	kirves <sup>f)</sup>	"	toinen <sup>l)</sup>
		7 C	20.05	Mänty <sup>b)</sup>	1	"	moottorisaha +g) kirves <sup>f)</sup>	hyvä kp.i)	molemmat <sup>m)</sup>
		8 C	14.04	Kuusia <sup>a)</sup>	1	runko <sup>d)</sup>	"	"	"
		9 C	22.28	Lehtipuu <sup>c)</sup>	1	"	"	huono kp.j)	"
5	1	1 A	24.38	Lehtipuu <sup>c)</sup>	2	"	moottorisaha <sup>g)</sup>	"	"
		2 A	19.36	Kuusia <sup>a)</sup>	2	runko +d) latva <sup>e)</sup>	"	hyvä kp.i)	toinen <sup>l)</sup>
		3 A	18.23	Mänty <sup>b)</sup>	2	"	"	"	"
		4 B	22.48	Lehtipuu <sup>c)</sup>	2	runko <sup>d)</sup>	"	käsin <sup>h)</sup>	molemmat <sup>m)</sup>
		5 B	24.23	Kuusia <sup>a)</sup>	3	runko +d) latva <sup>e)</sup>	"	hyvä kp.i)	toinen <sup>l)</sup>
		6 B	17.73	Mänty <sup>b)</sup>	—	latva <sup>e)</sup>	"	"	"
		7 C	19.99	Lehtipuu <sup>c)</sup>	1	runko <sup>d)</sup>	kirves <sup>f)</sup>	huono kp.j)	ei ole <sup>k)</sup>
		8 C	24.92	Kuusia <sup>a)</sup>	3	runko +d) latva <sup>e)</sup>	moottorisaha <sup>g)</sup>	"	"
		9 C	20.51	Mänty <sup>b)</sup>	4	latva <sup>e)</sup>	"	"	toinen <sup>l)</sup>

a) Spruce

b) Pine

c) Broadleaved

d) stem

e) top

f) axe

g) motor saw

h) by hand

i) by machine (good)

j) by machine (poor)

k) no end poles

l) one end pole

m) both end poles

n) foundation timber

o) no foundation timber

Taulukko 2. Koehenkilöiden lukumäärä eri kohteissa.  
Table 2. Number of test persons at the different sites.

Alue Region	Kohde Object	Myyjiä Sellers	Ostajia Buyers	Muita Others	Yhteensä Total	Mittauksia Measurements
1	1	11	14	—	25	198
1	2	11	10	—	21	167
2	1	7	9	1	17	153
3	1	11	9	—	20	180
3	2	11	11	—	22	189
4	1	11	11	—	22	198
5	1	10	10	2	22	198
Yhteensä — Total		72	74	3	149	1283

1 esitellyistä pinoista seuraavat eivät sisälly varsinaiseen tutkimusaineistoon: 1.1.1 A, 1.2.1 A, ja 2.1.3 A.

Yhteensä mitattiin 64 pinoja, joista 21 oli kuusitavaraa, 22 mäntytavaraa ja 21 lehtipuutavaraa. Mitattujen pinojen kokonaispinomitta oli 1 294,80 p-m<sup>3</sup>.

Pinojen mitattu pinokuutiomäärä vaihteli 10 p-m<sup>3</sup>:stä 40 p-m<sup>3</sup>:iin. Eri suuruusluokkiin ne jakautuivat seuraavasti:

	10.1–15	15.1–20	20.1–25	25 +
Kuusipinot	1	9	5	4
Mäntypinot	2	11	6	3
Lehtipuupinot	4	10	6	—

### 32. Koehenkilöt

Taulukossa 2 on esitetty koehenkilöiden määrä ja jakautuminen erikseen puutavaran ostajien ja myyjien palveluksessa oleviin sekä muihin kohteittain. Lisäksi siitä nähdään suoritettujen pinokohtaisten mittausten ja arviointien lukumäärä. Ostajien palveluksessa oleviksi luettiin ne, joiden työnantajana olivat metsäteollisuus- tai puunhankintayhtiöt ja myyjien palveluksessa oleviksi metsähallinnon, piirimetsälautakuntien ja metsäyhdistysten metsäammattimiehet. Ryhmään ”muut” luettiin uittoyhdistysten palveluksessa olevat koehenkilöt.

Kaikkiaan kokeisiin osallistui siis 149 henkilöä, joista 72 edusti myyjiä ja 74 ostajia. Yhteensä suoritettiin 1 283 pinokohtaista mittausta ja arviointia, joista kuitenkin vain 1 280 on otettu mukaan laskelmiin.

### 33. Aineiston käsittely

Kerätyn aineiston edelleen käsittelyssä oli yhtenä ensimmäisistä ongelmista se, millä tavoin eri yhteyksissä saataisiin oikea, todellinen kuutiomäärä tai muun arvioitavan tunnuksen arvo. Kuutiomäärää koskeva ongelma esiintyy sekä pinomitan että kiintomitan mittaustuloksia käsiteltäessä.

Tutkimuksen 1. vaiheessa ”oikeat” eli ne kuutiomäärät ja muut arviointitulokset, joihin koearviointisijoiden mittausten ja arviointien tuloksia vertaillaan, ovat seuraavat.

Pinon kehysmitan mittaamisen tarkkuutta tutkittaessa pinon korkeus, pinon pituus ja pinomitta otetaan kaikkien mittaajien tulosten keskiarvona. Pinon leveyttä eli pölkyn pituutta ei mitattu eikä arvioitu, vaan kuutiointilaskelmissa käytetään pölkyn nimellistä pituutta.

Tyhjän tilan vähennystä arvioitaessa ei ole saatu selvitettyksi oikeaa eli mitattua tulosta. Vertailut tehdäänkin kaikkien pinokohtaisten arviointien ja mittausten keskiarvoon hajontojen ja variaatiokertoimien perusteella. Kysymyksessä ovat tulosten pinon sisäiset hajonnat.

Tyhjän tilan vähennyksen avulla selvitettiin kehysmitasta eli mitatusta bruttopinomitasta ns. nettopinomitta. Tämän määrittämisen tarkkuutta ja luotettavuutta selvitetään seuraavasti.

1. Lasketaan nettopinomitta vähentämällä kehysmitasta arvioitu prosentuaalinen tyhjä tila.
2. Lasketaan nettopinomitta sivulla 43 esitettyjen ”toivottujen” pinotiheyslukujen

Taulukko 3. Pinon korkeuden, pituuden ja kehysmitan mittaustarkkuutta koskevia keskimääräisiä tietoja.

Table 3. Average data on the measuring accuracy of pile height, length and gross volume.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittauksia Measure- ments	Keski- arvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatio- kerroin Coeff. of variation	Max Max.	Min. Min.	Vaihteluväli abs Range abs	% %
Korkeuden mittaaminen – Measuring of height									
Mänty Pine	22	458	157.1	3.6	2.29	164.1	148.9	15.2	10.1
Kuusi Spruce	19	396	158.1	3.6	2.28	164.7	149.9	14.8	9.5
Lehtipuu Broadleaved	20	426	153.1	3.6	2.35	159.4	146.3	13.1	8.6
Pituuden mittaaminen – Measuring of length									
Mänty Pine	22	458	571.1	12.4	2.17	596.2	546.7	49.5	8.8
Kuusi Spruce	19	396	592.0	11.2	1.89	609.5	566.4	43.1	7.7
Lehtipuu Broadleaved	20	426	578.1	10.3	1.75	596.5	558.0	38.5	6.8
Kehysmitan mittaaminen – Measuring of gross volume									
Mänty Pine	22	458	19.59	0.54	2.77	20.64	18.60	2.04	10.3
Kuusi Spruce	19	396	21.79	0.57	2.61	22.86	20.52	2.34	10.5
Lehtipuu Broadleaved	20	426	18.70	0.48	2.65	19.62	17.75	1.87	10.2

avulla ja vertaillaan saatua tulosta kohdassa 1 mainittuun pinomittaan.

3. Lasketaan 1. kohdan mukaisesti määritetyn kehysmitan mukaiset pinotiheydet ja verrataan sitä sivulla 43 esitettyihin ”toivottuihin” pinotiheyslukuihin.

Tyhjän tilan vähennystä tutkittiin myös osatekijöittäin. Myöskään niissä ei ole mahdollisuuksia oikeaan, todelliseen tulokseen vertaamiseen. Arviointien tarkkuuden tutkiminen suoritetaan samalla kuin kokonaisvähennyksen tutkiminen.

#### 4. TUTKIMUSTULOKSET

##### 4.1. Pinon kehysmittaus

##### 4.1.1. Pinon korkeuden mittaaminen

Pinon korkeuden mittaamisen tarkkuutta tarkasteltiin aluksi puulajeittain selvittämällä

kaikkien mittaajien pinokohtaiset keskiarvot ja niiden hajonta sekä variaatiokertoimet. Keskiarvot nähdään taulukosta 3 puulajeittain.

Tarkastelu osoittaa, että keskiarvon hajonta vaihtelee aineiston keskimäärin hieman yli 11/2 metrin korkuisissa pinoissa 1 sentistä 11 senttiin

Taulukko 4. Pinon korkeuden mittaamistarkkuuden riippuvuus pinotyypistä.  
Table 4. Dependence of pile height measuring accuracy on the type of pile.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaajia Measurers	Keskiarvo cm Mean cm	Hajonta cm Deviation cm	Variaatioker- roin % Coeff. of variation %	Vaihteluväli cm Range cm	%
Molemmat pääpuut – Both end poles							
Kuusi Spruce	2	43	149.0	1.0	0.67	5.0	3.37
Mänty Pine	3	63	174.0	2.0	1.15	9.0	4.95
Lehtipuu Broadleaved	7	148	176.3	2.9	1.64	10.1	5.79
Yhteensä Total	12	254	171.2	2.3	1.34	9.0	5.18
Toinen pääpuu – One end pole							
Kuusi Spruce	5	107	157.2	4.2	2.67	18.4	10.83
Mänty Pine	7	152	172.5	3.6	2.09	14.3	8.65
Lehtipuu Broadleaved	4	84	126.3	3.8	3.01	13.5	10.79
Yhteensä Total	16	343	156.1	3.8	2.43	15.4	9.87
Ilman pääpuita – Without end poles							
Kuusi Spruce	12	246	159.9	3.8	2.38	15.2	9.92
Mänty Pine	12	243	143.9	4.1	2.85	17.4	12.11
Lehtipuu Broadleaved	9	194	147.0	4.0	2.72	15.2	9.88
Yhteensä Total	33	683	150.6	3.9	2.59	16.0	10.71

ja on kaikilla puulajeilla keskimäärin 3.6 cm. Variaatiokertoimen raja-arvot ovat vastaavasti 0.68 – 7.99 % ja puulajeittaiset keskiarvot seuraavat: kuusi 2.33 %, mänty 2.45 % ja lehtipuu 2.32 %. Mittaustulosten vaihteluväli on useimmissa pinoissa alle 10 cm, mutta hyvin runsaasti esiintyy yli 20 cm:n eroja eri mittaajien välillä. Suurin vaihteluväli on peräti 59 cm. Prosentuaalisesti keskiarvosta laskettaessa erot ovat yleensä huomattavastikin alle 10 %, mutta suurimmillaan ne ovat olleet jopa yli 30 %.

Kun vaihtelut eri mittaajien ja pinojen välillä ovat näinkin suuret, on syytä tarkastella yksityiskohtaisesti eri tekijöiden vaikutusta pinon korkeuden mittaamisen tarkkuuteen. Tarkasteltavaksi otetaan pinokohtaisista tekijöistä pinotyypin ja pinoamistavan vaikutus sekä mittaajaan liittyvistä tekijöistä työnantajan ja koulutusvaiheen vaikutus.

