

FOLIA FORESTALIA 170

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1973

VEIJO HEISKANEN

PINOTIHEYSLUVUN JA PINOTIHEYTEKI-
JÄIN ARVIOINTI JA SEN TARKKUUS

EVALUATION OF THE SOLID CONTENT
AND THE SOLID CONTENT FACTORS
AND ITS ACCURACY

- No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittys sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen & 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 Stammzählaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyt 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-putaulukot.
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusi-viljelyistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinvaroihin.
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennotaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.
The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—

Veijo Heiskanen

PINOTIHEYSLUVUN JA PINOTIHEYTEKIJÄIN ARVIOINTI
JA SEN TARKKUUS

ALKUSANAT

Esillä oleva julkaisu kuuluu osana Pinomittauksen kehittämisryhmän tutkimuksiin, ja sen tulokset on jo julkaistu ennakkotiedonannon luonteisesti kahtena monisteenä (HEISKANEN 1972c, 1972d). Näistä monisteista on kerätty tärkeimmät ja arvoltaan pysyvimmät tulokset Folia Forestalian nyt esillä olevaan niteeseen. Aiemmin on Folia-sarjassa julkaistu

yksi Pinomittauksen kehittämisryhmän tutkimus (HEISKANEN 1973).

Tässä yhteydessä esitän parhaat kiitokseni metsäteknologian tutkimusosaston henkilökunnalle, Pinomittauksen kehittämisryhmän jäsenille sekä kaikille muille, jotka ovat tavalla tai toisella avustaneet tutkimuksen suorittamisessa.

Helsingissä, joulukuussa 1972

Veijo Heiskanen

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	5
1. JOHDANTO	8
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO	8
21. Menetelmän pääpiirteet	8
22. Pinotiheysluvun arviointi	9
23. Pinotiheyteen vaikuttavat tekijät	9
24. Kiintomitan mittaus	10
3. PINOTIHEYSLUVUN ARVIOINTI	10
31. Arviointitulosten hajonta	10
311. Yleisiä näkökohtia	10
312. Eri tekijöiden vaikutus tulokseen	11
32. Mittauksen ja arvioinnin vertailu	11
321. Yleisiä näkökohtia	11
322. Eri tekijöiden vaikutus	13
33. Pinotiheysluvun arvioinnin hyödyllisyys	16
4. PINOTIHEYTEKIJÄIN ARVIOINTI	17
41. Keskiläpimitta	17
42. Sekoittuminen ja läpimittojen erotus	18
43. Tyvipölkkyjen osuus	19
44. Mutkaisuus	19
45. Ladonta	20
46. Karsinta	21
47. Vieraat esineet sekä lumi ja jää	22
KIRJALLISUUTTA	25
LIITE	26

ESTIMATION OF THE SOLID CONTENT AND THE SOLID CONTENT FACTORS AND ITS ACCURACY

SUMMARY

This is a study on the accuracy of visual estimation of the solid content of pile and so-called solid content factors and the factors that affect its accuracy. The study was based on test estimations of pulpwood piles performed by 149 test subjects. The results obtained warrant the following conclusions.

The results of the *estimation of the solid content* showed that it was possible to assess it with sufficient reliability for all tree species, although some gross errors were made. The following observations were made concerning deviation and factors influencing it.

– The results of the individual test persons varied more with broadleaved piles than with softwood piles.

– Different pile types did not differ very clearly from one another, but piles without end poles were estimated with smaller deviation than other types of pile. This may have been a coincidence, but can also be interpreted to suggest that the measures had a *preconceived attitude*, thinking that a pile without end poles is more difficult to evaluate than a pile with end poles or one with a single end pole.

– Estimates of the solid contents of *mechanically* stacked piles varied less than those of manually stacked piles.

– The training given did not reduce the deviation of the results.

– No tendency to favour the employer was observed.

Comparison of the measured and estimated solid content revealed an average error of 0.036 units and that the estimated solid content of a pile was 0.016 units smaller than the correct figure. The same trend is seen in all solid content classes. However, only piles with a high solid content were underestimated as far as softwood is concerned, but overestimation of solid content occurred with piles of a lower solid content. Other factors affecting the results were:

– Effect of pile type; the inter-type differences were very small.

– The effect of the stacking method was almost nil. Manually stacked piles may have been estimated a shade more accurately.

– The training given reduced the error of evaluation compared with the correct evaluation.

The calculations made show that it proved possible in the tests to reduce the effect of inter-pile deviation of solid content by approx. 40 per cent from what it would have been had the mean for the total material been used for every pile. It appears from this that in determination of the solid volume by starting from piled volume visual estimation of the solid content is an easy and also fairly accurate method. However, the following points should be remembered in applying it:

– A serviceable supervision and control system must be organised for the method.

The users must be trained in the method by giving them repeated courses for which the instructors are first thoroughly trained.

– It must be remembered in applying the method that there may be a tendency to favour the employer.

Table 10 summarises the *accuracy of the estimation of different solid content factors*. The following may be said on the basis of this and other results:

Of the different factors, the following may be revised by measurements during the evaluation itself.

– Mean diameter can be measured, but a correct result would require a very large "sample" at least for poorly mixed piles. Moreover, evaluation of the mean diameter must be based on the diameters of the bolt ends. However, it has been observed in face density studies that it is possible also by this means to obtain a mean diameter that is practically the same as

that based on the middle diameter (NIKKILÄ 1972).

– It is possible to revise also the difference of the diameters and an exact result may easily be attained also in practical estimation.

– The share of butts can also be revised by the same measurements, but a fully correct result requires relatively careful measurements. The same must be said also of estimates of the share of a strange tree species.

It is in fact to be expected that adequate training will make it possible to achieve very great accuracy in the evaluation and measurement of these factors. Table 10 reveals, however, that no better results were achieved in the evaluation of these factors than in estimating other factors. The deviation of the estimates was relatively the smallest for the difference between diameters, but comparison with the measured results showed very great systematic errors here as well.

The investigation results can be interpreted to indicate that a piled volume measuring system based on solid content factors is not easy to apply in practice because of the difficulty of evaluation. It is clear, however, that the usefulness of the method as a whole depends, too, primarily on how closely the different factors correlate with solid content.

This problem will be discussed in later publications, (cf. RIKKONEN 1972). In spite of this there is reason here to examine the feasibility of using solid content factors. The following points are discussed briefly:

– Evaluation of solid content factors calls for more thorough training than evaluation of the solid content if an adequate level of reliability is to be achieved.

– It has not proved possible in this phase to explore the practical advantages of the method as a measuring procedure. Accuracy is hardly increased compared with the simple estimation of solid content. But the scope for detailed revision and control of the measuring results is better than in evaluation of the solid content. The solid content factor system is suitable also in training.

– Although regression analyses of the influence of different factors have not yet been made, it is known from Swedish studies that the effect of certain factors on solid content is very small and may vary in, e.g., different pile types (e.g. NYLINDER and PETERSON 1968, KARLSSON 1971). The question was discussed preliminary in RIKKONEN's study (1972). It will be reverted to in a study to be published later in the *Folia Forestalia* series.

TIIVISTELMÄ

Esillä olevassa julkaisussa tarkastellaan pinotiheyslulun ja ns. pinotiheystekijäin silmävaraisen arvioinnin tarkkuutta sekä siihen vaikuttavia tekijöitä 149 koehenkilön suorittamien koearviointien perusteella. Tulosten perusteella voidaan tehdä seuraavat päätelmät.

Pinotiheyslulun arviointia koskevat tutkimustulokset osoittavat, että pinotiheysluku on pystytty arvioimaan riittävän hyvällä luotettavuudella kaikissa puolajeissa, joskin myös karkeita virheitä on esiintynyt. Arviointien hajonnasta ja hajontaan vaikuttavista tekijöistä mainittakoon seuraavat.

— Eri koehenkilöiden koetulokset vaihtelevat lehtipuupinojen arvioinnissa enemmän kuin havupuupinojen arvioinnissa.

— Eri pinotyypit eivät eroa kovin selvästi toisistaan, mutta ilman pääpuita olleet pinot on arvioitu hieman tarkemmin kuin muut pinotyypit. Kysymys saattaa olla sattumasta, mutta tulos voidaan tulkita myös siten, että mittaajilla on ollut *ennakkoasenne*, jonka mukaan pääpuuton pino on vaikeampi arvioitava kuin pääpuullinen tai yhdellä pääpuulla varustettu pino.

— Koneellisesti ladottujen pinojen pinotiheysien arvioinnit vaihtelivat vähemmän kuin käsipinojen arvioinnit.

— Annettu koulutus ei vähentänyt tulosten hajontaa.

— Työnantajan etuun tähtäävää tendenssiä ei ole havaittavissa.

Mitatun ja arvioidun pinotiheyslulun vertailu osoittaa, että keskimäärin on tehty 0.036 yksikön virhe ja arvioitu pinotiheys on saatu 0.016 yksikköä oikeaa pienemmäksi. Sama suunta havaitaan kaikissa pinotiheysluokissa. Havu- puissa kuitenkin vain tiheät pinot on aliarvioitu, mutta harvoissa pinoissa esiintyy pinotiheyden yliarviointia. Muista tuloksiin vaikuttavista tekijöistä mainittakoon.

— Pinotyypin vaikutus; erot eri tyyppien välillä ovat erittäin pienet.

— Pinoamistavankin vaikutus on lähes ole- maton. Käsien ladotut pinot ovat ehkä aavistuk- sen verran tarkemmin arvioitu.

— Annettu koulutus on pienentänyt arvioin- nin virhettä oikeaan verrattuna.

Suoritettut laskelmat osoittavat, että kokeissa on pinotiheyden pinojen välisen hajonnan vai- kutusta pystytty vähentämään n. 40 %lla siitä, että olisi jokaiselle pinolle käytetty koko aineis- ton keskiarvoa. Tästä ilmenee, että haluttaessa määrittää kiintomitta pinomitasta lähtemällä, on pinotiheyslulun silmävarainen arviointi help- po ja myös kohtuullisen tarkka menetelmä. Sen käytäntöön soveltamisessa on kuitenkin syytä pitää mielessä seuraavat seikat:

— Menetelmää varten on luotava käyttö- kelpoinen valvonta- ja tarkastusjärjestelmä.

— Menetelmä on koulutettava sen käyttäjillä tarkoituksenmukaisin, toistuvien kurssein, joiden kouluttajat ensin perehdytetään hyvin tehtä- vänsä.

Menetelmää mahdollisesti käytäntöön sovel- lettaessa on pidettävä mielessä, että käytännön mittaustehtävissä saattaa kaikesta huolimatta esiintyä työnantajan etuun tähtäävää pyrki- mystä. LEINONEN ja RIKKONEN (1971) toteavatkin seuraavaa: ”Eräs vaikeus, mikä var- masti tulee esille pinotiheyden arviointimene- telmän soveltamisessa käytäntöön, on se, että meiltä puuttuu puolueettomien mittaajien jär- jestelmä. Olemme siis tässä tapauksessa huo- mattavasti ruotsalaisia vaikeammassa asemassa. Jo esimerkiksi osapuolten kouluttaminen tulee olemaan vaikeaa”.