Pinotyyppeinä erotettiin molemmilla pääpuilla varustettu pino, toisella pääpuulla varustettu pino ja pääpuuton pino. Yhdistelmä eri

Taulukko 5. Pinon korkeuden mittaamistarkkuuden riippuvuus pinoamistavasta.  
Table 5. Dependence of pile height measuring accuracy on the stacking method.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaaaja Measurers	Keskiarvo cm Mean cm	Hajonta cm Deviation cm	Variaatiokerroin % Coeff. of variation %	Vaihteluväli cm Range cm	%
Käsin ladottu — Stacked by hand							
Kuusi Spruce	4	80	154.8	3.5	2.26	14.8	8.63
Mänty Pine	5	97	146.4	4.0	2.73	19.0	11.81
Lehtipuu Broadleaved	7	147	165.5	2.6	1.57	10.3	6.59
Yhteensä Total	16	324	156.8	3.3	2.10	14.1	8.73
Koneellisesti ladottu — Stacked by machine							
Kuusi Spruce	15	316	158.9	3.6	2.27	15.0	9.70
Mänty Pine	17	361	160.2	3.5	2.18	14.2	9.51
Lehtipuu Broadleaved	13	279	146.4	4.1	2.80	14.6	9.73
Yhteensä Total	45	956	155.8	3.7	2.37	14.6	9.64

puulajien pinojen korkeuden mittaustarkkuudesta eri pinotyypeissä on esitetty taulukossa 4.

Taulukon 4 perusteella voidaan todeta, että kaikissa puulajeissa on pääpuilla varustetun pinon korkeuden mittausta tapahtunut tarkemmin kuin muiden pinotyyppien mittausta. Variaatiokerroin on vain noin puolet toisten pinotyyppien korkeusmittausten vastaavasta kertomasta. Pääpuullisten pinojen mittaustarkkuudessa hajonta on 2.3 cm, variaatiokerroin 1.3 % ja mittaustulosten vaihteluväli 9.0 cm eli 5.2 %. Muissa pinotyypeissä hajonta on 3.8 – 3.9 cm, variaatiokerroin 2.4 – 2.6 %, vaihteluväli 15 – 16 cm eli 10 – 11 %. Myös on havaittavissa, että yhdellä pääpuilla varustettujen pinojen korkeus on pystytty mittaamaan hieman tarkemmin kuin kokonaan ilman pääpuita olevien pinojen korkeus.

Eri puulajien välillä ei ole yleensä selviä eroja sillä poikkeuksella, että pääpuilla varustetuissa lehtipuupinoissa on mittaustarkkuus selvästi heikompi kuin havupuupinoissa.

Vertailun vuoksi mainittakoon, että KARLSSONIN (1971 b) mukaan pääpuullisissa pinoissa korkeuden mittausten variaatiokerroin oli 1 – 2 %, siis samaa luokkaa kuin tässäkin tutkimuksessa. Muista pinotyypeistä ei ole saatavissa tietoja Ruotsista.

Pinoamistavan perusteella erotettiin käsin ladotut sekä hyvät ja huonot konepinot. Aineiston käsittelyssä yhdistettiin kuitenkin kaikki konepinot samaksi ryhmäksi. Ko. kahden ryhmän korkeuden mittausten keskiarvot sekä niiden hajonnat ja variaatiokertoimet on esitetty taulukossa 5.

Siitä ilmenee, että käsin ladotuissa lehtipuupinoissa on mittaustarkkuus selvästi parempi kuin konepinoissa. Myös kuusipinoista käsi- ja konepinot on ilmeisesti mitattu hieman tarkemmin kuin konepinot, mutta mäntypinoissa on päästy konepinoissa parhaaseen tulokseen. Siinäkin on tämänsuuntaisen eron aiheuttanut pino 4.1.5 B, jossa hajonta ja variaatiokerroin ovat hyvin suuria ja jossa mittausten vaihteluväli on edellä



mainittu 59 cm. Ilman sitä muodostuu männyn käsipinojen korkeusmittauksen hajonnaksi vain 2.3 cm ja variaatiokertoimeksi vain 1.65 %.

Koulutusvaiheen mukaan on erotettu A-pinot, jotka mitattiin ja arvioitiin koulutuksen kestäessä ja B- ja C-pinot, jotka mitattiin edellisten arvostelun ja koulutuksen jälkeen. Pinon korkeuden mittauksen keskiarvot tunnuksineen on esitetty seuraavassa asetelmassa.

Koulutusvaihe	Pinoja	Mittauksia	Keskiarvo cm	Hajonta cm	Variaatiokerroin
A	18	381	130.7	2.8	2.14
B—C	43	899	166.7	3.9	2.34

Asetelman perusteella voidaan todeta, että koulutusvaiheen vaikutus mittaustarkkuuteen on hyvin vähäinen. Kaikissa pinoissa B- ja C-pinojen korkeuden keskiarvon hajonta on jopa suurempi kuin A-pinojen ja lehtipuupinoissa myös variaatiokerroin on suurempi. Korkeuden mittauksen tarkkuutta ei tämän mukaan saada lainkaan paranemaan lyhyellä koulutuksella, jos koulutettavana ovat kokeneet mittamiehet ja käytössä on heidän tuntemansa menetelmä. On myös mahdollista, että kokeneet mittamiehet ovat nimenomaan epätasaisissa pinoissa suorittaneet mittaukset ainakin osittain tutkimuksessa noudatettavaksi tarkoitetuista mittaustavoista poikkeavia menetelmiä käyttäen. Lisäksi vertailua vaikeuttaa se, että A-pinot olivat uudelleen pinottuja, kun taas B- ja C-pinoihin sisältyi paljon myös ”alkuperäisiä” pinoja.

Työnantajan vaikutus pinon korkeuden mittauksen tulokseen nähdään seuraavassa asetelmassa esitettävistä tiedoista.

	Havainnot	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Myyjä	614	156.3	3.7	2.35
Ostaja	639	155.8	3.4	2.20

Siitä ilmenee, että myyjän palveluksessa olleet koehenkilöt ovat saaneet keskimäärin 0.5 cm suuremman korkeuden koepinoille kuin ostajan palveluksessa olleet. Ero ei ole kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Toisin sanoen, pinon

korkeuden mittauksessa ei ole koetilaisuuksissa ollut havaittavissa työnantajan etuun tähtäävää tendenssiä.

#### 412. Pinon pituuden mittaaminen

Pinon pituuden mittaamisen luotettavuuden tarkastelu tapahtuu samalla tavoin kuin korkeuden mittauksen tarkastelu.

Yksityiskohtaiset laskelmat osoittavat (ks. taulukko 3), että näytepinojen keskimääräinen mitattu pituus on vaihdellut n. 4 metristä yli 8 metriin. Eri puulajien pinojen keskimääräiset pituudet ovat seuraavat: kuusi 592 cm, mänty 571 cm ja lehtipuu 578 cm. Mittaustulosten keskiarvon hajonta vaihtelee 1 sentistä 34 senttiin ja on keskimäärin kuusella 11.2 cm, männyllä 12.4 cm ja lehtipuulla 10.3 cm. Variaatiokerroimen arvot vaihtelevat välillä 0.18 — 6.41 %. Keskiarvot ovat puulajeittain em. järjestyksessä: 1.89 %, 2.17 % ja 1.75 %. Pituuden mittauksessa saavutettu tarkkuus on siis näiden lukujen valossa jonkin verran parempi kuin korkeuden mittauksen. KARLSSONIN (1971 b) mukaan ero pituuden mittauksen ja korkeuden mittauksen tarkkuuden välillä on vieläkin suurempi pituuden mittauksen eduksi.

Lisäksi todettakoon, että suurimman ja pienimmän arvon välinen erotus vaihtelee myös hyvin laajoissa rajoissa. Pienin vaihteluväli on vain vähän yli puoli prosenttia ja suurin lähes 30 % keskiarvosta. Keskimäärin vaihteluvälit ovat 7 — 9 % eli 40 — 50 cm.

Myös pituuden mittauksen luotettavuutta on syytä tarkastella siihen vaikuttavien tekijöiden kannalta.

Pinotyypin vaikutus pinon pituuden mittauksen tarkkuuteen on esitetty taulukossa 6. Siinä esitetyt mittausten pinon sisäistä hajontaa kuvaavat luvut osoittavat, että samoin kuin pinon korkeus, myös pinon pituus on mitattu pääpuullisissa pinoissa tarkemmin kuin muissa pinotyypeissä. Variaatiokerroin on pääpuilla varustetuissa pinoissa alle 1 %:n, kun taas toisella pääpuulla varustetuissa pinoissa se oli lähes 2 % ja ilman pääpuita tehdyissä kasoissa lähes 2.5 %. Kaikissa pinotyypeissä on pituuden mittausta ollut suhteellisesti tarkempaa kuin korkeuden mittausta, mikä ilmenee myös mittausten suhteellisesta vaihteluvälistä.

Taulukko 6. Pinon pituuden mittaamistarkkuuden riippuvuus pinotyypistä.  
Table 6. Dependence of pile length measuring accuracy on the type of pile.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaajia Measurers	Keskiarvo cm Mean cm	Hajonta cm Deviation cm	Variaatiokerroin % Coeff. of variation %	Vaihteluväli cm Range cm	%
Molemmat pääpuut – Both end poles							
Kuusi Spruce	2	43	631.5	3.0	0.48	10.0	1.86
Mänty Pine	3	63	501.7	4.7	0.94	18.7	3.59
Lehtipuu Broadleaved	7	148	552.1	5.1	0.92	20.1	3.66
Yhteensä Total	12	254	552.3	4.7	0.85	18.1	3.34
Toinen pääpuu – One end pole							
Kuusi Spruce	5	107	559.2	8.2	1.47	32.6	6.86
Mänty Pine	7	152	513.7	10.9	2.12	42.0	8.07
Lehtipuu Broadleaved	4	84	613.0	11.5	1.88	39.0	6.38
Yhteensä Total	16	343	552.8	10.2	1.85	38.3	7.27
Ilman pääpuita – Without end poles							
Kuusi Spruce	12	246	605.4	13.6	2.25	52.7	8.86
Mänty Pine	12	243	621.9	15.2	2.44	61.6	10.53
Lehtipuu Broadleaved	9	194	582.7	13.7	2.35	52.7	9.33
Yhteensä Total	33	683	605.2	14.2	2.35	55.9	9.59

Taulukosta 7 nähdään pituuden mittaamisen tarkkuutta koskevat tulokset erikseen kone- ja käsipinoissa. Vastoin kuin korkeuden mittauksessa pituuden mittauksessa ei pinoamista valla ole lainkaan merkitystä mittaustarkkuuden kanalta.

Lehtipuupinoista on käsin ladotut kuitenkin saatu tarkemmin mitatuksi kuin konepinot, kuten oli selvemmin havaittavissa myös korkeuden mittaamisessa. Tämä suuntaus johtuu todennäköisesti siitä, että mutkaisista lehtipuupölkkyistä on vaikea saada koneella kunnollista, mittauskelpoista pinoja.

Koulutusvaiheen vaikutus mittaustarkkuuteen osoittautuu myös pituuden mittauksessa täysin merkityksettömäksi.

Työnantajan vaikutus pituuden mittauks tuloksen keskiarvoon ja sen hajontaan nähdään seuraavasta asetelmasta.

	Havain- toja	Keski- arvo	Hajonta	Variaatio- kerroin
Myyjä	614	581.7	9.7	1.66
Ostaja	639	581.1	11.4	1.97

Se osoittaa, että pinojen pituuden ovat myyjän palveluksessa olleet henkilöt mitanneet

Taulukko 7. Pinon pituuden mittaamistarkkuuden riippuvuus pinoamistavasta.  
Table 7. Dependence of pile length measuring accuracy on the stacking method

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaajia Measurers	Keskiarvo cm Mean cm	Hajonta cm Deviation cm	Variaatiokerroin % Coeff. of variation %	Vaihteluväli cm Range cm	% %
Käsin ladottu – Stacked by hand							
Kuusi Spruce	4	80	545.3	10.3	1.89	38.8	8.16
Mänty Pine	5	97	549.6	12.4	2.26	51.2	9.88
Lehtipuu Broadleaved	7	147	577.3	7.3	1.26	29.0	4.88
Yhteensä Total	16	324	549.6	9.6	1.75	38.4	7.26
Koneellisesti ladottu – Stacked by machine							
Kuusi Spruce	15	316	609.5	11.3	1.85	44.0	7.44
Mänty Pine	17	361	577.4	12.4	2.15	49.0	8.48
Lehtipuu Broadleaved	13	279	578.5	11.8	2.04	43.7	7.76
Yhteensä Total	45	956	588.4	11.8	2.01	45.8	7.93

0.6 cm eli 0.1 % suuremmaksi kuin puutavaran ostajien palveluksessa olleet henkilöt. Myöskään pinon pituuden mittaamisessa ei siis ole ollut havaittavissa selvää työnantajan etuun tähtäävää tendenssiä.