Eri pinotiheystekijöiden arvioinnin tark- kuutta koskeva yhteenveto on esitetty taulu- kossa 10. Sen ja muiden edellä selostettujen tulosten perusteella voidaan todeta seuraavaa:

Eri tekijöistä on jo arvioinnin yhteydessä mittauksin mahdollisuus tarkistaa seuraavat:

— Keskiläpimita voidaan mitata, mutta oi- keaan tulokseen pääsemiseksi tarvitaan ainakin huonosti sekoittuneissa pinoissa erittäin suuri ”näyte”. Lisäksi on huomattava, että keskiläpi- mita joudutaan arvioimaan pölkyn päiden läpi- mittojen perusteella. Kylkitiheystutkimuksissa on kuitenkin todettu, että myös sillä tavoin saadaan keskiläpimita selville käytännöllisesti katsoen samanlaisena kuin keskusläpimitan pe- rusteella (NIKKILÄ 1972).

Taulukko 10. Pinotiheystekijäin arvioinnin tarkkuus. Yhteenveto.

Table 10. Accuracy of the evaluation of solid content factors. Summary.

Puulaji Tree species	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Var. kerroin Coefficient of variation	Puulaji Tree species	Keskiarvo Mean	Hajonta Deviation	Var. kerroin Coefficient of variation
Keskiläpimitta Mean diameter				Ladonta Stacking			
Kuusi Spruce	2.47	0.59	23.90	Kuusi Spruce	2.66	0.59	23.30
Mänty Pine	2.73	0.66	24.20	Mänty Pine	2.85	0.61	20.40
Lehtipuu Broadleaved	2.70	0.59	21.90	Lehtipuu Broadleaved	3.14	0.62	21.30
Yht. Total	2.63	0.61	23.30	Yht. Total	2.88	0.61	21.70
Sekoittuminen Admixture				Karsinta Declimbing			
Kuusi Spruce	1.59	0.44	27.70	Kuusi Spruce	2.15	0.39	18.10
Mänty Pine	1.72	0.50	29.10	Mänty Pine	2.33	0.36	15.50
Lehtipuu Broadleaved	1.66	0.47	28.30	Lehtipuu Broadleaved	2.18	0.38	17.40
Yht. Total	1.66	0.47	28.40	Yht. Total	2.22	0.38	17.00
Läpimittojen erotus Difference of diameters				Vieraat esineet Foreign bodies			
Kuusi Spruce	2.43	0.47	19.30	Kuusi Spruce	1.26	0.24	19.00
Mänty Pine	2.60	0.47	18.10	Mänty Pine	1.18	0.21	17.80
Lehtipuu Broadleaved	2.54	0.42	16.50	Lehtipuu Broadleaved	1.13	0.15	13.30
Yht. Total	2.52	0.45	18.00	Yht. Total	1.19	0.20	16.70
Tyvien osuus Share of butts				Lumi ja jää Snow and ice			
Kuusi Spruce	2.02	0.48	23.80	Kuusi Spruce	1.54	0.32	20.80
Mänty Pine	1.99	0.47	23.60	Mänty Pine	1.17	0.37	25.20
Lehtipuu Broadleaved	1.94	0.46	23.70	Lehtipuu Broadleaved	1.17	0.35	23.80
Yht. Total	1.98	0.47	23.70	Yht. Total	1.29	0.35	23.30
Mutkaisuus Crookedness							
Kuusi Spruce	1.92	0.52	27.10				
Mänty Pine	2.22	0.55	24.80				
Lehtipuu Broadleaved	3.61	0.67	18.60				
Yht. Total	2.58	0.58	23.50				

– Lämpimöjen erotus on myös tarkistettavissa, ja siinä on helposti käytännön arvioinnissakin mahdollisuus päästä täsmälleen oikeaan tulokseen.

– Tyvien osuus voidaan samoin mittauksin tarkistaa, mutta aivan oikean tuloksen saaminen edellyttää verraten huolellisia mittauksia. Samaa on sanottava myös vieraan puulajin osuuden arvioinnista.

Onkin odotettavissa, että tarkoituksenmukaisella koulutuksella saadaan näiden tekijöiden arviointi- ja mittaustulosten tarkkuus hyvinkin korkeaksi. Taulukon 10 tarkastelu osoittaa kuitenkin, että näiden tekijöiden arvioinnissa ei ole päästy lainkaan sen parempiin tuloksiin kuin muidenkaan tekijöiden arvioinnissa. Lämpimöjen erotusta arvioitaessa arviointitulosten hajonta on ollut suhteellisesti pienin, mutta vertailu mitattuihin tuloksiin osoitti myös sen arvioinnissa erittäin suuria ja systemaattisia virheitä.

Tutkimustulokset voidaan tulkita siten, että pinotiheystekijöihin perustuva pinomitan mittaussjärjestelmä ei ole helposti käytäntöön sovellettavissa arvioinnin vaikeuden takia. On kuitenkin selvää, että koko menetelmän käyttökelpoisuus riippuu lisäksi ennenkaikkea siitä, kuinka selvä korrelaatio vallitsee eri tekijöiden ja pinotiheyden välillä. Tämä ongelma tulee

myöhemmin eri julkaisussa käsiteltäväksi, kuten johdannossa mainittiin. Siitä huolimatta on tässä yhteydessä jo tarkasteltava pinotiheystekijäin arvioinnin käyttömahdollisuuksia. Lyhyesti on syytä tuoda esille seuraavat näkökohdat:

– Pinotiheystekijäin arviointi vaatii perusteellisemman koulutuksen kuin pinotiheysluvun arviointi, koska muutoin tuloksia ei saada riittävän luotettavalle tasolle.

– Tässä vaiheessa ei ole pystytty selvittämään niitä käytännön etuja, joita menetelmän mittaussjärjestelmänä tarjoaa. Tarkkuus tuskin lisääntyy pinotiheysluvun yksinkertaiseen arviointiin nähden. Tosin mahdollisuudet mittaustulosten yksityiskohtaiseen tarkistukseen ja valvontaan paranevat pinotiheysluvun arviointiin verrattuna. Pinotiheystekijämenetelmä on myös käyttökelpoinen koulutuksessa.

– Vaikka regressioanalyysjä eri tekijöiden vaikutuksesta ei ole vielä tehty, tiedetään ruotsalaisten tutkimusten perusteella, että eräiden tekijöiden vaikutus pinotiheyteen on hyvin heikko ja saattaa olla vaihteleva mm. eri pinoityypeissä (esim. NYLINDER ja PETERSON 1968, KARLSSON 1971). Kysymystä on alustavasti käsitelty RIKKOSEN (1972) julkaisussa. Siihen palataan myöhemmin Folia Forestalia-sarjassa julkaistavassa tutkimuksessa.

1. JOHDANTO

Pinomittauksen epätarkkuus mittausmenetelmänä ilmenee ennen kaikkea siinä, että samaakin puutavaralajia sisältävien pinojen pinoitiheys vaihtelee laajoissa rajoissa. Tarkkuuden lisäämiseksi onkin nimenomaan Ruotsissa kehitetty viime vuosina verraten paljon menetelmää, jossa jokaisen pinon tiheysluku eli kiintomittaprosentti arvioidaan silmävaraisesti pinon sekä siinä olevan puutavaran ominaisuuksien perusteella ja saaduilla pinoitiheysluvuilla muunnetaan pinomitta kiintomitaksi. Tulokset ovat olleet niin lupaavia, että v. 1972 on siellä aloitettu mittamiesten järjestelmällinen koulutus tehtävään (esim. NYLINDER 1972, KARLSSON 1971). Tästä syystä otettiin myös Pinomittauksen kehittämissarjassa selvittäväksi pinoitiheysluvun arvioinnin tarkkuuskysymykset. Jos menetelmä osoittautuu onnistuneeksi myös suomalaisissa olosuhteissa, meillä onkin käytettävissä erittäin yksinkertainen ja helppo tapa kiintomitan määrittämiseksi pinoista.

Pinoitiheysluvun arviointimenetelmään liittyy läheisesti myös se pinokohtaisen pinoitiheyden määrittämistapa, jossa määrittäminen perustuu ns. pinoitiheystekijäin arviointiin. Myös tämän tehtävän tarkkuus otettiin Pinomittauksen kehittämissarjassa tutkittavaksi.

Pinoitiheystekijöillä tarkoitetaan niitä pinon ja pinossa olevan puutavaran ominaisuuksia, joiden katsotaan vaikuttavan tai voivan vaikuttaa pinoitiheyteen. Ko. tekijöiden arvioinnissa on kysymys jossakin määrin samasta tehtävästä kuin tyhjän tilan arvioinnissa, mutta näiden tehtävien välillä on myös olemassa periaatteellisia eroja (vrt. HEISKANEN 1972b, 1973). Pinoitiheystekijöiden avulla näet pyritään selvittämään jokaisen pinon todellinen pinoitiheys,

siis kiintomitta pinokohtaisesti, kun taas tyhjän tilan määrittämisen tarkoituksena on selvittää pinokohtaisesti pinoitiheyden poikkeaminen ”normaalista”. Lisäksi menetelmien erona on se, että pinoitiheystekijät arvioidaan tietyn luokituksen perusteella, kun taas tyhjän tilan vähennys tehdään prosentteina pinon kuutiomäärästä. Pinoitiheystekijäin arviointia voidaan myös pitää pinoitiheysluvun arvioinnin apukeinona, jollaisena se on nähty Ruotsissa. Siellä on myös tätä menetelmää alettu järjestelmällisesti kehittää (KARLSSON 1971).

Esillä olevassa julkaisussa tarkastellaan mainittuja menetelmiä niiden käyttötarkkuutta silmälläpitäen. Tarkoituksena on selvittää koearviointien tulosten perusteella menetelmiä käytäntöön sovellettaessa saavutettava tarkkuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Pinoitiheysluvun arvioinnin luotettavuutta tutkitaan arviointien keskiarvon hajonnan ja variaatiokertoimien avulla sekä vertaamalla arviointien tuloksia mittaustuloksiin.

Pinoitiheystekijöistä otetaan käsiteltäväksi seuraavat: keskiläpimitta, läpimittojen erotus, pölkkyjen sekoittuminen, tyvipölkkyjen osuus, lehtipuun osuus, mutkaisuus, ladonta, karsinta, vieraat esineet sekä lumi ja jää. Kutakin varten laadittiin 3–5 luokkainen luokitus. Eri tekijöiden arvioinnin tarkkuutta tarkastellaan osittain vain tulosten hajonnan ja variaatiokertoimen perusteella ja niissä tapauksissa, joissa tulos on mitattavissa, vertaamalla arviointi- ja mittaustuloksia toisiinsa.

Tulokset on jo julkaistu ennakkotiedonannon luonteisina monisteina (HEISKANEN 1972c, 1972d), joiden tulosten perusteella Mittausneuvosto on jo esittänyt käytännön sovelutusehdotuksen.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

21. Menetelmän pääpiirteet

Tutkimus kuuluu osana Pinomittauksen kehittämissarjassa tutkimuksiin, kuten johdan-

nossa mainittiin. Nämä tutkimukset jakautuivat kahteen vaiheeseen. Ensivaiheessa suoritettiin koemittauksia ja koearviointeja seitsemässä kohteessa maan eri puolilla ja toisessa vaiheessa

selvitettiin kuitupuun pinotiheydet maan eri puolilla. Tutkimuksen ensivaiheen kohteet sijaittivat seuraavasti:

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

Jokaisella kohdealueella oli yhdeksän koepinoa, jotka 20–25 koehenkilöiksi valittua puutavaran mittaukseen tottunutta metsäammattimiestä mittasi ja arvioi annettujen ohjeiden mukaisesti. Puolet henkilöistä oli puutavaran ostajien ja puolet puutavaran myyjien palveluksessa. Aineistoksi saatiin 61 pinoa ja koehenkilöitä oli 149.

Koepinoista tehtiin tutkimusta varten seuraavat mittaukset ja arvioinnit: 1. Pinomitta eli kehysmitta puutavaran mittaussäännön mukaisesti 2. Tyhjän tilan vähennys 3. Pinotiheysluku 4. Pinotiheystekijät 5. Hylkyvähennykset.

Esillä olevassa julkaisussa tarkasteltavia tehtäviä 3 ja 4 varten annettiin seuraavat ohjeet. Tutkimuksen yksityiskohtaisen organisaation ja aineiston esittelyn osalta viitataan HEISKASEN (1972a, 1973) julkaisuihin.

22. Pinotiheysluvun arviointi

Pinotiheysluvun arvioinnissa pyritään arvioimaan pinon sisältämän kuorellisen puutavaran prosenttinen osuus pinon pinokuutiomäärästä (kehysmitasta). Arviointia varten annettiin seuraavat ohjeet ja vihjeet:

”Pinotiheysluvun arvioinnissa on syytä ottaa huomioon seuraavat vihjeet:

– Keskimääräinen pinotiheysluku vastaa pinoa, jonka pölkkyjen keskiläpimitta on 13–14 cm. Keskiläpimitan muutos vaikuttaa pinotiheyden 0.5–1.0 %-yksiköllä keskiläpimitan senttimetriä kohden.

– Mutkaisuus voi alentaa pinotiheyttä jopa 4 prosenttiyksikköä.

– Konepinossa pinotiheys on alhaisempi kuin käsin ladotussa pinossa.

– Tynkäkarsinta alentaa pinotiheyttä jopa 5 prosenttiyksikköä.

– Lumi ja jää vähentävät pinotiheyttä 0–7 %, yleisesti 2–3 %.”

Lomakkeessa ilmoitettiin lisäksi: ”Viralliset pinotiheysluvut käsin ladotulle ja pinnanmyötäisesti karsitulle ankarien laatuvaatimusten mukaan tehdylle keskiläpimitaltaan 12–14 cm:n vahvuiselle tavaralle ovat prosentteina raamimitasta seuraavat:

	Kup.	Mäp.	Kop.
2 m	73	72	64
3 m	71	68	61

23. Pinotiheyteen vaikuttavat tekijät

Pinotiheyteen vaikuttavien tekijöiden arvioinnissa yritetään myös selvittää pinotiheyden epänormaalisuutta ja sen määrittämismahdollisuuksia. Ruotsalaisten tutkimusten mukaisesti otettiin arvioitavaksi seuraavien tekijöiden vaikutus tietyn luokituksen perusteella (vrt. NYLINDER ja PETERSON 1967, KARLSSON 1971).

Keskiläpimitta arvioidaan viidessä (1–5) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Hyvin pieni 9 cm 2. Pieni 10–11 cm 3. Normaali 12–13 cm 4. Suuri 14–15 cm 5. Hyvin suuri 16 + cm.

Suurimpien ja pienimpien pölkkyjen läpimittojen erotus arvioidaan kolmessa (1–3) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Erotus \leq 9 cm 2. Erotus 10–16 cm 3. Erotus \geq 17 cm.

Eri kokoisten pölkkyjen sekoittuminen pinossa arvioidaan kolmessa luokassa (1–3) ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Sekoittuminen hyvä 2. Keskinertainen 3. Huono.

Tyvipölkkyjen osuus kiintomitasta arvioidaan kolmessa (1–3) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Tyvipölkkyjä alle 20 % 2. Tyvipölkkyjä 20–39 % 3. Tyvipölkkyjä yli 40 %.

Lehtipuun osuus kiintomitasta arvioidaan havupuupinoissa kolmessa (1–3) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Sivupuulajia alle 20 % 2. Sivupuulajia 20–39 % 3. Sivupuulajia yli 40 %.

Mutkaisuus arvioidaan viidessä (1–5) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Pölkkyt erittäin suoria 2. Pölkkyt suoria 3. Pölkkyt suoruudeltaan keskinkertaisia 4. Pölkkyt mutkaisia 5. Pölkkyt erittäin mutkaisia.

Ladonta arvioidaan viidessä (1–5) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Erittäin hyvä 2. Hyvä 3. Keskinertainen 4. Huono 5. Erittäin huono.

Karsinta arvioidaan neljässä (1–4) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Hyvä 2. Keskinertainen 3. Huono 4. Erittäin huono.

Vieraiden esineiden määrä (hakkuutähteet) arvioidaan kolmessa luokassa (1–3) ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Ei esiinny 2. Esiintyy jonkin verran 3. Esiintyy paljon.

Lumen ja jään määrä arvioidaan myös kolmessa luokassa (1–3) ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Ei esiinny 2. Esiintyy jonkin verran 3. Esiintyy paljon.

24. Kiintomitan mittaus

Kiintomitan mittaus pinotiheyden määrittämiseksi suoritettiin seuraavien ohjeiden mukaisesti mittausryhmien toimesta. Näitä ryhmiä oli jokaisella tutkimusalueella yksi tai kaksi.

– Pölkystä mitataan läpimitta todellisen pituuden puolivälistä kuoren päältä vaakasuorassa suunnassa 1 cm:n alenevaa luokitusta käyttäen. Jos mittauskohdassa on oksapaisuma tai muu paksunnos, mitataan kaksi läpimittaa paksunnoksen molemmilta puolilta sen ulkopuolelta. Näiden läpimittain keskiarvo on pölkyn paksuus.

– Mutkaisuus määritetään kolmessa luokassa. Luokat ovat seuraavat: 1. Suora tai likipitään suora 2. Lievästi lenko tai mutkainen 3. Hyvin lenko tai mutkainen.

Joka 10:s pölkky on koepölkky. Asemaa,

keskusläpimittaa ja mutkaisuutta koskevien tietojen lisäksi koepölkkyistä tehdään seuraavat merkinnät.

– Tyvi- ja latvaläpimitat mitataan samalla tavalla kuin keskusläpimitta. Mittaukset suoritetaan 5 cm:n etäisyydeltä kummastakin päästä. Jos mittauskohdassa on oksapaisuma tai muu paksunnos siirretään mittauskohtaa latvassa tyveenpäin ja tyvessä latvaanpäin siihen, missä paksunnoksen vaikutus loppuu.

– Mutkaisuus merkitään myös mutkaisuuden mittana alenevaa sentin luokitusta käyttäen.

– Karsinnan laatu arvostellaan kolmessa luokassa: 1. Ei oksantynkiä 2. Joitakin lyhyitä oksantynkiä (< 1 cm), 3. Paljon lyhyitä tai pitkäköjiä tynkiä.

– Pölkyn pituus mitataan pölkyn päältä sahauspintojen välisenä etäisyytenä 1 cm:n alenevalla luokituksella.

Pölkkytäteiset kuutiointit tehtiin siis keskusläpimittaan perustuvina. Kun keskusläpimittaan mukainen ns. keskuskiintomitta on tunnetusti tarkkaa todellista kiintomittaa systemaattisesti pienempi (esim. ARO ja RIKKONEN 1966), otettiin joka kymmenes pölkky koeyksiköksi. Niiden avulla selvitettiin tarkan todellisen kiintomitan ja keskuskiintomitan välinen suhde. Saatujen kertoimien avulla korjattiin saadut keskuskiintomitat erikseen jokaisessa pinossa. Pinokohtaiset korjauskertoimet on esitetty liitteessä 1.

Jo tässä yhteydessä on syytä ilmoittaa, että tutkimuksen 2. vaiheessa tehtävät pinotiheyslaskelmat perustuvat kiintomitan osalta edellä esitettyyn menetelmään, mutta pinomittana käytetään kunkin ryhmänjohtajan määrittämää ns. ruotsalaista pinomittaa (RIKKONEN 1972).

3. PINOTIHEYSLUVUN ARVIOINTI

31. Arviointitulosten hajonta

311. Yleisiä näkökohtia

Pinotiheysluvun arvioinnin pinoittaiset keskiarvot, hajonnat ja variaatiokertoimet nähdään seuraavasta asetelmasta.

Puulaji	Pinoja	Arviointeja	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Mänty	22	458	0.65	0.03	4.20
Kuusi	19	396	0.67	0.03	4.22
Koivu	20	426	0.55	0.04	6.60

Aineiston tarkempi analyysi osoitti, että pinon tiheyden hajonnat vaihtelevat yleensä välillä 0.013–0.037. Kolmessa poikkeustapauksessa arviointien hajonta on ollut hyvin suuri, luokkaa 0.13–0.15 yksikköä. Kuitenkaan ei ole saatu selville näiden poikkeusten aiheuttajaa. Variaatiokertoimet puolestaan vaihtelevat yleensä 1.4 %:sta 7.1 %:iin. Em. poikkeustapauksissa kertoimen arvo on peräti yli 20 % keskiarvosta.

Eri puulajien pinojen pinotiheysluvun arvioinnin asetelmassa esitetyt tulokset osoittavat, että havupuupinojen pinotiheys on pystytty arvioimaan jonkin verran tarkemmin kuin lehti-puupinojen pinotiheys. Vastaavanlaisen eron puulajien välillä on havainnut KARLSSON (1971) Ruotsissa tekemissään tutkimuksissa.

Kun arviointien tarkkuus vaihtelee kuitenkin pinojen välillä hyvin paljon, on syytä tarkastella tulosten tarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä yksityiskohtaisesti. Puulajin, pinotyypin, pinoamistavan, koulutusvaiheen ja työnantajan voidaan olettaa vaikuttavan saavutettavaan luotettavuuteen myös tässä arvioinnissa. Lisäksi on syytä tarkastella todellisen pinotiheysluvun suuruuden merkitystä mittausten luotettavuudelle.

312. Eri tekijöiden vaikutus tulokseen

Pinotyypin voidaan odottaa vaikuttavan myös pinotiheysluvun arviointiin, sillä on luultavaa, että hyvin rajatussa pääpuullisessa pinossa olisi helpompi käsittää pinon tiheys kuin epämääräisessä kasassa. Näin ei kuitenkaan ole tutkimustulosten mukaan, sillä kaikissa puulajeissa on arviointien pinon sisäinen hajonta pienin pääpuuttomissa pinoissa. Keskimääräiset tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta.