#### 413. Pinon kehysmitan mittaaminen

Kehysmitta on puutavaran mittaussäännön mukainen mitta, joka muodostuu pinon korkeuden, pinon pituuden ja pölkyn pituuden tulona. Itse asiassa siinä tapahtuvien virheiden (variaatiokerroimien) neliön tulisi olla kaikissa em. osatekijöissä sattuvien virheiden (variaatiokerroimien) neliöiden summa. Näin ei kuitenkaan ole laita, vaan kokonaisvirhe on jonkinverran teoreettista pienempi, kuten taulukosta 3 ilmenee.

Yksityiskohtaisesta analysistä ilmenee, että keskiarvoinen pinon pinokuutiomäärän sisäinen hajonta vaihtelee 0.14 p-m<sup>3</sup>:stä 1.26 p-m<sup>3</sup>:iin ja on keskimäärin n. 0.5 p-m<sup>3</sup>. Prosentteina

keskiarvosta hajonnan rajat ovat 0.75 % ja 8.33 %. Keskimäärin variaatiokerroin on hieman yli 2.5 %. Mittaustulosten vaihteluväli on suurimmillaan enemmän kuin 5 p-m<sup>3</sup> mikä on prosentteina keskiarvosta yli 20 %, jollaista vaihteluväliä on pidettävä jo erittäin suurena. Keskimäärin vaihteluväli on kuitenkin ko. n. 20 p-m<sup>3</sup>:n suuruissa pinoissa 2 p-m<sup>3</sup> eli vain 10 %:n luokkaa. Vaihtelujen ja hajonnan suuruuden takia onkin syytä myös tässä yhteydessä tarkastella eri tekijöiden vaikutusta pinomitan mittauksen tarkkuuteen.

Pino tyyppin vaikutus kehysmitan mittauksen tarkkuuteen on erittäin selvä, kuten taulukosta 8 ilmenee. Hajonta ja variaatiokerroin on molemmilla pääpuilla varustetuissa pinoissa vain hieman yli puolet pääpuuttomien pinojen keskiarvon vastaavista tunnuksista. Hajonta on pääpuullisissa pinoissa 0.35 p-m<sup>3</sup>, yhdellä pääpuulla varustetuissa 0.49 p-m<sup>3</sup> ja ilman pääpuita olevissa 0.63 p-m<sup>3</sup>. Variaatiokerroimien arvot ovat vastaavasti 1.8 %, 2.6 % ja 3.1 %. KARLSSONIN (1971 b) mukaan bruttopino-

Taulukko 8. Pinon kehysmitan mittaamistarkkuuden riippuvuus pinotyypistä.  
Table 8. Dependence of pile gross volume measuring accuracy on the type of pile.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittajia Measurers	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatiokerroin Coeff. of variation	Vaihteluväli	
						abs Range abs	% %
Molemmat pääpuut – Both end poles							
Kuusi Spruce	2	43	19.02	0.18	0.95	0.71	3.76
Mänty Pine	3	63	17.64	0.27	1.53	1.07	5.91
Lehtipuu Broadleaved	7	148	21.03	0.44	2.09	1.80	8.43
Yhteensä Total	12	254	19.85	0.35	1.76	1.43	7.02
Toinen pääpuu – One end pole							
Kuusi Spruce	5	107	19.70	0.46	2.33	1.93	9.81
Mänty Pine	7	152	19.43	0.55	2.83	2.19	11.01
Lehtipuu Broadleaved	4	84	16.89	0.43	2.55	1.50	9.52
Yhteensä Total	16	343	18.88	0.49	2.60	1.94	10.27
Ilman pääpuita – Without end poles							
Kuusi Spruce	12	246	23.23	0.71	3.06	2.92	12.53
Mänty Pine	12	243	20.16	0.60	2.98	2.22	10.89
Lehtipuu Broadleaved	9	194	17.70	0.54	3.05	2.09	11.86
Yhteensä Total	33	683	20.61	0.63	3.06	2.44	11.75

mitan mittauksen variaatiokerroin oli pääpuullisissa pinoissa kuitenkin huomattavasti suurempi, peräti 2.9 %.

Myös Suomessa eräissä tutkimuksissa ja artikkeleissa on voitu osoittaa vastaavanlaisia pinomittauksen epävarmuutta koskevia tietoja. HEISKANEN ja KOIVULEHTO (1964) havaitsivat, että pienissä epätasaisissa ”apupinoissa” ero eri mittausten välillä oli jopa 6 %, kun taas

tavallisissa pinoissa se oli vain 1.5 %:n luokkaa (vrt. HEISKANEN 1968). HEMMI (1970) ilmoittaa, että epämääräisen kourapinin kehysmittauksessa saadut erot ovat lähes samaa suuruusluokkaa kuin ladonnan ja karsinnan heikkoudesta johtuneet erot. Kyseessä on 4 – 5 %:n suuruusluokka.

KARLSSONIN (1971 b) mukaan laskettu variaatiokerroin oli pääpuullisissa pinoissa 2.9 %,

Taulukko 9. Pinon kehysmitan mittaamistarkkuuden riippuvuus pinoamistavasta.  
 Table 9. Dependence of pile gross volume measuring accuracy on the stacking method.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaajia Measurers	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatiokerroin Coeff. of variation	Vaihteluväli abs Range abs	% %
Käsin ladottu – Stacked by hand							
Kuusi Spruce	4	80	18.29	0.35	1.91	1.31	7.28
Mänty Pine	5	97	16.96	0.44	2.59	1.59	9.03
Lehtipuu Broadleaved	7	147	19.88	0.34	1.71	1.41	7.08
Yhteensä Total	16	324	18.57	0.37	1.99	1.44	7.74
Koneellisesti ladottu – Stacked by machine							
Kuusi Spruce	15	316	22.81	0.66	2.89	2.72	11.86
Mänty Pine	17	361	20.36	0.57	2.80	2.19	10.61
Lehtipuu Broadleaved	13	279	18.07	0.56	3.10	2.12	11.87
Yhteensä Total	45	956	20.51	0.60	2.93	2.35	11.39

kuten edellä mainittiin, siis selvästi suurempi kuin esillä olevassa työssä. Laskentakaava hänellä oli seuraava:

$$(V_V)^2 \approx (V_L)^2 + (V_H)^2 + (V_B)^2,$$

jossa  $V_V$  on bruttopinomitän variaatiokerroin ja  $V_L$  pituuden,  $V_H$  korkeuden ja  $V_B$  pölkyn pituuden mittausten keskiarvon variaatiokertoimia.

Samalla kaavalla laskien saadaan esillä olevan aineiston eri pinotyyppeiden pinomitän keskiarvon variaatiokertoimiksi seuraavat, kun pölkyn pituuden vaihtelua ei oteta huomioon vaan pituus otetaan laskelmiin mukaan nimellisenä:

Molemmat pääpuut	1.6 %
Toinen pääpuu	3.1 %
Ei pääpuuta	3.5 %

Virheestä tai epäluotettavuudesta aiheutuu korkeuden mittauksesta eri pinotyypeissä seuraava osa: pääpuulliset pinot 71 %, yhdellä pääpuulla varustetut 63 % ja pääpuuttomat 55 %. KARLSSONIN mukaan tämä sadannes oli 80 % pääpuullisissa pinoissa.

Laskettu epävarmuutta kuvaava sadannes on suurempi kuin mittaustuloksista saatu. Saman on saanut tulokseksi KARLSSON, jonka mukaan mitattu pinon kehysmitan keskiarvon variaatiokerroin vaihteli eri pinoissa 1.1 %:sta 2.5 %:iin.

Pinoamistavan vaikutus kehysmitan mittauksen tarkkuuteen on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 10. Ladonnasta aiheutuvan tyhjän tilan vähennyksen arviointien jakautuminen keskimääräisen arvion suuruuden mukaisissa luokissa.  
 Table 10. Distribution of the estimates of the deduction for empty space due to stacking, in classes based in the magnitude of the mean estimate.

Arviointien keski- arvo % Mean of estimates %	Pinoja kpl Piles	Arvioitu tyhjän tilan vähennys, % Estimated empty space deduction, %												Yhteensä Total			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12		
		Arviointeja, kpl — No of estimates															
0	2	25	6	3													34
1	13	71	116	66	10	4	2										269
2	17	16	97	154	79	18	3	2									369
3	13	7	9	71	96	60	22	10									275
4	6	1	1	15	47	29	23	7	2	2							127
5	7			7	18	39	31	19	16	8	3	1	1				143
6	2					7	6	15	5	6	6	2					42
7	1					1	10	6	3	1							21
Yhteensä — Total	61	120	229	317	250	157	88	63	29	19	4	3	1				1280

Siitä ilmenee, että käsin ladotuissa pinoissa kehysmitan variaatiokerroin on selvästi pienempi kuin koneellisesti ladotuissa. Edellisissä on mitausten mukainen variaatiokerroin n. 2 % ja jälkimmäisissä n. 3 %. Vastaava hajonta n. 20 p-m<sup>3</sup> n pinoissa on 0.4 p-m<sup>3</sup> ja 0.6 p-m<sup>3</sup>.

Edellä esitetyllä kaavalla laskien saadaan variaatiokertoimen likiarvot seuraaviksi.

Käsin ladotut pinot	2.7 %
Koneellisesti ladotut pinot	3.1 %

Koneellisesti ladottujen pinojen kehysmitan mittausta on tapahtunut näinkin laskien hieman tarkemmin kuin käsin ladottujen pinojen mittausta.

Koulutusvaiheella ei ollut vaikutusta tuloksiin.

Työnantajan vaikutusta pinon kehysmitan mittaauksessa saatuun tulokseen valaistetaan alla olevassa asetelmassa. Siinä on myyjän palveluksessa olevien koehenkilöiden saama tulos jonkin verran, 0.09 p-m<sup>3</sup>, suurempi kuin ostajan palveluksessa olevien.

	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Myyjä	20.06	0.52	2.60
Ostaja	19.97	0.52	2.59

Voidaan todeta, että mahdollisesti esiintyvä, työnantajan etuun tähtäävä tendenssi ei ole tullut esille mitenkään selvänä kehysmitan mittaamista koskeneissa koetilaisuuksissa.

## 42. Tyhjän tilan vähennys

### 421. Yleisiä näkökohtia

Tyhjän tilan vähennystä määritettäessä pyrittiin arvioimaan montako prosenttia pienempi pinomitta olisi, jos pino olisi käsin huolellisesti ladottu, jos siinä olevat pölkyt olisivat hyvin karsittuja ja likipitäen suorina sekä, jos pinoissa ei olisi lunta, jäätä tai muita vieraita esineitä. Tyhjä tila määritettiin viidessä osassa, nimittäin ladonnan, karsinnan, vieraiden esineiden, lumen ja jään sekä mutkaisuuden vaikutuksen mukaan. Tässä tapauksessa ei ole mahdollisuutta verrata erillisvähennyksiä oikeaan tulokseen, jota ei voida itse asiassa lainkaan määrittää, vaan tarkkuutta eli luotettavuutta on tutkittava arviointien keskiarvon hajonnan ja variaatiokertoimen

avulla. Sama koskee myös kokonaisvähennystä, jonka perusteella laskettavaa nettopinomitaa voidaan kuitenkin arvostella myös muilla perusteilla.