Pinotyyppi	Keskiarvo	Hajonta	Var.kerroin
Molemmat pääpuut	0.62	0.03	4.8
Toinen pääpuu	0.62	0.04	6.5
Ilman pääpuita	0.63	0.02	3.2

Pinoamistavan osalta on havaittavissa, että koneellisesti ladottujen pinojen pinotiheysluvun arviointien pinon sisäinen hajonta on yleensä pienempi kuin käsin ladotuissa pinoissa. Poikkeuksena on kuusi, jossa pinoamistavan vaikutus on päinvastainen, vaikka siinä eri tapojen välinen ero onkin vähäinen. Kaikkia puulajeja keskimäärin koskevat tulokset ovat seuraavat.

Pinoamistapa	Keskiarvo	Hajonta	Var.kerroin
Käsi-pinot	0.63	0.05	7.9
Konepinot	0.62	0.03	4.8

Annetulla koulutuksella ei ole tulosten hajontaa saatu lainkaan pieneneväksi. Lyhyt koulutus ei siis ollut riittävä yhtäläistämään arvioimien näkemyksiä. Mainittakoon kuitenkin, että Ruotsissa tehdyissä kokeissa on todettu koulutuksella olleen hyvin selvä pinotiheysluvun arvioinnin tarkkuutta parantava vaikutus (KARLSSON 1971).

Työnantajan vaikutusta ei ole havaittavissa tuloksista, kuten seuraavasta asetelmasta ilmenee:

Puulaji	Havain-toja	Keski-arvo	Hajonta	Variaatio-kerroin
Myyjän edustajat				
Mä	219	.649	.023	3.55
Ku	190	.668	.020	3.00
Le	205	.553	.027	4.89
Yhteensä	614	.623	.023	3.76
Ostajan edustajat				
Mä	229	.650	.023	3.55
Ku	197	.666	.020	2.95
Le	213	.553	.023	4.20
Yhteensä	639	.624	.022	3.54

32. Mittauksen ja arvioinnin vertailu

321. Yleisiä näkökohtia

Taulukossa 1 on esitetty mitatut ja arvioidut pinotiheysluvut puulajeittain toisiinsa verrattuna. Siinä on otettu mitatuksi eli oikeaksi pinotiheysluvuksi koehenkilöiden pinomittausten keskiarvo, joka perustuu siis 17–22 henkilön mittauksiin, ja pölkkyttäiseen mittaukseen perustuvan kiintomitan suhde. Taulukkoon on myös merkitty arvioidun pinotiheyden ero mitatusta sekä merkillä varustettuna että ilman merkkiä. Edellisestä käytetään nimitystä *erotus* ja jälkimmäisestä *virhe*.

Taulukon perusteella voidaan todeta, että arvioitu pinotiheysluku on kaikissa puulajeissa keskimäärin jonkin verran pienempi kuin mitattu, mutta myös päinvastaista suuntausta esiintyy joidenkin pinojen kohdalla. Erotus on suurimmillaan jopa 0.1 yksikköä, mutta keskiarvot

Taulukko 1. Mitatut ja arvioidut pinotihetysluvut toisiinsa verrattuina.
 Table 1. Comparison of measured and estimated solid content.

	Puulaji – Tree species		
	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Lehtipuu Broadleaved
Pinoja – Piles	19	22	20
Havaintoja – Observations	396	458	426
Mitattu pinotihetyys, keskiarvo – Measured solid content of a pile, mean	0.671	0.669	0.565
hajonta – deviation	0.018	0.018	0.015
Arvioitu pinotihetyys, keskiarvo – Estimated solid content of a pile, mean	0.667	0.649	0.552
hajonta – deviation	0.020	0.024	0.026
Keskimääräinen ero – Average difference	–0.004	–0.018	–0.012
Keskimääräinen virhe – Average error	0.027	0.035	0.034

jäävät huomattavasti pienemmiksi. Myös koko aineiston keskiarvoiset pinotihetydet osoittavat sen.

Mitattu pinotihetyys	0.636
Arvioitu pinotihetyys	0.620
Erotus	–0.016
Virhe	0.036

Keskimäärin on siis tehty 0.036 yksikön virhe arvioimissa ja kun merkki otetaan huomioon on pinotihetyys arvioitu keskimäärin 0.016 yksikköä ”oikeaa” pienemmäksi. Virhejakautuman yksityiskohtainen tarkastelu osoitti, että alle 0.010 yksikköä oli virhe 20 %:ssa tapauksesta, alle 0.020 yksikköä 37 %:ssa, alle 0.030 yksikköä 51 %:ssa ja alle 0.040 yksikköä 66 %:ssa tapauksista.

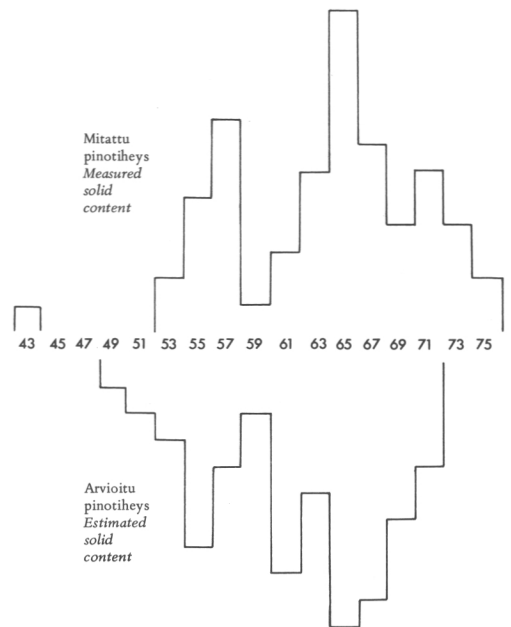
Mitatun ja arvioidun pinotihetyden vertailua on havainnollistettu piirroksissa 1 ja 2. Edellisestä nähdään selvästi arvioinnin lievä aliarvioiva tulos. Jälkimmäinen piirroksista taas ilmentää sen, että aliarviointia tapahtuu melkein kaikissa pinotihetyysluokissa mutta, että voimakkainta aliarviointia on tiheiden pinojen kohdalla. Hyvin harvoissa pinoissa saattaa tapahtua jopa pinotihetyden yliarviointia.

Samaa seikkaa kuvaa seuraava asetelma.

Pinotihetyysluokka	Mitattu keskiarvo	Arvioitu keskiarvo	Erotus	Virhe
<0.62	0.559	0.551	–0.008	0.037
0.63–0.68	0.654	0.645	–0.009	0.030
<0.69	0.722	0.676	–0.045	0.050

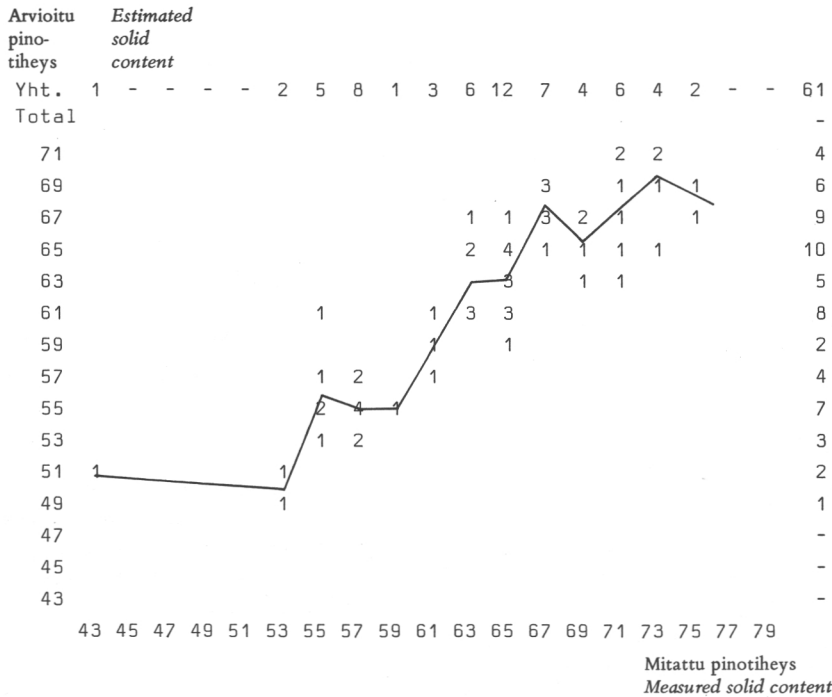
KARLSSON (1971) on saanut tulokseksi vähäisen yliarvioinnin, siis päinvastoin kuin esillä olevassa tutkimuksessa.

Kun verrataan mitatun pinotihetyden ja arvioidun pinotihetyden eroja, on vielä kiinnitett-



Piirros 1. Koepinojen jakautuminen mitatun ja arvioidun pinotihetyden mukaan.

Fig. 1. Distribution of test piles by measured and estimated solid content.



Piirros 2. Arvioidun ja mitatun pino-tiheyden välinen riippuvuus.
Fig. 2. Correlation between estimated and measured solid content.

tävä huomiota nimenomaan pinon sisäisten hajontojen suuruuteen. Yleensä voidaan siitä todeta, että hajonnat ovat niin suuria, ettei eroja voida pitää tilastollisesti merkitsevinä. Erityisesti on tässä yhteydessä syytä kiinnittää huomiota mitatun pino-tiheyden hajonnan suuruuteen. Se on 2–3 %:n luokkaa, mikä ilmeni jo pinomitan mittauksen tarkkuutta tutkittaessa.

Pino-tiheysluvun arvioinnin ja mittauksen eroon vaikuttavia tekijöitä on useita, joista muutamia otetaan seuraavassa tarkasteltavaksi.

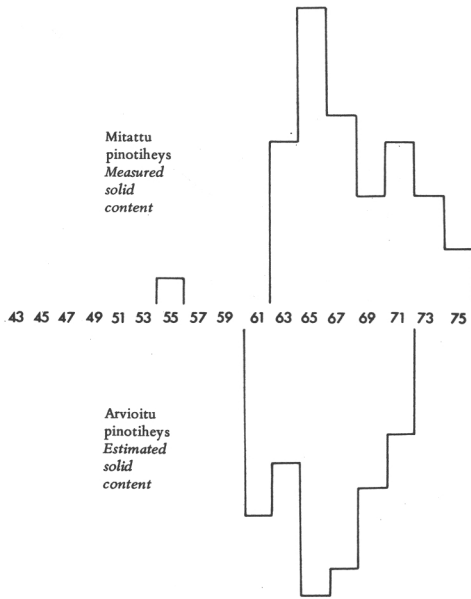
322. Eri tekijöiden vaikutus

Pinotyyppin vaikutus mitatun ja arvioidun pino-tiheyden erotukseen ja arviointivirheeseen on erittäin vähäinen.

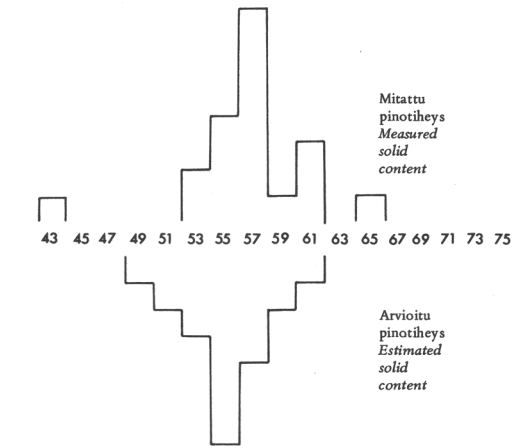
Pinoamistavan vaikutusta tarkasteltaessa havaittiin, että *käsin ladottujen* pinojen mittauksen ja arvioinnin keskiarvojen välillä on hyvin pieni ero; vain 0.02 yksikköä. Virheen keskiarvo on kaikilla puulajeilla sama, nimittäin 0.03.

Koneella ladottujen pinojen pino-tiheyslukujen keskiarvot ovat lähes samat, nimittäin mitatuissa 0.63 ja arvioiduissa 0.62. Virheen suuruus oli lähes sama kummankin pinoamistavan pinoissa.

Koulutusvaiheen vaikutusta tarkasteltaessa havaittiin, että annettu lisäkoulutus on jossain määrin suurentanut mitatun ja arvioidun pino-tiheyden erotusta, mutta samalla keskimääräinen virhe on selvästi pienentynyt. A-pinojen arvioidun pino-tiheysluvun virhe on 0.036 yksikköä eli 5.7 % keskiarvosta. B- ja C- pinoissa se on vastaavasti 0.031 yksikköä ja 4.8 % keskiarvosta. KARLSSON (1971) totesi koulutuksen suuresti parantaneen arviointitulosta, kuten edellä mainittiin. Hänen mukaansa vaara karkeiden virheiden esiintymiseen on kokeneilla mittamiehillä huomattavasti vähäisempi kuin kokemattomilla. Hän tutki myös erityisesti viiden henkilön tulosten paranemista arviointien aikana suunnilleen samalla tavoin kuin esillä olevassa tutkimuksessa tehtiin. Koe osoitti, että täsmälleen oikeita määrittämiä esiintyi kokeen alkupuolisella 25 % ja vastaava osuus oli jälkipuolisella 70 %. Myös NYLINDER (1972) korostaa kou-



Piirros 3. Koepinojen jakautuminen mitatun ja arvioidun pinotiheyden mukaan havupuilla.
Fig. 3. Distribution of test piles between measured and estimated solid content for softwoods.



Piirros 4. Koepinojen jakautuminen mitatun ja arvioidun pinotiheyden mukaan lehtipuilla.
Fig. 4. Distribution of test piles between measured and estimated solid content for broadleaved species.

lutuksen positiivista merkitystä pinotiheysluvun arvioinnissa.

Eri puulajien pinotiheysten arviointien tulokset mittaustuloksiin verrattuna esitettiin edellä taulukossa 1. Tuloksista havaitaan, että jokai-

sen puulajin pinotiheysluku on arvioitu jonkin verran oikeaa alhaisemmaksi. Ero on keskimäärin suurin havupuissa, joiden mitattu pinotiheys on myös suurin. Toisaalta on kuitenkin keskimäärin harvoissa lehtipuupinoissa tapahtunut pinotiheysluvun aliarviointia. Tätä on havainnollistettu piirrosten 3 ja 4 jakautumakuvioiden.

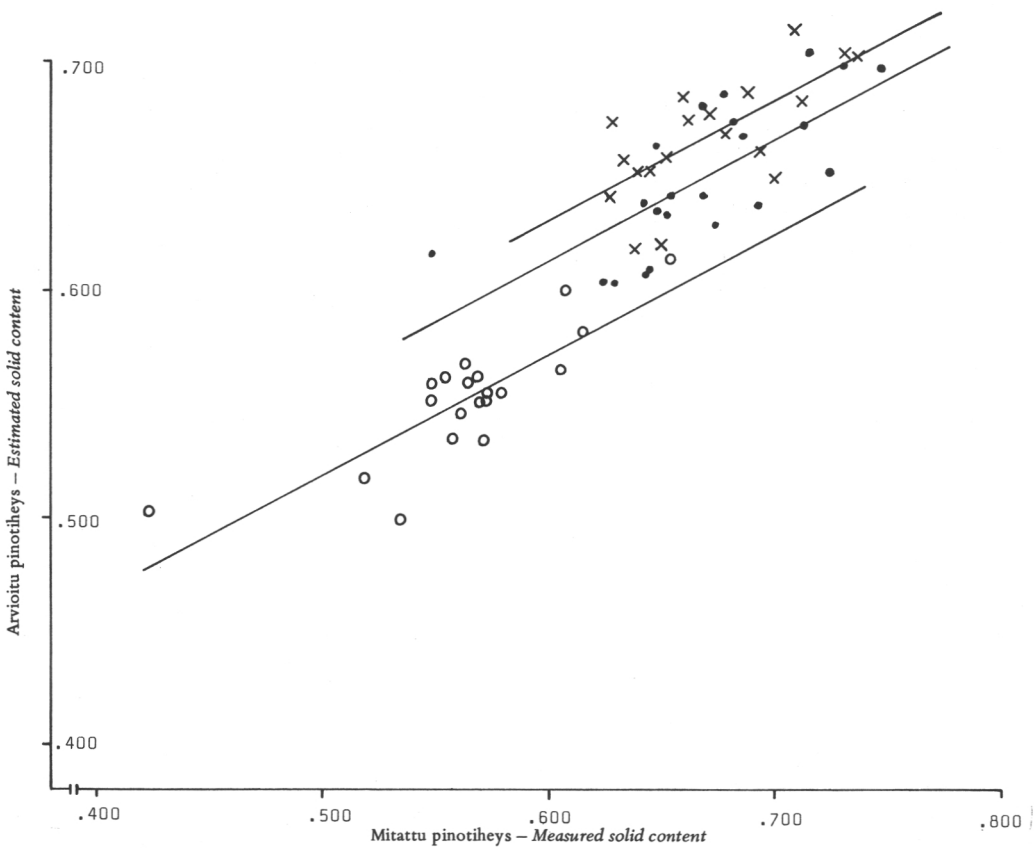
Onkin ilmeistä, että koehenkilöt ovat pitäneet havupuu- ja lehtipuupinoja erillisinä perusjoukkoina, joissa kummassakin tiheät pinot on

Arvioitu pinotiheysluku Estimated solid content	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	69	71	73	75				
Yht. total	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	6	11	7	4	6	4	2	41			
75																		-			
73																		-			
71															2	2		4			
69														3	1	1	1	6			
67													1	1	3	2	1	1	9		
65															2	4	1	1	1	1	10
63																3	1	1			5
61										1											7
59																					-
57																					-

Piirros 5. Arvioidun pinotiheyden ja mitatun pinotiheyden välinen riippuvuus havupuilla.
Fig. 5. Correlation between estimated solid content and measured solid content for conifers.

Arvioitu pinotiheysluku Estimated solid content																				
Yht.	1	-	-	-	-	2	4	8	1	3	-	1	-	20						
Total	61									1				1						
	59									1		1		2						
	57						1	2		1				4						
	55						2	4	1					7						
	53						1	2						3						
	51	1												2						
	49						1							1						
	47													-						
	45													-						
	43													-						
							43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67	
																				Mitattu pinotiheys Measured solid content

Piirros 6. Arvioidun pinotiheysluvun ja mitatun pinotiheyden välinen riippuvuus lehtipuilla.
 Fig. 6. Correlation between estimated solid content and measured solid content for broad-leaved species.



Piirros 7. Mitatun ja arvioidun pinotiheyden välinen riippuvuus. x=Kuusi, ●=Mänty, o=Lehtipuu.
 Fig. 7. Correlation between measured and estimated solid content. x=Spruce, ●=Pine, o=Broadleaved.

aliarvioitu ja harvat yliarvioitu. Tämä havaitaan piirroksista 5 ja 6. Etenkin havu-
puissa on tällainen suuntaus yleistä. Lehtipuu-
pinoissa sitä vastoin on esiintynyt jatkuvaa ali-
arviointia muutamaa harvaa poikkeusta lukuun-
ottamatta.

Korrelaatiokerroin mitatun ja arvioidun pino-
tiheysluvun välillä on korkea, 0.943 ja jäännös-
hajonta $Sy.x = 0.019$. Regressiosuorien yhtälöt
ovat seuraavat (piirros 7).

$$\text{Kuusi} \quad y = 0.3125 + 0.5284x$$

$$\text{Mänty} \quad y = 0.2960 + 0.5284x$$

$$\text{Lehtipuu} \quad y = 0.2543 + 0.5284x$$

Niissä

y = arvioitu pinoitiheys

x = mitattu pinoitiheys.

KARLSSONIN tulokset puulajinkin vaiku-
tuksesta eroavat nyt saaduista tuloksista. Havu-
puiden pinoitiheys arvioitiin hänen kokeissaan
keskimäärin oikein ja lehtipuiden pinoitiheys
kauttaaltaan liian korkeaksi. Syytä tällaiseen
eroon eri tutkimusten välillä ei ole voitu sel-
vittää.

33. Pinoitiheysluvun arvioinnin hyödyllisyys

Pinoitiheysluvun arvioinnin käyttökelpoisuus
käytännön toimenpiteenä edellyttää tietoa sen
kiintomittauksen tarkkuutta lisäävästä vaiku-
tuksesta. Toisin sanoen, on syytä tarkastella

sitä, onko pinoitiheysluvun arvioinnin avulla
onnistuttu vähentämään pinoitiheyden pinojen
välisen hajonnan vaikutusta kiintomittaksi muun-
tamiseen. Laskelmien tulokset on esitetty koh-
teittain eriteltyinä taulukossa 2.

Taulukosta 2 nähdään ensinnäkin mitattu
pinoitiheys, joka on pinojen mitattujen pino-
tiheyksien keskiarvo. Toisena esitetään mitattu
hajonta. Se kuvaa myös sen virheen, joka syntyy
käyttämällä ko. pinoille koko aineiston keski-
määräistä pinoitiheyttä. Seuraavissa sarakkeissa
on esitetty pinoitiheyksien arviointien keskiarvo
ja sen hajonta. Seuraavien sarakkeiden ero ja
virhe on selostettu jo aiemmin. Erittäin tärkeä
tunnus on arviointien hajonta mitatusta, joka
antaa kuvan siitä, kuinka paljon yllä mainittua
virhettä voidaan pienentää arvioimalla silmä-
varaisesti kunkin pinon pinoitiheysluku erikseen.

Taulukosta 2 ilmenee, että arviointien ha-
jonta on mitatusta keskimäärin hieman yli 60 %.
Pinoitiheyden hajonnan vaikutusta on siis pys-
tytty vähentämään keskimäärin 40 %:lla. Eri
kohteissa arvot vaihtelevat 48.6 %:sta 89.2 %:iin,
mikä viittaa myös siihen, että osittain saatu
tulos riippuu pinojen ominaisuuksista sekä mah-
dollisesti koulutuksesta. On lisäksi korostettava,
että aineisto on verraten pieni. Voidaan kuit-
tenkin jo tässä yhteydessä todeta, että pino-
tiheysluvun arvioinnin hyödyllisyys riippuu mel-
ko paljon arvioitavien pinojen tiheyksien väli-
sestä hajonnasta. Tämä ilmenee piirroksista 8.
Lieneekin mahdollista laskea estimaatteja mm.
eri puulajien pinojen väliselle hajonnalle, joiden

Taulukko 2. Arvioidun ja mitatun pinoitiheysluvun hajonnat mitatusta laskettuna.