### 422. Osatekijöiden vaikutuksen arviointi

#### 4221. Ladonta

Ladonnan aiheuttaman tyhjän tilan vähennyksen pinoittainen ja puulajeittainen tarkastelu osoittaa, että tyhjän tilan vähennyksen pinon sisäinen hajonta on ollut yleensä hyvin suuri. Variaatiokertoimen arvo vaihtelee n. 15 %:sta 150 %:iin, mikä osoittaa ko. tekijän vaikutuksen arvioinnin vaikeaksi. Koko aineiston keskiarvot tämän osatekijän arvioinnin osalta olivat seuraavat vähennyksen suuruuden mukaan luokiteltuina.

	Vähennys %	Keskiarvo %	Hajonta	Variaatiokerroin
alle 1.00	1.00	0.62	0.77	124.2
1.00 - 1.99	1.00 - 1.99	1.42	0.92	64.8
2.00 - 4.99	2.00 - 4.99	3.09	1.21	39.2
5.00 - 9.99	5.00 - 9.99	5.65	1.65	29.2

Kuten voidaan odottaakin on variaatiokerroin sitä suurempi, mitä pienemmäksi keskimäärin ladonnasta aiheutuva tyhjä tila on arvioitu. Kuitenkin myös muut tekijät vaikuttavat tämän vähennyksen arvioinnin tarkkuuteen.

Taulukosta 10 nähdään ladonnasta johtuvan tyhjän tilan vähennyksen arviointien jakautuminen keskiarvon suuruuden mukaan luokiteltuna. Siitä ilmenee, että arviointitulosten vaihteluväli on kaikissa luokissa erittäin suuri. Jakautumataulukko osoittaaakin, että ladonnan vaikutus ns. tyhjään tilaan on hyvin vaikeata arvioida ja että hyvinkin karkeita virheitä esiintyy runsaasti.

Aineiston yksityiskohtaisessa tarkastelussa havaittiin, että huonosta ladonnasta johtuvan tyhjän tilan vähennyksen suuruus riippuu arviointien mukaan jossakin määrin pinotyypistä. Molemmilla pääpuilla varustetuissa pinoissa vähennys oli arvioitu pienemmäksi kuin muissa pinotyypeissä. Sitä vastoin ei ollut havaittavissa eroja arviointitarkkuuksissa muiden kahden pinotyypin välillä.

Pinoamistavan vaikutus ladonnasta aiheutuvan tyhjään tilaan on arviointitulosten valossa selvä, kuten seuraavista luvuista ilmenee.





Pinoamistapa	Keski-arvo	Hajonta	Variaatio-kerroin
	Tyhjä tila %		
Käsin	1.50	0.97	64.1
Koneellisesti	3.24	1.19	36.7

Konepinoissa on siis ladonnasta johtuva tyhjän tilan vähennys arvioitu yli kaksi kertaa niin suureksi kuin käsipinoissa. Konepinojen keskiarvo, hieman yli 3 %, on kuitenkin melko alhainen HEMMIN (1970) ilmoittamaan 5 – 6 %iin verrattuna.

Hajonnan ja variaatiokertoimen valossa koneellisesti ladotut pinot vaikuttavat helpommin arvioitavilta kuin käsin ladotut. Tulos voitaneen tulkita siten, että konepinoissa tyhjän tilan vähennyksen tarve on konkreettisemmin tajuttavissa kuin käsipinoissa.

Koulutusvaiheella ja työnantajalla ei havaittu olevan vaikutusta arvioinnin tarkkuuteen tai tyhjän tilan suuruuteen.

#### 4222. Karsinta

Karsinnan aiheuttama tyhjän tilan vähennyksen arvioinnissa on hajonta ollut hyvin suuri, mutta vaihtelee vähemmän kuin ladonnan kohdalla. Variaatiokertoimen arvo vaihtelee eri pinoissa 27.6 %:sta 100 %iin ja on keskimäärin 44.3 %.

Vähennyksen suuruuden mukaan lasketut keskiarvot hajontoineen ja variaatiokertoimien ovat seuraavat:

Luokka, %	Keski-arvo	Hajonta	Variaatio-kerroin
alle 1.00	0.79	0.65	82.3
1.00 – 1.99	1.48	0.72	48.6
2.00 – 4.99	2.59	0.96	37.1

Myös karsinnan edellyttämää tyhjän tilan vähennystä arvioitaessa tulosten tarkkuus on siis sitä parempi, mitä suurempi vähennys on keskimäärin katsottu tarpeelliseksi. Kuitenkin suurimmassakin luokassa variaatiokertoimen arvo on yli 30 %.

Taulukossa 11 on havainnollistettu karsinnasta johtuvan tyhjän tilan vähennyksen arviointien hajontaa esittämällä arviointien jakautumat keskiarvon suuruusluokin. Samoin kuin ladonnan arvioinnissa on myös tässä tapauksessa vaihteluväli suuri, mutta kuitenkin pienempi

kuin ladonnan arvioinnissa. Karkeita, usean prosenttiyksikön suuruisia eroja esiintyy silti verraten usein.

Aineiston tarkempi analysointi osoittaa, että karsinnasta johtuvan tyhjän tilan arvioinnin tarkkuutta ei ole saatu parannetuksi ko. lyhyellä koulutuksella. Myöskään eri puulajien arviointituloksissa ei ole eroja tulosten luotettavuuden kannalta. Ostajan ja myyjän palveluksessa olleet koehenkilöt ovat arvioineet vähennyksen tarpeen käytännöllisesti katsoen samaksi.

#### 4223. Lumi ja jää

Lumen ja jään johdosta arvioituja tyhjän tilan vähennyksiä analysoitaessa ilmenee, että lumen ja jään vaikutuksen arviointi on myös vaikeata. Variaatiokertoimen vaihtelurajat ovat 24.0 % ja 400.0 % sekä keskiarvo 69.3 %, kun täysin lumettomiksi arvostellut pinot on jätetty pois laskelmasta. Tällaisia pinoja esiintyy jokaisessa kohteessa lukuunottamatta aluetta n:o 5. Monissa tapauksissa vain yksi tai kaksi koehenkilöä on arvioinut lumi ja jää- vähennyksen tarpeelliseksi kaikkien muiden pitäessä sitä tarpeettomana. Kun käytetty luokkaväli oli 1 %, muodostui hajonta tällaisissa tapauksissa hyvin suureksi.

Vähennyksen suuruuden mukaan luokitellut keskiarvot ovat seuraavat:

Luokka, %	Keskiarvo	Hajonta	Variaatio-kerroin
Alle 1.00	0.27	0.40	148.1
1.00 – 1.99	1.39	1.05	75.5
2.00 – 4.99	2.87	1.23	42.9

Myös lumen ja jään vaikutuksen arvioinnin suhteellinen tarkkuus siis näennäisesti paranee vähennystarpeen suuressa. Näin ei itse asiassa ole laita, vaan tulosten hajonta suurenee varsin paljon keskimääräisen vähennysprosentin suuressa.

Taulukosta 12 nähdään lumesta ja jäästä johtuvan tyhjän tilan vähennyksen arviointien jakautumat, jotka osoittautuvat yhtä laajoiksi kuin ladonnasta johtuvaa vähennystä arvioitaessa.

Eri tekijöiden vaikutuksesta arvioinnin tulosten tarkkuuteen voidaan todeta, että myyjän palveluksessa olevat koehenkilöt olivat arvioineet lumen ja jään vaikutuksen suuremmaksi



kuin ostajan palveluksessa olevat. Keskiarvot olivat 1.00 % ja 0.94 %.

Koulutuksen merkitystä ei tuloksista saada selville. Tuntuu kuitenkin todennäköiseltä, että juuri lumen ja jään kohdalla perusteellisemmalta koulutuksella voitaisiin päästä arviointitarkkuuden lisääntymiseen. Osa lumesta ja jäästä johtuvasta vähennyksestä on näet jossakin määrin mitattavissa, ja mittausmenetelmät ovat tietysti helpommin opittavissa kuin arviointimenetelmät (vrt. HEMMI 1970).

#### 4224. Vieraat esineet

Myös vieraiden esineiden, kuten lumen ja jäänkin kohdalla, esiintyy suuri määrä pinoja, joissa ei ole lainkaan vieraita esineitä. Yleensäkin niitä on ollut erittäin vähän, niin vähän, ettei saaduilla tuloksilla ole suurtakaan arvoa arvioinnin tarkkuutta arvosteltaessa. Todettakoon kuitenkin, että variaatiokerroimen arvo vaihtelee 50 %:sta 400 %:iin.

Luokitellut keskiarvot ovat seuraavat:

Luokka, %	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Alle 1.00	0.16	0.25	156.3
1.00 – 1.99	1.09	0.97	89.0
2.00 – 4.99	2.09	1.15	55.0

Jälleen voidaan havaita, että jos vieraita esineitä esiintyy hyvin vähän, on vähennyksen arviointi erittäin epävarmaa. Vasta siinä tapauksessa, että vieraita esineitä on pinossa selvästi nähtävässä määrin, päästään arvioinnissa hieman suurempaan suhteelliseen tarkkuuteen. Absoluuttinen hajonta on kuitenkin sitä suurempi, mitä enemmän vieraita esineitä sisältävästä pinosta on kysymys.

Taulukossa 13 on esitetty vieraiden esineiden aiheuttaman tyhjän tilan arviointien jakautuminen. Sekin osoittautuu hyvin laajaksi.

Eri tekijöiden vaikutus vieraiden esineiden aiheuttaman tyhjän tilan arvioinnin tarkkuuteen on tulosten valossa verraten epäselvä. Mainittakoon kuitenkin, että konepinoissa on arviointien mukaan esiintynyt enemmän vieraita esineitä kuin käsipinoissa. Tyhjän tilan vähennyksien keskiarvot olivat 0.29 % ja 0.05 %.

#### 4225. Mutkaisuus

Mutkaisuudesta johtuvan tyhjän tilan arvioinnin tarkkuutta koskevat perustiedot osoittavat, että variaatiokerroimen arvo on vaihdellut eri pinoissa hyvin laajoissa rajoissa, 18 %:sta 400 %:iin. Myös keskiarvoinen tyhjän tilan vähennys vaihtelee enemmän kuin muiden tutkittujen tyhjää tilaa aiheuttavien tekijöiden johdosta arvioitu vähennys.

Vähennyksen arvioidun suuruuden mukaan luokitellut tulokset ovat seuraavat:

Luokka, %	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Alle 1.00	0.60	0.66	110.0
1.00 – 1.99	1.24	0.81	65.3
2.00 – 4.99	3.13	1.27	40.6
5.00 – 9.99	6.87	2.81	40.9

Eri luokissa variaatiokerroin vaihtelee siis suurimpia pölkkyjä sisältävien pinojen 110 %:sta mutkaisimpia pölkkyjä sisältävien pinojen 41 %:iin. Osittain käytetystä luokituksesta johtuen, mutta myös asiallista syistä, on siis selvästi mutkaisten pölkkyjen vaikutuksen arviointi ehkä helpompaa kuin melkein suorien pölkkyjen.

Tämä seikka ilmenee myös seuraavista puulajeittaisista keskiarvoista.

Puulaji	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	0.91	0.69	75.8
Mänty	1.30	0.82	63.1
Lehtipuu	4.33	1.77	40.9

Arviointien jakautuminen keskimääräisen tyhjän tilan vähennyksen suuruuden mukaisissa luokissa on esitetty taulukossa 14.

Eri tekijöiden vaikutuksesta voidaan todeta, että pinotyyppi ei ole lainkaan vaikuttanut mutkaisuuden aiheuttamaan tyhjän tilan arvioinnin tarkkuuteen. Sama päätelmä koskee myös pinoamistavan vaikutusta. Myöskään se lyhyt koulutus, joka koehenkilöille annettiin, ei ollut parantanut arviointien tarkkuutta. Työnantajan vaikutus tuloksiin on epäselvä.

#### 4226. Vertailua

Taulukosta 15 nähdään tyhjän tilan arviointitarkkuus ja keskimääräinen vähennys osatekijöittäin.