Table 2. Deviations of estimated and measured solid content calculated from the measured figure.

Alue ja kohde <i>Region and site</i>	Mitattu <i>Measured</i>		Arvioitu <i>Estimated</i>		Pinoitiheys <i>Solid content</i>		Arviointien haj. mitatusta <i>Deviation of estimates from the measured value</i>	
	k-a <i>mean</i>	haj. dev.	k-a <i>mean</i>	haj. dev.	Ero Diff. k-a <i>mean</i>	Virhe Error k-a <i>mean</i>	abs. <i>absolute</i>	% <i>%</i>
					Yhteensä <i>Total</i>			
11	.619	.050	.616	.058	-.003	.022	.030	60.1
12	.624	.047	.619	.059	-.005	.022	.029	61.5
21	.656	.038	.652	.053	-.004	.024	.030	79.2
31	.612	.051	.607	.055	-.005	.038	.046	89.2
32	.664	.067	.624	.057	-.040	.048	.059	88.7
41	.667	.067	.645	.059	-.022	.030	.036	54.0
51	.615	.093	.599	.073	-.015	.036	.045	48.6
Yht.	.636	.066	.622	.062	-.014	.032	.041	61.6

estimaattien arvoista saadaan tietoja arvioinnin hyödyllisyydestä esillä olevien kokeiden mukaisen koulutustason vallitessa. Koulutustason paraneminen ilmeisesti parantaa tuloksia, niinkuin ruotsalaiset tutkimustulokset ovat osoittaneet.

Mainittakoon, että KARLSSONIN (1971)

järjestämissä kokeissa pinotiheyden hajonnan vaikutusta pystyttiin pienentämään havupuissa n. 30 %:lla ja lehtipuissa 30–50 %:lla. Myös esillä olevassa tutkimuksessa saatiin paras tulos lehtipuupinojen arvioinnissa.

4. PINOTIHEYSTEKIJÄIN ARVIOINTI

41. Keskiläpimita

Pinossa olevien pölkkyjen keskiläpimita arvioitiin viidessä mitattavien tunnuksin määritellyssä luokassa. Arvioinnin onnistumista voidaan näin ollen tutkia arviointitulosten hajonnan lisäksi myös vertaamalla näitä tuloksia mittaus-tuloksiin, jotka saadaan kiintomittaustuloksista.

Arviointitulosten pinoittaiset keskiarvot, hajonnat ja variaatiokerroimet osoittavat, että hajonta vaihtelee melko laajoissa rajoissa ja on useimmiten 0.5:n ja 0.8:n yksikön välillä. Pienin hajonnan arvo on 0.22 yksikköä ja suurin 0.96 yksikköä. Variaatiokerroimien raja-arvot ovat vastaavasti 11.3 % ja 48.0 %. Seuraavassa asetelmassa on esitetty puulajeittaiset keskiarvot.

	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	2.47	0.59	23.9
Mänty	2.73	0.66	24.2
Lehtipuu	2.70	0.59	21.9
Yhteensä	2.63	0.61	23.2

Asetelman luvut osoittavat, että kaikissa puulajeissa keskiläpimitan arviointi on onnistunut suunnilleen yhtä heikolla luotettavuudella.

Muutkaan pinokohtaiset tekijät eivät aineiston analysoinnin mukaan vaikuttaneet arviointien tulokseen. Koulutusvaiheen ja työnantajan vaikutukset olivat myös verraten epäselvät.

Mitatun ja arvioidun keskiläpimitaluokan vertailun tulokset on esitetty seuraavassa asetelmassa puulajeittain eriteltynä. Siitä nähdään mitattu keskiarvo, arvioitu keskiarvo, erotus mitatusta sekä virhe mitatusta.

Puulaji	Mitattu luokka, keski-arvo	Arvioitu luokka, keski-arvo	Erotus hajonta	Virhe
Kuusi	2.40	2.47	0.59	0.10
Mänty	2.50	2.73	0.66	0.23
Lehtipuu	2.40	2.70	0.59	0.35

Pinokohtainen tarkastelu osoitti, että kaikissa pinoissa on tapahtunut arviointivirheitä, vaikka joissakin tapauksissa keskiarvo olikin sama kuin mitattu tulos. Eroja sekä ylöspäin että alaspäin esiintyy, mutta keskimäärin on vallalla lievä yliarviointi. Keskiläpimita on arvioitu 0.229 yksikköä mitattua suuremmaksi.

Taulukko 3. Arvioidut keskiläpimitaluokkien jakautumat mitattujen luokkien mukaan.

Table 3. Estimated distribution of the mean diameter classes on the basis of the measured classes.

Mitattu arvo Measured value	Pinoja kpl Piles units	Arvioidut keskiläpimitaluokat Estimated mean diameter classes					Yhteensä Total
		1	2	3	4	5	
				Arviointeja, kpl No. of estimates			
1	8	34	113	25	2		174
2	23	30	278	158	13	3	482
3	27	6	146	286	107	16	561
4	3	1	2	22	28	10	63
5	0						0
Yht. Total	61	71	539	491	150	29	1280

Keskimääräinen virhe on 0.570 yksikköä eikä vaihtelee sanottavasti eri puulajeilla.

Eri mitattuihin luokkiin kuuluvien pinojen jakautuminen arvioituihin keskiläpimittaluokkiin nähdään taulukosta 3. Siitä havaitaan, että luokkaa 1 lukuunottamatta on oikean luokan osuus arvioinneista suurin. Kaikkiaan on oikeiden arviointien osuus 47.8 %. Yhden luokan virheitä on lähes yhtä paljon 46.1 %, kahden luokan virheitä 5.5 %, sekä kolmen luokan virheitä ainoastaan 0.6 %.

Edellä jo todettiin, että kaikkien puulajien keskiläpimittaa osoittava luokka oli arvioitu likimain yhtä tarkasti. Muiden tekijöiden vaikutuksen tarkastelu osoitti, ettei niillä ollut lainkaan merkitystä tulosten tarkkuuteen.

42. Sekoittuminen ja läpimittojen erotus

Suoritetut tutkimukset ovat osoittaneet, että keskiläpimittaa ei ole ainoa yksinään pinossa olevien pölkkyjen järeyteen liittyvä, pinotiheyteen vaikuttava tekijä. Sen vaikutus saattaa näet riippua myös eri kokoisten pölkkyjen sekoittumisesta sekä läpimittojen hajonnan suuruudesta. Myös nämä molemmat tekijät, sekoittuminen ja läpimittojen erotus, arvioitiin ja kun ne liittyvät niin läheisesti yhteen, tehdään käsittely saman otsikon alla.

Sekoittuminen arvioitiin, kuten mainittiin, kolmessa subjektiivisessa luokassa. Niiden kohdalla ei siis voida määrittää oikeaa, todellista luokkaa. Sekoittumisen arvioinnin luotettavuuden tutkiminen pitääkin perustaa yksinomaan keskiarvojen ja niiden hajontojen tutkimiseen.

Pinokohtaisesta tarkastelusta ilmeni, että vain kahdessa pinossa olivat kaikki koehenkilöt luokitaneet sekoittumisen samalla tavoin. Yleensä hajonta vaihtelee 0.50:n kahden puolen. Pienin hajonta on 0.21 ja suurin 0.69. Variaatiokertoimen arvo taas vaihtelee välillä 12.2 % ja 38.6 %. Puulajeittaiset keskiarvot ovat seuraavat:

	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	1.59	0.44	27.7
Mänty	1.72	0.50	29.1
Lehtipuu	1.66	0.47	28.3
Yhteensä	1.66	0.47	28.3

Eri puulajit eivät siis eroa arvioimisen luotettavuuden kannalta toisistaan. Pinotyypeistä molemmilla pääpuilla varustettujen pinojen

pölkkyjen sekoittumisen arviointitulosten hajonta on ollut pienempi kuin muiden pinotyypin arvioinnissa.

Läpimittojen erotus arvioitiin myös kolmessa luokassa. Se on sellainen tunnus, joka voidaan mitata, joten siinä voidaan myös vertailla arviointituloksia mitattuihin tuloksiin. Mittaus-tulokset osoittivat kuitenkin, että kaikki koepinot kuuluivat luokkaan 3. Se viittaa siihen, että luokitus olisi heikosti laadittu, mikä on otettava huomioon menetelmää mahdollisesti käytäntöön sovellettaessa.

Arviointitulosten keskiarvojen ja hajontojen tarkastelu osoitti, että vain kahdessa pinossa ovat kaikki henkilöt arvioineet läpimittojen erotuksen samaan luokkaan. Toisessa tapauksessa luokka on kuitenkin ollut virheellinen. Yleensä arviointien pinon sisäinen hajonta on vaihdellut 0.3:n ja 0.55:n välillä. Pienin hajonta edellä mainittujen kahden pinon lisäksi on 0.20 ja suurin 0.65. Vastaavat variaatiokerroimet ovat 6.7 ja 21.7. Puulajeittaiset keskiarvot ovat seuraavat:

	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	2.43	0.47	19.3
Mänty	2.60	0.47	18.1
Lehtipuu	2.54	0.42	16.5
Yhteensä	2.52	0.45	17.9

Myöskään läpimittojen erotuksen arviointiin ei puulajilla siis näytä olevan vaikutusta. Aineiston tarkempi analysointi osoitti lisäksi, että muillakaan pinokohtaisilla tekijöillä ei ole suurta vaikutusta arviointien hajontaan. Kuitenkin on syytä mainita, että koulutusvaiheen vaikutus on saattanut olla positiivinen.

Mittauksen ja arvioinnin tulosten vertailu osoittaa *systemaattista aliarviointia*, kuten seuraavista puulajeittaisista keskiarvoista havaitaan.

	Erotus	Virhe
Kuusi	-0.57	0.57
Mänty	-0.40	0.40
Lehtipuu	-0.45	0.45
Yhteensä	-0.47	0.47

Kun luokka 3, johon kaikki pinot kuuluivat, on suurin käytetyistä luokista, on virhe sama kuin erotus. Virheiden suuruuden mukaan jakaantui aineisto siten, että oikeaan luokkaan oli arvioitu 54.8 % tapauksista, yhden luokan oikeaa alemmaksi 43.0 % ja kaksi luokkaa alemmaksi 2.2 %.

Ero oikean ja arvioidun tuloksen välillä riippuu jonkin verran koulutusvaiheesta. A-pinoissa se oli 0.538 ja muissa pinoissa vain 0.448. Lisäksi havaittiin, että virheen suuruus samoin kuin arviointitulosten hajontakin vaihteli eri tutkimuskohteissa varsin paljon. Kyseessä ovat ilmeisesti pinojen ominaisuuksista tai mahdollisesti koulutuksesta johtuvat eroavuudet.

43. Tyvipölkkyjen osuus

Tyvipölkkyjen osuus kuutiomäärästä arvioitiin vain kolmessa luokassa, jotka tarkistettiin pölkkyjen kiintomittauksen yhteydessä. Tässä kohdassa voidaan siis verrata arvioinnissa saatua tulosta mitattuun tulokseen.

Tyvipölkkyjen osuuden arviointitulosten keskiarvojen, hajontojen ja variaatiokertoimien tarkastelun perusteella voitiin todeta mm. seuraavaa. Arviointien pinon sisäinen hajonta vaihteli yleensä välillä 0.29 ja 0.59. Variaatiokertoimen raja-arvot ovat vastaavasti 11 % ja 41 %. Yhdessä pinossa ovat kaikki koehenkilöt arvioineet tyvipölkkyjen osuuden samalla tavoin.

Puulajeittaiset keskiarvot ovat seuraavat:

	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	2.02	0.48	23.8
Mänty	1.99	0.47	23.6
Lehtipuu	1.94	0.46	23.7
Yhteensä	1.98	0.47	23.7

Puulajilla ei siis ole lainkaan vaikutusta tyvipölkkyjen osuuden arviointitarkkuuteen. Muutkaan pinokohtaiset ominaisuudet eivät vaikuttaneet tulosten tarkkuuteen. Molemmat

arvioitsijaryhmät, myyjät ja ostajat, saivat käytännöllisesti katsoen saman tuloksen. Koulutusvaiheen merkitys oli erittäin vähäinen, käytännöllisesti katsoen olematon.

Mitatun ja arvioidun tyvipölkkyprosentin eroa koskeva tarkastelu osoittaa, että keskimäärin on tyvipölkkyjen osuutta kuvaava luokka arvioitu liian alhaiseksi. Puulajeittaiset keskiarvot ovat seuraavat:

	Erotus	Virhe
Kuusi	-0.45	0.65
Mänty	-0.15	0.46
Lehtipuu	-0.51	0.57
Yhteensä	-0.37	0.56

Taulukosta 4 nähdään arviointien jakautuminen mittauksen mukaisissa luokissa. Se osoittaa, että 48.1 % arvioinneista oli oikeita, 48.3 %:ssa tapauksista oli tapahtunut yhden luokan ja 3.6 %:ssa tapauksista kahden luokan virhe.

44. Mutkaisuus

Mutkaisuustekijän arvioinnin tarkkuutta on tässä vaiheessa tarkasteltava vain arviointien keskiarvojen, hajontojen ja variaatiokertoimien avulla. Näistä ilmenee mm., että arviointitulosten hajonta vaihtelee tässäkin tapauksessa hyvin laajalla alalla. Pienin hajonnan arvo on 0.39 ja suurin peräti 1.02, yleisimmän arvon ollessa 0.45:n ja 0.60:n välillä. Variaatiokertoimen arvot taas vaihtelevat 11.1 %:sta 53.8 %:iin.

Eri puulajien pinojen keskimääräiset arviointitulokset nähdään seuraavasta asetelmasta.

Taulukko 4. Arvioidut tyvipölkkyjen osuusluokkien jakautumat mitattujen luokkien mukaan.

Table 4. Estimated distribution of the share classes of butt bolts according to the measured classes.

Mitattu arvo Measured value	Pinoja kpl Piles, units	Arvioidut tyviosuusluokat Estimated butt share classes			Yhteensä Total
		1	2	3	
			Arviointeja, kpl No. of estimates		
1	6	95	25		120
2	28	97	398	98	593
3	27	46	398	123	567
Yht. Total	61	238	821	221	1280

	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	1.92	0.52	27.1
Mänty	2.22	0.55	24.8
Lehtipuu	3.61	0.67	18.6
Yhteensä	2.58	0.58	22.5

Kuusi ja mänty eivät eroa keskiarvon, eivätkä myöskään saavutetun arviointitarkkuuden kannalta toisistaan. Lehtipuu poikkeaa havupuista ennenkaikkea suuremman mutkaisuuden kannalta, joka on noin 1 1/2 luokkaa korkeampi kuin kuusella ja männyllä. Hajonta on myös suurempi, mutta variaatiokerroin selvästi pienempi kuin havupuilla. Sama havainto tehtiin myös mutkaisuuden johdosta arvioitua tyhjän tilan vähennystä käsiteltäessä (HEISKANEN 1972b, 1973).

Eri tekijöiden vaikutuksesta mutkaisuusluokan arviointien hajontaan voidaan todeta mm. seuraavaa: Pinoityypillä ja pinoamistavalla ei ole arvioinnin tarkkuuden kannalta lainkaan merkitystä. Jos kyseessä on erittäin heikosti ladottu pääpuuton kasa, on mutkaisuutta, kuten monia muitakin ominaisuuksia, kuitenkin varsin vaikea arvioida. Koulutusvaiheella ei myöskään ollut vaikutusta saavutettujen tulosten hajontaan.

Mittaajan työnantajan vaikutus mutkaisuuden arvioinnin tarkkuuteen ilmenee seuraavasta asetelmasta.

	Myyjä, keskiarvo	Ostaja, keskiarvo	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	1.90	1.95	Kuusi	2.66	23.3
Mänty	2.18	2.26	Mänty	2.85	20.4
Lehtipuu	3.61	3.61	Lehtipuu	3.14	21.3
Yhteensä	2.56	2.60	Yhteensä	2.88	21.2

Selvää työnantajan etuun viittaavaa tendenssiä ei ole tuloksissa havaittavissa. Keskimäärin olivat ostajan edustajat arvioineet mutkaisten osuuden 0.04 yksikköä suuremmaksi kuin myyjän edustajat, mikä ero ilmenee vielä selvempänä nimenomaan mänty- ja kuusipinoissa.

Taulukossa 5 on esitelty arvioitujen mutkaisuusluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan. Se osoittaa mm., että hajonta on ollut tosiaankin suuri. Kun arviointien keskiarvo on osoittanut pinon kuuluvan 2 tai 3 luokkaan, on sellaisissa pinoissa ehdotettu kaikkia viittä luokkaa.

45. Ladonta

Ladonta, joka arvioitiin viidessä luokassa, on myös niitä pinotiheystekijöitä, joita ei voida mittaamalla tarkistaa. Sen arvioinnin luotettavuutta kuvaavien tuloksien perusteella voidaan todeta mm. seuraavaa.

Kaikkien pinojen kohdalla on esiintynyt eroja eri arvioitsijoiden näkemysten välillä, mikä ilmenee hajonnan suuruudesta. Se vaihtelee tässäkin tapauksessa varsin paljon eri pinoissa. Pienin hajonnan arvo on 0.44 ja suurin 0.95 sekä variaatiokertoimien arvot 10.1 % ja 43.2 %. Eri puulajien keskiarvot ovat seuraavat:

Taulukko 5. Arvioitujen mutkaisuusluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan.
Table 5. Distribution of the estimated crookedness classes by mean value classes.

Arviointien keskiarvo Mean of estimates	Pinoja kpl Piles, units	Arvioidut mutkaisuusluokat Estimated crookedness classes					Yhteensä Total
		1	2	3	4	5	
		Arviointeja, kpl No. of estimates					
1	3	46	20				66
2	29	115	415	70	4	1	605
3	17	5	80	222	50	3	360
4	10		5	55	106	41	207
5	2				16	26	42
Yht. Total	61	166	520	347	176	71	1280

Taulukko 6. Arvioitujen ladontaluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan.
 Table 6. Distribution of estimated stacking classes by mean value classes.

Arviointien keskiarvo Mean of estimates	Pinoja kpl Piles, units	Arvioidut ladontaluokat Estimated stacking classes					Yht. Total
		1	2	3	4	5	
				Arviointeja, kpl No. of estimates			
1	0						0
2	18	55	241	70	4		370
3	33	3	149	399	152	2	705
4	10		2	36	135	32	205
5	0						0
Yht. Total	61	58	392	505	291	34	1280

Ladonnan kannalta näyttää kuusi eroavan toisista puulajeista. Siinä ladonta on arvioitu keskimäärin paremmaksi kuin männyssä ja lehtipuussa. Arviointien hajonta on sitä vastoin lähimain samaa luokkaa kaikissa puulajeissa. Siitä johtuu, että variaatiokerroin on suurin kuusipinojen ladonnan arvioinnissa.

Muiden tekijöiden vaikutuksesta voidaan todeta mm. seuraavaa.

Pinotyyppit eivät ero arvioidun luokan keskiarvon kannalta juuri lainkaan toisistaan. Myöskään arvioinnin tarkkuuteen ei pinotyyppillä ole vaikutusta.

Ladonnan vaikutus on tulosten mukaan käsin ladotuissa pinoissa arvioitu epätarkemmin kuin konepinoissa, joissa ladonta on arvioitu käsin pinojen ladontaa heikommaksi. Tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta:

Pinoamistapa	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Käsin	2.25	0.60	26.7
Koneella	3.12	0.58	18.6

Annetulla koulutuksella ei saatu tulosten hajontaa pienenemään. Työnantajalla ei ollut myöskään vaikutusta arvioinnin tarkkuuteen.

Taulukossa 6 on esitelty arvioitujen ladontaluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan.

46. Karsinta

Karsinnan vaikutus pinotiheystekijänä arvioitiin neljässä luokassa. Vaikka kiintomittauk-

sen yhteydessä määritettiin myös karsinta pölykyttäin, on tässä vaiheessa vertailu jätettävä suorittamatta. Arviointien keskiarvoa ja hajontaa koskevat pinoittaiset tulokset osoittivat, että peräti viidessä pinossa kaikki koehenkilöt olivat määrittäneet karsintaluokan samaksi. Muissa pinoissa hajonta on vaihdellut 0.21 yksiköstä 0.66 yksikköön. Valtaosa pinoista sijoittuu arviointitulosten hajonnan osalta välille 0.30–0.50. Puulajeittaiset keskiarvot ovat seuraavat:

Puulaji	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	2.15	0.39	18.1
Mänty	2.33	0.36	15.5
Lehtipuu	2.18	0.38	17.4
Yhteensä	2.22	0.38	17.0

Eri puulajeja koskevat arviointitulokset eivät siis eroa sanottavasti toisistaan. Männyssä arviointi on kuitenkin onnistunut hieman paremmin kuin muissa puulajeissa. Muut tutkitut tekijät ovat vaikuttaneet saatuihin tuloksiin seuraavasti.

Pinotyyppillä näyttää olevan arvioinnin tarkkuuteen sellainen vaikutus, että molemmilla pääpuilla varustetuissa pinoissa arviointien hajonta ja variaatiokerroin ovat selvästi pienimmät. Kyseessä saattaa olla myös sattuma. Pinoamistavalla ei ole vaikutusta arviointien tarkkuuteen. Annetulla koulutuksella ei ole saatu tulosten hajontaa pienenemään.

Taulukosta 7 nähdään arviointitulosten jakautuminen arviointien keskiarvojen mukaisiin luokkiin.