Taulukko 15. Tyhjän tilan vähennyksen arvioimistarkkuus osatekijöittäin ja puulajeittain.  
 Table 15. Accuracy of the estimation of the deduction for empty space by part factors and tree species

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittauksia No of estimates	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatioker- roin Coeff. of variation	Vaihteluväli abs Range abs	% %
Ladonta - Stacking							
Kuusi Spruce	19	396	2.27	0.96	42.3	3.58	157.7
Mänty Pine	22	458	2.47	1.03	41.7	3.77	152.6
Lehtipuu Broadleaved	20	426	3.53	1.44	40.8	4.80	136.0
Yhteensä Total	61	1280	2.76	1.14	41.3	4.05	146.7
Karsinta – Delimiting							
Kuusi Spruce	19	396	1.75	0.79	45.1	2.53	144.6
Mänty Pine	22	458	1.86	0.80	43.0	2.64	141.9
Lehtipuu Broadleaved	20	426	1.65	0.78	47.3	2.60	157.6
Yhteensä Total	61	1280	1.75	0.79	45.1	2.59	148.0
Vieraat esineet – Foreign bodies							
Kuusi Spruce	19	396	0.34	0.37	108.8	1.16	341.2
Mänty Pine	22	458	0.22	0.29	131.8	0.95	431.8
Lehtipuu Broadleaved	20	426	0.13	0.22	169.2	0.60	461.5
Yhteensä Total	61	1280	0.23	0.26	136.6	0.90	391.3
Lumi ja jää – Snow and ice							
Kuusi Spruce	19	396	1.15	0.72	62.6	2.32	201.7
Mänty Pine	22	458	0.86	0.63	73.3	2.00	232.6
Lehtipuu Broadleaved	20	426	0.89	0.60	67.4	2.55	286.5
Yhteensä Total	61	1280	0.97	0.65	67.8	2.29	236.1

Taulukko 15. Jatkoa  
Table 15.

Mutkaisuus – Crookedness							
Kuusi Spruce	19	396	0.87	0.66	75.9	2.26	259.8
Mänty Pine	22	458	1.31	0.84	64.1	2.95	225.2
Lehtipuu Broadleaved	20	426	4.33	1.77	40.9	6.75	155.9
Yhteensä Total	61	1280	2.17	1.09	60.3	3.99	183.9
Yhteensä – Total							
Kuusi Spruce	19	396	6.23	2.07	33.2	7.53	120.9
Mänty Pine	22	458	6.71	2.09	31.1	7.95	118.5
Lehtipuu Broadleaved	20	426	10.52	2.84	27.0	11.80	112.2
Yhteensä Total	61	1280	7.82	2.33	30.4	9.09	116.2

Tyhjän tilan osatekijöiden aiheuttama vähennyksen tarve arvioitiin keskimäärin seuraavaksi:

Syy	%
Ladonta	2.76
Karsinta	1.75
Lumi ja jää	0.97
Vieraat esineet	0.23
Mutkaisuus	2.17

Asetelmasta ilmenee, että ladonta ja mutkaisuus ovat aiheuttaneet eniten tyhjää tilaa. Myös karsinnan johdosta on tehty vähennyksiä keskimäärin lähes 2 %:n verran. Lumen ja jään sekä vieraiden esineiden aiheuttama vähennys jää keskimäärin selvästi muita vähäisemmäksi. On kuitenkin erityisesti korostettava, että kyseessä ovat arviointien keskiarvot eivätkä mitaustulokset ja että arviointituloksissa saattaa esiintyä systemaattisia virheitä (vrt. HEMMI 1970). Myös käytännössä aiheuttavat ladonta ja karsinta sekä varsinkin lehtipuissa mutkaisuus eniten vähennyksen tarvetta (ARNKIL 1966, FINNE 1970, HEMMI 1970).

Taulukossa 16 on esitetty eri osatekijöiden aiheuttaman tyhjän tilan vähennyksen arviointitulosten tilastolliset tunnuksat vähennyksen suuruusluokin. Siitä ilmenee, että arviointitulosten hajonta on ollut suurin lumen ja jään sekä vieraiden esineiden arvioinneissa. Mutkaisuuden ja ladonnan vaikutuksen arvioinneissa on päästy hieman parempiin tuloksiin jokaisessa luokassa. Karsinnan vaikutuksen arvioinnissa hajonta on kaikissa tapauksissa pienin.

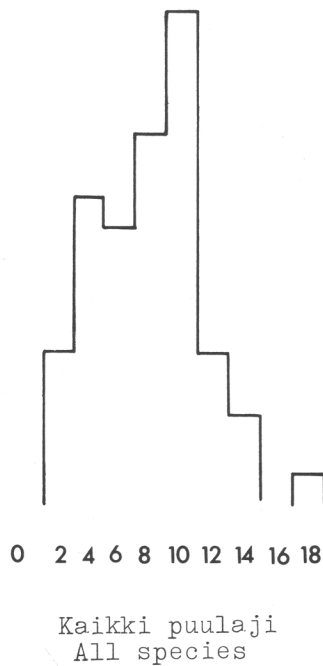
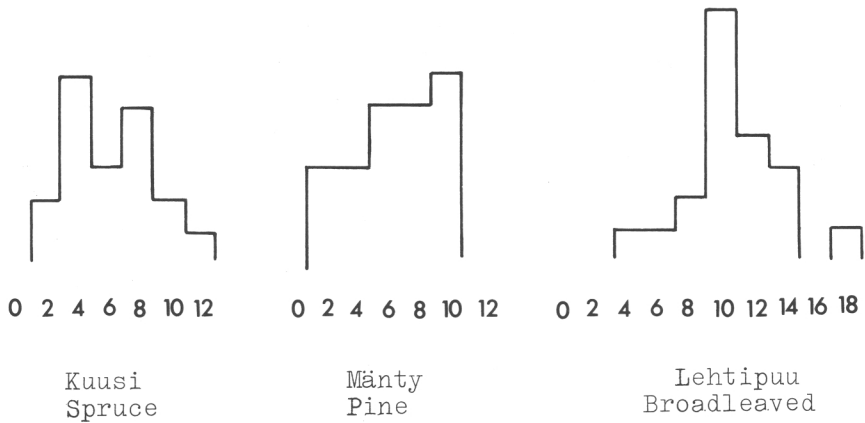
Edellä selostetut tutkimustulokset osoittavat lisäksi seuraavaa:

- Kaikkien tekijöiden vaikutuksen arvioinnissa on esiintynyt runsaasti karkeita virheitä.
- Annetulla lyhyellä koulutuksella ei ole pystytty parantamaan arviointien tarkkuutta. On kuitenkin ilmeistä, että pitempi koulutus ja kokemus näissä tehtävissä parantaa tyhjän tilan osatekijöidenkin arvioinnin tarkkuutta (vrt. NYLINDER 1972).
- Työnantajalla ei ollut vaikutusta koehenkilöiden tyhjän tilan arviointien tulosten suuruuteen.

Taulukko 16. Tyhjän tilan osatekijöiden arvioinnin tarkkuutta kuvaavat tunnuksset.

Table 16. Symbols illustrating the accuracy of the estimation of empty space part factors.

Tekijä Factors	Luokka, % - Class, %											
	1.00 - 1.99			2.00 - 4.99			5.00 - 9.99			Variaatio-kerroin Coefficient of variation		
Keskisarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatio-kerroin Coefficient of variation	Keskisarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatio-kerroin Coefficient of variation	Keskisarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatio-kerroin Coefficient of variation	Keskisarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatio-kerroin Coefficient of variation	
Ladonta Stacking	0.62	0.77	124.2	1.42	0.92	64.8	3.09	1.21	5.65	1.65	29.2	
Karsinta Delimiting	0.79	0.65	82.3	1.48	0.72	48.6	2.59	0.96	—	—	—	
Vieraat esineet Foreign bodies	0.16	0.25	156.3	1.09	0.97	89.0	2.09	1.15	—	—	—	
Lumi ja jää Snow and ice	0.27	0.40	148.1	1.39	1.05	75.5	2.87	1.23	—	—	—	
Murkausuus Crookedness	0.60	0.66	110.0	1.24	0.81	65.3	3.13	1.27	6.87	2.81	40.9	



Kuva 3. Pinojen jakautuminen arvioidun tyhjän tilan suuruuden mukaan.  
 Fig. 3 Distribution of piles by the magnitude of the estimated empty space.

423. Tyhjän tilan kokonaisvähennyksen arvioinnin tarkkuus

Annettujen arviointiohjeiden mukaan arvioitiin tyhjän tilan vähennys siten, että eri osatekijöiden aiheuttamien vähennysten summa mer-

kittiin kokonaisvähennykseksi. Aineistoa analysoitaessa ilmenee, että vähennyksen tarve on arvioitu eri pinoissa 1.7 %:sta 17.7 %:iin. Keskiarvo on 7.8 %. Pinojen jakautuminen vähennyksen suuruuden mukaan puulajeittain nähdään kuvasta 3, joka osoittaa lehtipuupinojen



Taulukko 17. Tyhjän tilan kokonaisvähennykset alueittain ja kohteittain.  
Table 17. Total deductions for empty space by regions and sites.

Alue ja kohde Site and object		Arviointeja No of estimates	Tyhjän tilan vähennys, % Empty space deduction, %		Variaatiokerroin Coefficient of variation
			Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	
1	1	198	8.17	2.43	29.69
1	2	167	8.41	1.67	19.87
2	1	150	5.66	2.17	38.30
3	1	180	9.32	2.59	27.77
3	2	189	6.36	2.32	36.50
4	1	198	6.05	2.24	37.04
5	1	198	10.71	2.69	25.15

eroavan tässä suhteessa selvästi mänty- ja kuusipinoista siten, että niissä tyhjän tilan vähennyksen tarve on arvioitu suurimmaksi. Tämä mutkaisuuseroista johtuva puulajien välinen eroavuus ilmenee myös seuraavista keskiarvoista:

Kuusi	6.23 %
Mänty	6.71 %
Havupuut yhteensä	6.49 %
Lehtipuu	10.52 %

Aemmista tutkimuksista saadaan mm. seuraavia tuloksia tyhjän tilan vähennyksen suuruudesta. HEMMIN (1970) mukaan lumettomana aikana tehdyt kourapinot painuvat uudelleen pinoamisen jälkeen keskimäärin 5 – 6 %. Eräissä pinoissa on tapahtunut jopa kasvua. Talvella 1970 tehdyt kokeet osoittivat karsinnan ja lumen vaikutuksen varsin suureksi. Korjausten keskiarvot vaihtelivat eri tavaramalajeissa seuraavasti:

Kuusi	9 – 12 %
Mänty	6 – 11 %
Koivu	8 %

Kaikki nämä tulokset ovat Pohjois-Suomesta (vrt. ARNKIL 1966, FINNE 1970). Ne perustuvat uudelleenpinoamiseen ja uudelleen karsintaan, mutta mutkaisuutta ei ole siis otettu huomioon. Siitä johtuukin, että koivupinojen

edellyttämä vähennys on jopa pienempi kuin havupuupinojen edellyttämä.

HEMMIN mukaan ladonta- ja karsintakokeissa on 5 % kourapinoista kasvanut uudelleenladonnan jälkeen. Suurin osa eli 1/3 korjauksista on ollut 3 – 5 %:n vähennyksiä. Hän ilmoittaa myös, että luovutusmittauksissa Perä-Pohjolassa sovitut vähennykset ovat olleet 4 – 5 %. Pinotavaran mittauskursseilla arvioidut vähennykset olivat mäntypinoissa 6.9 %, kuusipinoissa 9.6 % ja koivupinoissa 11.2 % (Pinotavaran . . . 1970).

KARLSSONIN (1970, 1971 a, 1971 b) kokeissa käsin ladottujen, pääpuilla varustettujen pinojen arvioidut tyhjän tilan vähennykset vaihtelivat 1.5 %:sta 9.1 %:iin. Ne ovat melko selvästi pienempiä kuin esillä olevassa tutkimuksessa saadut.

Alueiden ja kohteiden välillä ilmenee eroja vähennysten suuruuden kannalta. Sitä on havainnollistettu taulukossa 17, jonka mukaan suurimmat vähennystarpeet esiintyvät Perä-Pohjolassa alueella 5. Myös Itä-Suomessa alueella 3 on eteläisemmässä kohteessa vähennystarve arvioitu korkeaksi.