Taulukko 7. Arvioitujen karsintaluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan.
 Table 7. Distribution of estimated delimiting classes by mean value classes.

Arviointien keskiarvo Mean of estimates	Pinoja kpl Piles, units	Arvioidut karsintaluokat Estimated delimiting classes				Yht. Total
		1	2	3	4	
		Arviointeja, kpl No. of estimates				
1	0					0
2	47	40	833	117	2	992
3	14		96	180	12	288
4	0					0
Yht. Total	61	40	929	297	14	1280

47. Vieraat esineet sekä lumi ja jää

Pinoissa olevien vieraiden esineiden esiintymisrunsaus arvioitiin kolmessa luokassa. Ne ovat sellaisia subjektiivisesti määriteltyjä luokkia, joita ei voida mittauksin määrittää. Arvioinnin luotettavuus onkin selvitettävä arviointien hajontojen ja variaatiokertoimien perusteella.

Kysymyksessä on satunnaisesti esiintyvä pinotiheystekijä. Se merkitsee, että monissa pinoissa ei vieraita esineitä ole lainkaan. Tutkimusaineistoon sisältyi tällaisia pinoja, jotka kaikki koehenkilöt olivat arvioineet luokkaan 1, kaikkiaan 26 kpl eli 42.6 % mitatuista pinoista. Lisäksi on kahdeksan sellaista pinoa, joissa vain yksi koehenkilöistä on havainnut vieraita esineitä pinotiheyteen vaikuttavassa määrin. On myös syytä korostaa, että yhtä poikkeusta lukuunottamatta arvioitu luokakeskiarvo on alle 2.

Muissa pinoissa hajonta on vaihdellut 0.22 yksikön ja 0.59 yksikön välillä ja variaatiokerroin 20 %:sta 36 %:iin. Puulajeittaiset keskiarvot ovat seuraavat otettaessa huomioon kaikki pinot.

Puulaji	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	1.26	0.24	19.0
Mänty	1.18	0.21	17.8
Lehtipuu	1.13	0.15	13.3
Yhteensä	1.19	0.20	16.8

Jos mukaan otetaan vain ne pinot, joissa arviointien keskiarvo on yli 1, saadaan seuraava asetelma.

Puulaji	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	1.44	0.41	28.5
Mänty	1.31	0.36	27.5
Lehtipuu	1.31	0.38	29.0
Yhteensä	1.35	0.38	28.1

Arviointien tarkkuuteen ei pinotyypillä eikä pinoamistavalla ole lainkaan vaikutusta. Mainittakoon kuitenkin, että vieraiden esineiden määrä on konepinoissa arvioitu jonkin verran suuremmaksi kuin käsipinoissa, mikä lienee käytännössäkin tosiasia. Arviointien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan on esitetty taulukossa 8.

Lumi ja jää -tekijän arviointien keskiarvot, hajonnat ja variaatiokertoimet osoittavat, että lumettomia ja jäättömiä pinoja on ollut kaikkiaan 10 kpl ja kolmen pinon arvioinnissa vain yksi koehenkilö on määrittänyt ko. luokan numerolla 2. Kyseessä olivat kuitenkin talviaikaan tehdyt ja mitatut pinot. Käytännössä esiintyykin lumettomia pinoja varmasti vielä suhteellisesti runsaammin kuin esillä olevassa aineistossa.

Muissa pinoissa arviointien hajonta vaihtelee 0.22 yksikön ja 0.52 yksikön välillä. Variaatiokertoimen raja-arvot ovat vastaavasti 15.6 % ja 36.4 %. Puulajeittaiset keskiarvot nähdään seuraavasta asetelmasta.

	Keskiarvo	Hajonta	Variaatiokerroin
Kuusi	1.54	0.32	20.8
Mänty	1.17	0.37	25.2
Lehtipuu	1.17	0.35	23.8
Yhteensä	1.29	0.35	27.1

Taulukko 8. Arvioitujen vieraitten esineitten keskiarvoluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan.

Table 8. Distribution of the estimated foreign body mean classes by mean value classes.

Arviointien keskiarvo Mean of estimates	Pinoja kpl Piles, units	Arvioidut luokat Estimation classes			Yht. Total
		1	2	3	
			Arviointeja, kpl No. of estimates		
1	51	978	82		1060
2	10	60	154	6	220
3	0				0
Yht.	61	1038	236	6	1280

Puulajin vaikutus arviointitulosten hajontaan on siis erittäin vähäinen ja johtunee sattumasta. Muista tekijöistä voidaan todeta, että pino-tyypillä, pinoamistavalla ja koulutusvaiheella ei ole ollut vaikutusta tulosten hajontaan. Työntantajan vaikutus on myös erittäin vähäinen. Myyjän palveluksessa olleet koehenkilöt olivat

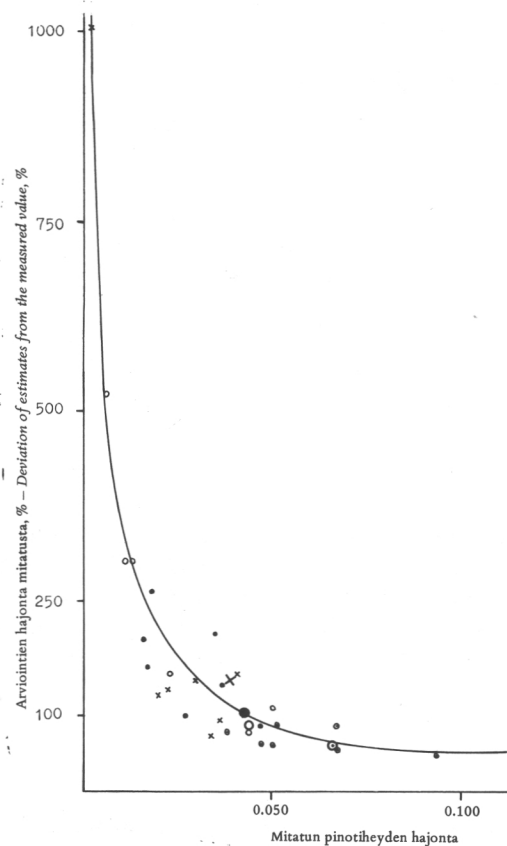
kuitenkin arvioineet lumen ja jään osuuden keskimäärin hieman pienemmäksi kuin ostajan edustajat.

Lumen ja jään arviointiluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. Arvioitujen lumen ja jään arviointiluokkien jakautuminen keskiarvoluokkien mukaan.

Table 9. Distribution of estimated stone and ice evaluation classes by mean value classes.

Arviointien keskiarvo Mean of estimates	Pinoja kpl Piles, units	Arvioidut luokat Estimated classes			Yht. Total
		1	2	3	
			Arviointeja, kpl No. of estimates		
1	36	628	122		750
2	24	82	375	51	508
3	1		8	14	22
Yht. Total	61	710	505	65	1280



Piirros 8. Arvioidun ja mitatun pinotiheysluvun hajontojen keskinäinen riippuvuus (x=Kuusi-havainnot, X=kuusihavainnot yhteensä, ●=Mäntyhavainnot, ●=mäntyhavainnot yhteensä, ○=Lehtipuuhavainnot, ○=lehtipuuhavainnot yhteensä, θ=Yhteensä havainnot, θ=Yhteensä, yhteensä).

Fig. 8. Correlation between the deviations of the estimated and measured solid content figure (x=spruce observations, X=total of spruce observations, ●=pine observations, ●=total of pine observations, ○=observations of broadleaved species, ○=total observations of broadleaved species).

KIRJALLISUUTTA

- ARO, PAAVO ja RIKKONEN, PENTTI. 1966. Havusahatukkien latvamuotoluvut. Metsäntutkimuslaitoksen julk. 61.7.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972a. Pinomittauksen kehittämistutkimus II. Pinomittauksen tarkkuus ja parantamismahdollisuudet. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972b. Pinomittauksen kehittämistutkimus III. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinomittauksen mittaaminen ja tyhjän tilan arviointi. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972c. Pinomittauksen kehittämistutkimus IV. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheysluvun arviointi. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1972d. Pinomittauksen kehittämistutkimus V. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheystekijäin arviointi. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1973. Pinon kehysmittauksen mittaaminen ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus. Folia Forestalia 169.
- KARLSSON, JERKER. 1971. Mätning av massaved i travat mätt. Skogshögskolan. Inst. för Virkeslära. Rapporter Nr R 73.
- LEINONEN, ESKO ja RIKKONEN, PENTTI. 1971. Pinomittauksen kehittäminen Ruotsissa käynnissä olevan tutkimuksen mukaan. Pinomittauksen kehittämisryhmä. Moniste.
- NIKKILÄ, HEIKKI. 1972. 2- m ja 2.2- m koivupaperipuun pinotiheys. Tehdaspuu Oy:n hankinta-alueella 1971. Konekirjoite Metsäntutkimuslaitoksessa.
- NYLINDER, PER. 1972. Virkesmätning. Skogshögskolan. Inst. för Virkeslära. Kompendium nr 5.
- NYLINDER, PER och PETERSON, OLOV. 1967. Relativa fastvolymen hos tre-meters massaved av tall, gran och björk. Skogshögskolan. Inst. för Virkeslära. Rapporter nr R 59.
- RIKKONEN, PENTTI. 1972. Pinomittauksen kehittämistutkimus VII. Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheystekijäin vaikutus pinotiheyteen. Metsäntutkimuslaitos. Metsäteknologian osasto. Moniste.

Keskuskiintomitan korjauskertoimet.

Coefficients for transforming the volume based on middlemeasurements to the real volume.

Alue Region	Kohde Site	Pino Pile	Korjauskerroin Transforming- coefficient	Alue Region	Kohde Site	Pino Pile	Korjauskerroin Transforming- coefficient
1	1	1	1.0176	2	1	7	1.0048
		2	1.0093			8	1.0193
		3	1.0291			9	1.0259
1	2	1	1.0254	3	1	10	1.0286
		2	1.0166			4	1.0254
		3	1.0186			5	1.0302
2	1	1	1.0118			6	1.0188
		2	1.0264			7	1.0139
		3	1.0134			8	1.0127
3	1	1	1.0201	3	2	9	1.0234
		2	1.0012			4	1.0063
		3	1.0103			5	1.0299
3	2	1	1.0085			6	1.0095
		2	1.0455			7	1.0250
		3	1.0153			8	1.0392
4	1	1	1.0163	4	1	9	1.0206
		2	1.0207			4	1.0241
		3	1.0387			5	1.0167
5	1	1	1.0441			6	1.0073
		2	1.0426			7	1.0052
		3	1.0261			8	1.0383
1	1	4	1.0245	5	1	9	1.0460
		5	1.0124			4	1.0243
		6	1.0123			5	1.0254
		7	1.0117			6	1.0119
		8	1.0220			7	1.0277
		9	1.0261			8	1.0140
1	2	4	1.0091			9	1.0244
		5	1.0242				
		6	1.0269				
		7	1.0248				
		8	1.0203				
		9	1.0447				
2	1	4	1.0204				
		5	1.0205				
		6	1.0098				

- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —
- No 165 Metsätalastollinen 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 mittausta 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