Tyhjän tilan kokonaisvähennyksen määrittämisen luotettavuudesta voidaan todeta, että keskiarvon hajonta on vaihdellut 1.1 %:sta 4.2 %:iin keskiarvon ollessa 2.33 %. Variaatiokertoimen pinoittaiset ääriarvot ja keskiarvo olivat vastaavasti: 19.0 % ja 95.0 % sekä 30.4 % keskiarvosta.

Taulukko 18. Tyhjän tilan kokonaisvähennyksen arviointien jakautuminen keskimääräisen arvioidun suuruuden mukaisissa luokissa.  
Table 18. Distribution of the estimates of the total deduction for empty space into classes based on the magnitude of the mean estimate.

Arviointien keskiarvo % Mean of estimates %	Pinoja kpl Piles	Arvioitu tyhjän tilan vähennys, % Estimated empty space deduction, %	Arviointeja, kpl — No of estimates																									Yhteensä Total
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
0	0																										0	
1	0																										0	
2	4	14	19	16	4	4	1	1																		78		
3	4	3	10	14	29	14	11	2	2	1																86		
4	3	1	9	12	17	7	7	6	2	1	1															56		
5	7	1	3	6	20	32	41	15	20	4	2	1	1	2												148		
6	4				2	1	15	29	14	13	8	3	2	1												88		
7	4				2	1	14	21	13	15	5	4	3	1												79		
8	7				3	16	23	36	24	17	11	7	5	3	2			1								149		
9	6	1			1	1	3	13	22	20	22	12	10	8	6	3	3	1				1				127		
10	12	1			1	7	7	16	32	58	35	35	22	17	6	6	5	4						1		253		
11	3					2	2	7	10	13	6	7	7	4	5	2										65		
12	2						1		2	10	8	4	4	8	1	1	1	1								44		
13	1								1	3	6	4	5	2												21		
14	3								2	3	4	4	14	9	4	4	3	8	3	2				1		64		
15	0																									0		
16	0																									0		
17	0																									0		
18	1									1	1	2	3	4	1	2	2	1	3	1	1	3	1	1	1	22		
Yhteensä Total	61	21	34	50	82	87	132	103	128	115	122	94	79	69	51	34	22	17	16	6	4	5	1	3	3	2	1280	

Taulukko 19. Tyhjän tilan kokonaisvähennyksen tarkkuuden riippuvuus pinotyypistä.  
Table 19. Dependence of the accuracy of the total deduction for empty space on the type of pile.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaaajia Measurers	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatiokerroin Coeff. of variation	Vaihteluväli abs Range abs	% %
Molemmat pääpuut – Both end poles							
Kuusi Spruce	2	43	7.09	2.15	30.3	8.50	119.9
Mänty Pine	3	63	8.48	2.13	25.1	8.00	94.3
Lehtipuu Broadleaved	7	148	11.20	3.21	28.7	13.72	122.5
Yhteensä Total	12	254	8.92	2.50	28.0	10.07	112.9
Toinen pääpuu – One end pole							
Kuusi Spruce	5	107	5.18	1.94	37.5	7.20	139.0
Mänty Pine	7	152	6.94	2.01	29.0	10.00	144.1
Lehtipuu Broadleaved	4	84	9.20	2.63	28.6	10.25	111.4
Yhteensä Total	16	343	7.11	2.19	31.3	9.15	128.7
Ilman pääpuita – Without end poles							
Kuusi Spruce	12	246	6.53	2.12	32.5	8.17	125.1
Mänty Pine	12	243	4.91	2.58	52.5	6.75	137.5
Lehtipuu Broadleaved	9	194	10.60	2.64	24.9	10.00	94.3
Yhteensä Total	33	683	7.35	2.45	33.3	8.31	113.1

Taulukossa 18 on esitetty tyhjän tilan kokonaisvähennyksen arviointien jakautumat keskimääräisen vähennyksen suuruuden mukaisissa luokissa. Ensinnäkin siinä kiinnittää huomiota, että kaikissa pinoissa on enemmistö koehenkilöistä pitänyt vähennyksen tekemistä tarpeellisenä. Toiseksi havaitaan arvioiden vaihteluvälit erittäin suuriksi.

KARLSSONIN (1971 b) tutkimuksessa arviointitulosten hajonta oli yleensä 1 – 2 % ja variaatiokerroin 21 – 71 % keskiarvosta. Hän

on käyttänyt tunnuksena myös tekijän  $(1 - \frac{t}{100})$  variaatiokerrointa. Tekijä t kaavassa tarkoittaa tyhjän tilan vähennystä prosentteina pinomitasta. Tässä on kuitenkin kyse itse asiassa jo nettopinomitasta liittyvästä käsitteestä. Siihen palataankin jäljempänä nettopinomitaa käsiteltäessä.

Eri tekijöiden vaikutusta tyhjän tilan arviointiin tarkastellaan seuraavassa.

Taulukossa 19 on esitetty pinotyypin vai-

Taulukko 20. Tyhjän tilan kokonaisvähennyksen tarkkuuden riippuvuus pinoamistavasta.  
Table 20. Dependence of the accuracy of the total deduction for empty space on the stacking method.

Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaajia Measurers	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatiokerroin Coeff. of variation	Vaihteluväli abs Range abs	% %
Käsin ladottu – Stacked by hand							
Kuusi Spruce	4	80	3.91	1.86	47.6	7.50	191.8
Mänty Pine	5	97	4.44	1.56	35.1	7.40	166.7
Lehtipuu Broadleaved	7	147	8.74	3.20	36.6	13.43	153.7
Yhteensä Total	16	324	5.70	2.21	38.8	9.44	170.7
Koneellisesti ladottu – Stacked by machine							
Kuusi Spruce	15	316	6.65	2.13	32.0	8.07	121.4
Mänty Pine	17	361	6.89	2.69	39.0	8.12	117.9
Lehtipuu Broadleaved	13	279	11.42	2.64	23.1	10.38	90.9
Yhteensä Total	45	956	8.32	2.49	29.9	8.89	106.9

kutus tyhjän tilan arviointiin ja sen tarkkuuteen. Siitä ilmenee ensinnäkin, että molemmilla pääpuilla varustetuissa pinoissa on tyhjä tila arvioitu suurimmaksi. Muut pinotyypit eivät sitä vastoin eroa tässä suhteessa toisistaan. Keskimääräiset kehysmitan mukaiset pinotiheydet olivat pinotyypeittäin vastaavasti: 0.591, 0.642 ja 0.649. Niistä ilmenee, että tyhjää tilaa arvioidessa on pystytty ottamaan huomioon todellista vähennyksen tarvetta.

Taulukosta havaitaan myös, että hajonta on kaikissa pinotyypeissä suunnilleen yhtäläinen. Variaatiokerroin sitä vastoin on pienin molemmilla pääpuilla varustetuissa pinoissa. Erot ovat kuitenkin niin pienet, että ne ovat vailla merkitystä.

Pinoamistavan vaikutus tyhjän tilan arviointiin suuruuteen ja arvioinnin tarkkuuteen nähdään taulukossa 20 esitetystä tiedoista. Niistä ilmenee, että tyhjä tila on arvioitu konepinoissa suuremmaksi kuin käsipinoissa. Ero on

yli 2.5 prosenttiyksikköä eli yli 40 % käsipinojen vähennyksestä. Tällainen eroavuus johtuu vain ladonnasta ja vieraista esineistä. Muut vähennyksiä aiheuttavista pinon ja pinotavaran ominaisuuksista ovat tietenkin pinoamistavasta riippumattomia. Vastaavanlaisia tuloksia on todettu myös käytännön mittauksissa (esim. HEMMI 1970). Esillä olevan tutkimuksen mitatut pinotiheydet ovat samoin konepinoissa pienemmät kuin käsipinoissa.

Arvioinnin tarkkuutta koskevat tunnuksset eroavat jonkin verran toisistaan pinoamistavan mukaan. Käsipinojen tyhjän tilan vähennyksen arviointien hajonta on lehtipuupinoja lukuunottamatta pienempi kuin konepinojen arviointien vastaava hajonta. Variaatiokertoimet ovat kuitenkin suuruudeltaan päinvastaiset. Myös arviointien vaihteluvälit ovat jääneet konepinoissa huomattavasti pienemmiksi kuin käsipinoissa. Tämä viittaa siihen, että konepinojen tyhjän vähennyksessä olisi päästy mittaajien kesken

yhtäläisempiin tuloksiin kuin käsipinojen kohdalla. Sama seikka havaittiin myös ladontaa edellä käsiteltäessä.

Koulutusvaiheella ei ole ollut vaikutusta tyhjän tilan arvioinnin tulosten hajontaan. Toisin sanoen annettu lyhyt koulutus ei ole parantanut arviointien hajonnan kuvaamaa arvioinnin tarkkuutta.

Mittaajan työnantajan vaikutus tyhjän tilan kokonaisvähennyksen arviointitulokseen on täysin merkityksetön.

Kuten edellä esitettiin, riippuu keskimääräisen tyhjän tilan vähennyksen arvioitu suuruus erittäin selvästi puulajista. Myös arvioinnin luotettavuuteen näyttää puulajilla olevan vaikutusta, kuten seuraavasta asetelmasta nähdään.

Puulaji	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	6.23	2.07	33.2
Mänty	6.71	2.09	31.2
Lehtipuu	10.52	2.84	27.0

Lehtipuupinoissa hajonta on hieman suurempi kuin havupuupinoissa. Se ilmenee myös hajonnan vaihtelurajoista, jotka olivat kuusipinoissa 1.4 ja 3.1, mäntypinoissa 1.1 ja 3.2 sekä lehtipuupinoissa 1.6 – 4.2. Variaatiokerroimen vaihtelurajat olivat vastaavasti: kuusi 23.3 ja 94.0 %, mänty 18.4 – 83.8 % ja lehtipuu 12.3–60.5 %. Kun kuusi- ja mäntypinojen keskimääräinen tyhjän tilan vähennys on huomattavasti pienempi kuin lehtipuupinojen, ei voida tehdä varmoja päätelmiä eri puulajien eroista tässä suhteessa.

### 43. Nettopinomitan määrittäminen

#### 431. Yleisiä näkökohtia

Nettopinomitalla tarkoitetaan sitä mittaa, joka saadaan bruttopinomitasta suorittamalla siihen tyhjän tilan vähennys. Nettopinomitan tunnusmerkkinä on se, että siinä pinotiheyden pitäisi vastata ennalta määrättyjä tai sovittuja lukuja, jotka esillä olevaa tutkimusta suoritettaessa sovittiin seuraaviksi

	Kuusi	Mänty	Lehtipuu
2 m	73	72	64
3 m	71	68	61

Nettopinomitakäsitteen ja siis tyhjän tilan vähennyksen käytön etuna onkin se, että silloin pinomitan muuntaminen kiintomitaksi voitaisiin suorittaa yleisillä muuntoluvuilla kaikkialla maassa. Nettopinomitan mittauksen tarkkuutta käsiteltäessä onkin arviointien luotettavuuden lisäksi tarkasteltava myös sitä, kuinka lähelle sovittuja pinotiheyksiä on arviointien avulla päästy. Kuitenkaan tässä vaiheessa ei voida tehdä tarkkoja vertailuja, kun vielä ei tiedetä kuinka pölkkyjen keskiläpimitta vaikuttaa pinotiheyteen. Siihen palataan myöhemmissä osajulkaisuissa.

Nettopinomitan arviointitulosten hajonnoista ja variaatiokerroimista voidaan todeta mm. seuraavaa.

Nettopinomitan pinon sisäinen hajonta vaihtelee  $0.18 p-m^3$ :stä  $2.65 p-m^3$ :iin eli on suurempi kuin bruttopinomitan vastaava hajonta, joka vaihteli tulosten mukaan välillä  $0.14 p-m^3$  ja  $1.26 p-m^3$ . Se ilmenee kuvasta 4, joka osoittaa, että vain yhdessä pinossa on pinomitan keskiarvon hajonta saatu tyhjän tilan vähennyksellä pienemään, 23 pinossa se on ollut samaa luokkaa molemmissa mittauksissa ja 37 pinossa tyhjän tilan vähennyksen jälkeen suurempi kuin kehysmitan mittauksessa.

Vastaavanlaisia tuloksia on saatu myös Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa. KARLSSONIN mukaan bruttopinomitan variaatiokerroin oli 1.8 % ja nettopinomitan 2.4 %.

Nettopinomitan määrittämisen variaatiokerroimen laskeminen voi tapahtua myös seuraavan kaavan perusteella (KARLSSON 1971 b):

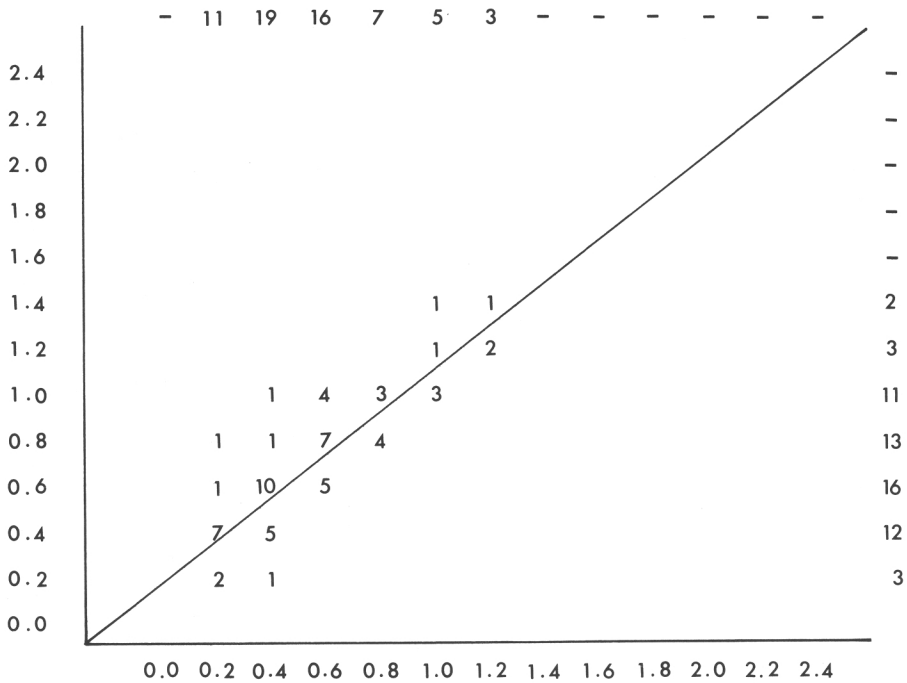
$$(V_{vn})^2 \approx (V_L)^2 + (V_H)^2 + (V_B)^2 + (V_T)^2,$$

jossa

$V_{vn}$  = nettopinomitan variaatiokerroin

$V_T$  = tekijän  $(1 - \frac{t}{100})$  variaatiokerroin, t on tilan vähennys prosentteina.

Tätä kaavaa käytettäessä tarvittavat numeeriset tiedot osoittavat, että tekijän  $(1 - \frac{t}{100})$  variaatiokerroin on eri pinoissa vaihdellut 1.0 %:sta 4.7 %:iin. Näiden lukujen perusteella saadaan em. kaavaa käyttäen lasketuksi nettopinomitan määrittämisen variaatiokerroin, joka saatiin koko aineistolle 3.9 %:ksi. Jos sitä pidetään nettopinomitan määrittämisen virheenä, voidaan tämä virhe jakaa eri osatoimintojen osalle. Jakautuma on seuraava:



Kuva 4. Nettopinomitan (y) ja kehysmitan (x) hajontojen välinen riippuvuus.  
 Fig. 4. Dependence between the deviations of net pile volume (y) and gross volume (x).

Korkeuden mittaus	34.3 %
Pituuden mittaus	24.5 %
Tyhjän tilan vähennys	41.2 %

KARLSSONIN mukaan nettopinomitan mittauksen virheestä on 43 % peräisin korkeuden mittauksesta, 13 % pituuden mittauksesta ja 44 % tyhjän tilan vähennyksestä.

#### 432. Eri tekijöiden vaikutus

Pinotyypin vaikutus nettopinomitan määrittämistarkkuuteen on esitetty taulukossa 21, josta havaitaan, että myös nettopinomitta on pystytty määrittämään molemmilla pääpuilla varustetuissa pinoissa kaikkein tarkimmin. Yh-

dellä pääpuulla varustettujen pinojen mittauksessa on päästy miltei yhtä tarkkoihin tuloksiin, mutta pääpuuttomissa kasoissa tulos on ollut selvästi heikoin. Variaatiokertoimet ovat em. järjestyksessä 3.3 %, 3.7 %, ja 4.4 %. Hajonnan ja variaatiokertoimet ovat jokaisessa ryhmässä suuremmat kuin bruttopinomitaa määritettäessä, jossa ne olivat vastaavassa järjestyksessä 1.8 %, 2.6 % ja 3.1 %.

Eri puulajeja tarkasteltaessa havaitaan, että suunta on lehtipuuta lukuunottamatta esitetynlainen. Pinotyypin vaikutus on niissä tässä suhteessa kaikkein vähäisin.

Aiemmin esitetyn kaavan perusteella saadaan nettopinomitan variaatiokertoimeksi molemmilla pääpuilla varustetuissa pinoissa 3.48 %, toisella pääpuulla varustetuissa 3.87 % ja pääpuut-

Taulukko 21. Nettopinomitan mittaamistarkkuuden riippuvuus pinotyypistä.

Table 21. Dependence of the measuring accuracy of the net pile volume on the type of pile.

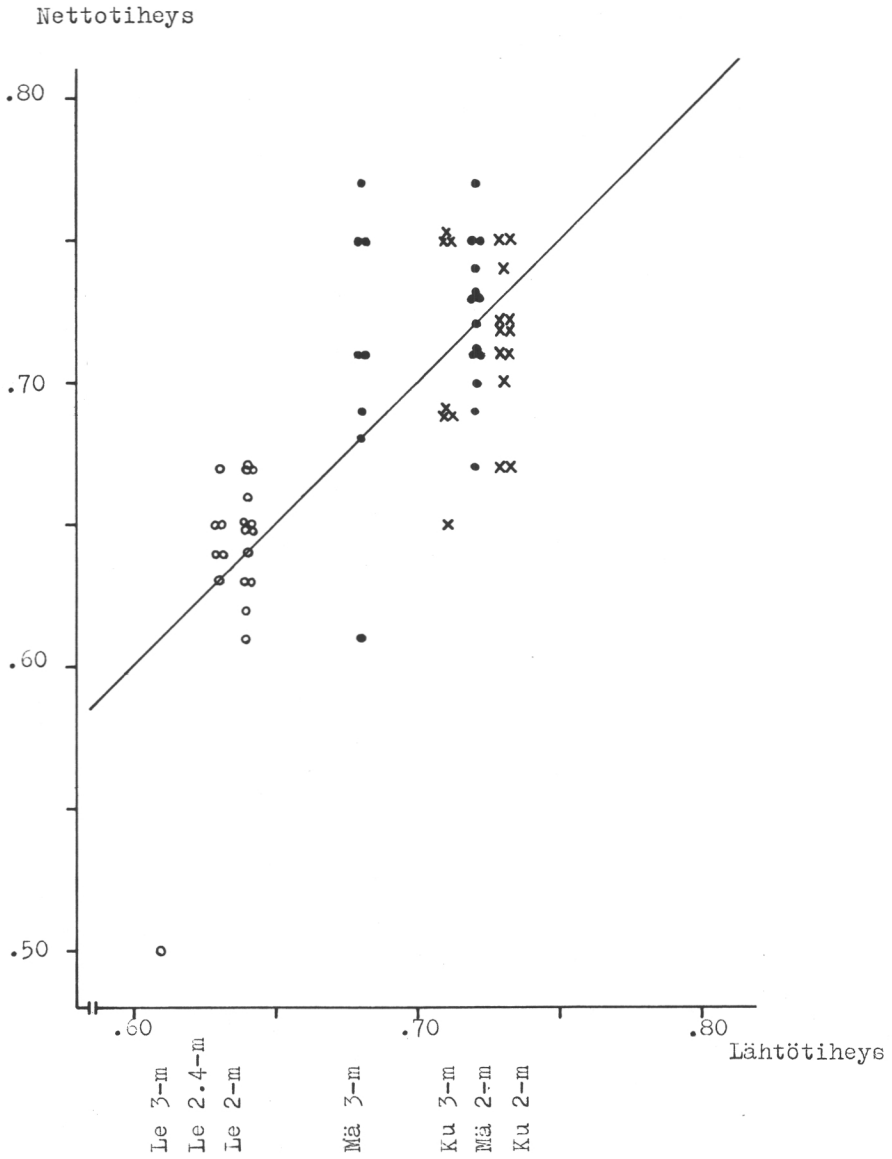
Puulaji Tree species	Pinoja Piles	Mittaajia Measurers	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Variaatiokerroin Coefficient of variation	Vaihteluväli	
						abs Range abs	% %
Molemmat pääpuut – Both end poles							
Kuusi Spruce	2	43	17.69	0.43	2.4	1.5	8.48
Mänty Pine	3	63	16.21	0.44	2.7	1.7	10.49
Lehtipuu Broadleaved	7	148	18.62	0.87	4.7	3.6	19.33
Yhteensä Total	12	254	17.51	0.58	3.3	2.3	13.14
Toinen pääpuu – One end pole							
Kuusi Spruce	5	107	18.63	0.57	3.1	2.6	13.96
Mänty Pine	7	152	17.36	0.68	3.9	2.7	15.55
Lehtipuu Broadleaved	4	84	15.38	0.65	4.2	2.3	14.96
Yhteensä Total	16	343	17.12	0.63	3.7	2.5	14.60
Ilman pääpuita – Without end poles							
Kuusi Spruce	12	246	21.63	0.84	3.9	3.3	15.26
Mänty Pine	12	243	18.98	0.92	4.8	3.0	15.81
Lehtipuu Broadleaved	9	194	15.83	0.71	4.5	2.4	15.16
Yhteensä Total	33	683	18.81	0.82	4.4	2.9	15.42

tomissa 4.22 %. Näin määritetyt epäluotettavuudet tai virheet jakautuvat eri toimintojen osalle seuraavasti:

Pinotyyppi	Korkeuden mittaus	Pituuden mittaus %	Tyhjän tilan vä- hennys
Pääpuut	14.8	6.0	79.2
Yksi pääpuu	39.4	22.8	37.8
Ei pääpuita	37.6	30.9	31.5

Tyhjän tilan vähennyksen merkitys nettopinomitan määrittämisen luotettavuudelle on siis pienin pääpuuttomissa pinoissa. Pääpuullisissa sen osuus on lähes 8/10.

Pinoamistavan vaikutus nettopinomitan määrittämisen luotettavuuteen on vähäinen. Kuitenkin näyttää siltä, että koneellisesti ladotuissa pinoissa mittaustarkkuus olisi heikompi kuin käsin ladotuissa pinoissa. Havupuupinojen



Kuva 5. Lähtötiheyden (x) ja nettopinomittaa (y) käyttäen saadun pinotiheyden välinen riippuvuus.

x = Kuusi, ● = Mänty, o = Lehtipuu.

Fig. 5. Dependence of the initial solid content of a pile (x) on the solid content obtained using the net pile volume (y).

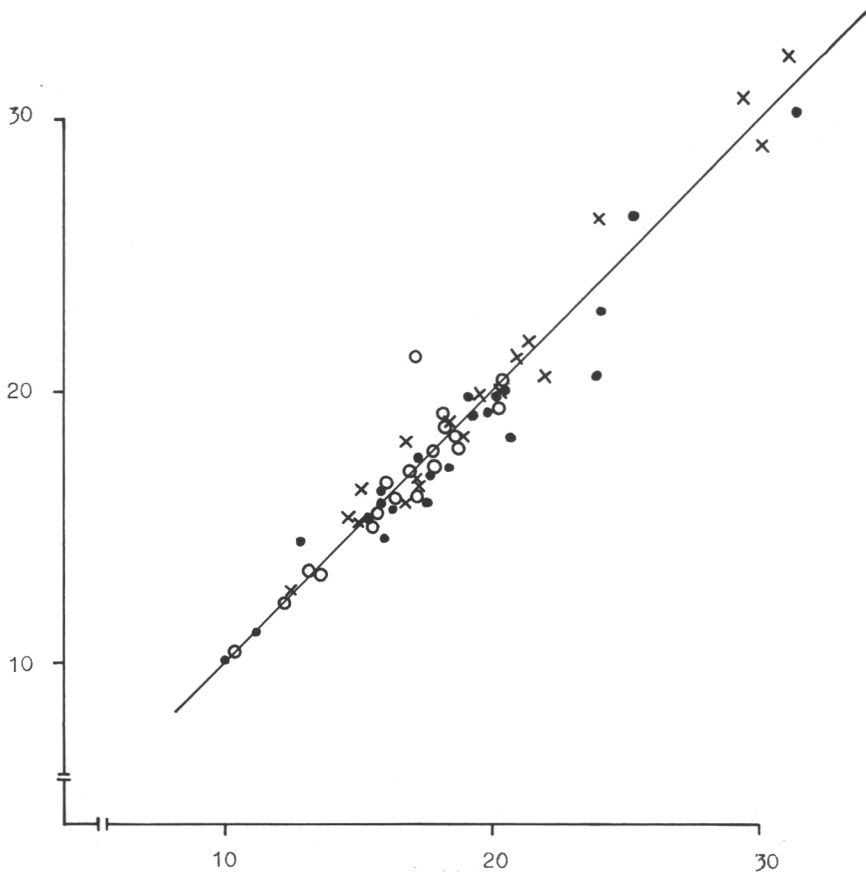
x = Spruce, ● = Pine, o = Broadleaved species.

mittauksessa on käsipinojen nettopinomitan hajonta ja variaatiokerroin huomattavasti pienempi kuin konepinojen mittauksessa. Lehtipuussa erot ovat vähäisemmät.

Koulutusvaiheella ei ole ollut nettopinomitan määrittämistarkkuutta parantavaa vaikutusta.

Seuraavasta asetelmasta nähdään myyjän ja





Kuva 6. Lähtötiheyttä käyttäen saadun pinokuution (x) ja nettopinokuution (y) välinen riippuvuus.  
x = Kuusi, ● = Mänty, o = Lehtipuu.

Fig. 6. Dependence of piled volume obtained from initial solid content (x) on net piled volume (y).  
x = Spruce, ● = Pine, o = Broadleaved species.

ostajan palveluksessa olevien koehenkilöiden mittaustulosten keskiarvot tilastollisine tunnuksineen. Tulokset osoittavat, että myyjän palveluksessa olleet mittamiehet ovat saaneet nettopinomitan hieman suuremmaksi kuin ostajan palveluksessa olleet. Ero on keskimäärin vain  $0.06 \text{ p-m}^3$ , siis vielä pienempi kuin kehysmitassa. Prosentteina keskiarvosta ero onkin merkityksetön, ainoastaan 0.3 %. Todettakoon kuitenkin, että suunta on ollut sama kaikkien puulajien mittauksessa. Selvimpänä se esiintyy lehtipuiden mittauksessa.

Puulaji	Havain- toja kpl	Keski- arvo $\text{p-m}^3$	Hajon- ta $\text{p-m}^3$	Variaatio- kerroin %
Myyjä				
Mänty	219	18.30	0.68	3.71
Kuusi	190	20.42	0.67	3.29
Lehtipuu	205	16.77	0.78	4.65
Yhteensä	614	18.46	0.71	3.85
Ostaja				
Mänty	229	18.21	0.63	3.47
Kuusi	197	20.42	0.73	3.56
Lehtipuu	213	16.67	0.69	4.13
Yhteensä	639	18.39	0.68	3.70

## 433. Saadut pinotiheysluvut

Tyhjän tilan vähennysten avulla lasketuista nettopinomitoista on laskettu kiintomittaustulosten perusteella eri puulajien pinojen keskimääräiset pinotiheysluvut, joita ”toivottuihin” pinotiheyksiin vertaamalla voidaan tehdä päätelmiä nettopinomitan määrittämisen onnistumisesta. Tulokset nähdään kuvasta 5. On kuitenkin korostettava, että kyseessä ovat vain suuntaa-antavat vertailut. Piirros osoittaa, että nettopinomitan mukaan laskettu ns. nettotiheys vaihtelee kussakin tavaralajissa varsin paljon. Osa vaihtelusta johtuu pinokohtaisista tekijöistä, eikä siis osoita niinkään menetelmän heikkoutta. Keskiarvoihin onkin syytä kiinnittää suurin huomio. Ne ovat nettotiheydelle seuraavat:

		Saatu tiheys	Toivottu tiheys
Kuusi	2 m	0.72	(0.73)
	3 m	0.71	(0.71)
Mänty	2 m	0.72	(0.72)
	3 m	0.71	(0.68)
Lehtipuu	2 m	0.65	(0.64)
	2.4 m	0.65	(0.63)
	3 m	—	(0.61)

Suluissa on esitetty ”toivottu” eli lähtötiheys. Luvusta havaitaan, että saavutettu tulos vaihtelee tavaralajeittain ja että tyhjän tilan vähennyksen arviointi on keskimäärin onnistunut verraten hyvin kaikissa muissa puutavaralajeissa paitsi 3 m männyssä ja 2.4 m lehtipuussa.

Sama asia on esitetty lähtötiheyksiä käyttäen saadun pinomitan ja nettopinomitan suhteena kuvassa 6.

## KIRJALLISUUTTA

- ARNKIL, J.E. 1966. Kourakuormaajalla ladotun pinon tiheydestä. Metsähall. tekn. tied. n:o 65.
- ARO, PAAVO. 1958. Pohjois-Suomen 2 m kuusi, ja mäntypaperipuiden pinotiheydestä, kuorimishäviöstä ja kuutiosuhteista. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 50.8.
- ARO, PAAVO ja PENTTI RIKKONEN. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 61.7.
- FINNE, BJÖRN. 1970. Puunkorjuun koneellistumisen vaikutus pinotilavuuden mittaukseen. Uittotoho r.y. tiedotus n:o 244.
- FINNE, BJÖRN. 1967. Koetuloksia tilavuuden mittauksesta pinosta otetun kappalenäytteen perusteella. Uittotoho r.y. tiedotus n:o 225.
- HEISKANEN, VEIJO. 1968. Pinomittauksen ja teknillisen kiintomitan mittauksen tarkkuudesta. Suomen Metsänhoitajaliitto ry. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972 a. Pinomittauksen kehittämistutkimus II. Pinomittauksen tarkkuus ja parantamismahdollisuudet. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto. Metsäntutkimuslaitos, Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972 b. Pinomittauksen kehittämistutkimus III. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinomitan mittaaminen ja tyhjän tilan arviointi. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972 c. Pinomittauksen kehittämistutkimus IV. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheysluvun arviointi. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972 d. Pinomittauksen kehittämistutkimus V. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheystekijäin arviointi. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972 e. Pinomittauksen kehittämistutkimus VI. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Hylkyvähennysten arviointi. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO ja PENTTI KOIVULEHTO. 1964. Tutkimus 2.2 m ja 4.4 m koivupaperipuun pinotiheydestä ja kuorimishukasta VK-16 kuorimakoneella kuorittaessa. Pienpuualan Toimikunnan julkaisu 170.
- HELLMAN, EINO. 1959. Paperipuun keskiläpimitan ja pinotiheyden suhde. Suomen Puutalous 9.
- HEMMI, LAURI. 1965. Paperipuun pinotiheysmittauksia Kemijoella 1965. Uittotoho ry:n tiedotus n:o 214.
- HEMMI, LAURI. 1966. Jatkotutkimus paperipuun pinotiheyksistä Kemijoella 1966. Uittotoho ry:n tiedotus n:o 222.
- HEMMI, LAURI. 1967. Havaintoja Ruotsissa käyttöön otetuista raakapuun mittaussuhteista. Uittotoho ry:n tiedotus n:o 236.
- HEMMI, LAURI. 1970. Kouraladottujen pinomittauksesta Pohjois-Suomessa. Moniste.
- KARLSSON, JERKER. 1970. Mätning av massaved i travat mätt. Preliminär rapport. Virkesmättningsrådet. Moniste.
- KARLSSON, JERKER. 1971 a. Samband mellan relativa fastvolym och några olika egenskaper. Virkesmättningsrådet. Moniste.
- KARLSSON, JERKER. 1971 b. Mätning av massaved i travat mätt. Inst. för Virkeslära. Rapporter Nr R 73.
- LEINONEN, ESKO ja PENTTI RIKKONEN. 1971. Pinomittauksen kehittäminen Ruotsissa käynnissä olevan tutkimuksen perusteella. Pinomittauksen kehittämisryhmä. Moniste.
- MAKKONEN, OLLI. 1959. Pinotiheys mäntypaperipuiden laaturyhmän tunnuksena. Metsätehon tiedotus n:o 155.
- MAKKONEN, OLLI. 1965. Koivupaperipuun pinotiheydestä ja kuutiosuhteista. Metsätehon tiedotus n:o 241.
- MYHRER, K. og K. WIBSTAD. 1965. Målemetoder for bartrekubb. SFFF. Transportutvalget. Oslo.
- MÄHÖNEN, ERKKI. 1964. Pinotiheyden riippuvuus pölkyjen läpimitasta. Folia Forestalia 3.
- NIKKILÄ, HEIKKI. 1972 a. 2—m ja 2.2 m koivupaperipuun pinotiheys Tehdaspuu Oy:n

- hankinta-alueella 1971. Konekirjoite Metsäntutkimuslaitoksessa.
- NIKKILÄ, HEIKKI. 1972 b. Pinomittauksen kehittämistutkimus VIII. Kylkitiheyden ja pinotiheyden välinen riippuvuus. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- NIKKILÄ, HEIKKI. 1972 c. Pinomittauksen kehittämistutkimus IX. Kylkitiheyden pinon sisäinen hajonta. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- NIKKILÄ, HEIKKI ja VEIJO HEISKANEN. 1972. Pinomittauksen kehittämistutkimus I. Kylkitiheydestä ja sen mittaamisesta. Kirjallisuuskatsaus. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- NISULA, PENTTI. 1963. Pinotiheystutkimuksia. Pienpuualan toimikunnan tiedotus n:o 97.
- NYLINDER, PER. 1972. Virkesmätning. Skogshögskolan. Institutionen för Virkeslära. Kompendium nr 5.
- NYLINDER, PER och OLAV PETERSON. 1967. Relativa fastvolymen hos tre-meters massaved av tall, gran och björk. Inst. f. Virkeslära. Rapporter Nr R 59.
- PERTOVAARA, HEIKKI. 1964. Tasapituaisen paperipuun pinotiheys- ja kuutiointimittauksia Pohjois-Suomessa. Uittoteho ry:n tiedotuksia n:o 209.
- Pinotavaran mittauskurssit Lapin metsäkoululla Pahtajalla 8—29.10.-70. Kouraladottujen pinojen mittausharjoitusten tulokset. Moniste.
- RIKKONEN, PENTTI. 1972 a. Pinomittauksen kehittämistutkimus VII. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheystekijäin vaikutus pinotiheyteen. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- RIKKONEN, PENTTI. 1972 b. Pinomittauksen kehittämistutkimus X. Suomalaisen kuitupuun pinotiheys. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- v. SCHOULTZ, H. 1968. Paperipuiden pinotiheys konekuormaajalla tehdyissä autokuormissa. Konekirjoite.
- Uudistuva puutavaran mittaust. Helsinki 1971.





- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.  
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.  
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolokujen vaihtelu.  
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —
- No 165 Metsätilastollinen vuosikirja 1971.  
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.  
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- 1973 No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.  
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.  
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.  
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.  
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoiuvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.  
Skogsforskningsinstitutets 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

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 645 121  
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää