

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Metsäteknologian tutkimusosasto

4/1972

PINOMITTAUKSEN KEHITTÄMISTUTKIMUS II

Pinomittauksen tarkkuus ja parantamismahdollisuudet

Tutkimusmenetelmä ja -aineisto

Veijo Heiskanen

Helsinki 1972

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

REPORT OF THE
COMMISSIONERS OF THE
LAND OFFICE

1880

CHICAGO

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. Johdanto.....	1
2. Tutkimusmenetelmä.....	5
21. Tutkimuksen organisaatio.....	5
22. Mittaus- ja arviointimenetelmät.....	6
221. Yleistä.....	6
222. Pinomitan mittaus.....	6
223. Tyhjän tilan vähennys.....	7
224. Pinotiheysluvun arviointi.....	7
225. Pinotiheyteen vaikuttavat tekijät.....	8
226. Hylkypölkkyjen osuus.....	9
23. Koemittaajien koulutus.....	10
24. Näytepinojen valinta.....	10
25. Tarkistusmittaukset.....	12
3. Tutkimusaineisto.....	15
31. Näytepinot.....	15
32. Koehenkilöt.....	16
33. Aineiston käsittely.....	16
331. Kuutiointi- ja muut vertailulaskelmat.....	16
332. Tietokonekäsittely.....	18
4. Tutkimustehtävän rajoittaminen.....	19
KIRJALLISUUTTA	
LIITETAULUKOT	
KAAVIOKUVAT MITATUISTA PINOISTA	

ALKUSANAT

Pinomittauksen kehittämistutkimus aloitettiin myöhäissyksyllä 1971 Puuneuvottelukunnan mittaustoimikunnan aloitteesta. Silloin perustettiin ns. pinomittauksen kehittämissryhmä, joka on johdollani suorittanut ryhmätyönä tutkimuksen suunnittelun, kenttätöiden teki-
joiden koulutuksen ja töiden valvonnan. Laskentatyöt on suoritettu metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osastossa.

Kehittämistutkimuksen tarkoituksena on kehittää pinomittausta sillä tavoin, että myös pinossa mitattavasta tavarasta voitaisiin saada luotettavasti selville kiintomitta. Käytettävissä olevan ajan lyhyden vuoksi laajan tutkimuskompleksin tulokset katsottiin välttämättömäksi julkaista useana osajulkaisuna, ennakkotiedonantoina monisteiden muodossa seuraavasti

- I Kylkitiheydestä ja sen mittaamisesta. Kirjallisuuskatsaus. Heikki Nikkilä ja Veijo Heiskanen. (valmistunut)
- II Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto.
- III Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinomittauksen mittaaminen ja tyhjän tilan arviointi.
- IV Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheyden arviointi.
- V Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheydestä aiheutuva arviointi.
- VI Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Hylkyvähennysten arviointi.
- VII Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheydestä aiheutuva vaikutus pinotiheyteen.
- VIII Kylkitiheyden ja pinotiheyden välinen riippuvuus.
- IX Kylkitiheyden pinon sisäinen hajonta.
- X Suomalaisen kuitupuun keskimääräinen pinotiheys.

Esillä oleva osajulkaisu sisältää yleiskatsauksen tutkimusmenetelmään ja aineistoihin kylkitiheydestä ja suomalaisen kuitupuun keskimääräisiä pinotiheyksiä lukuunottamatta. Allekirjoittanut on laatinut julkaisun tekstin niiden suuntaviivojen mukaisesti, joita ryhmän kokouksissa on esitetty. Samaa työnjakoa tullaan noudattamaan myös useimmissa muissa julkaisuissa.

Tässä yhteydessä haluan esittää erityiset kiitokset Puuneuvottelukunnan mittaus-toimikunnan puheenjohtajalle toimitusjohtaja Väinö Nikulle ryhmän työssään saamasta tuesta, mm. rahoituksesta, joka on mahdollistanut helmikuun lopulla 1972 aloitettujen kenttätöiden useimpien tulosten julkisuuteen saamisen annettuun määräaikaan 1.9.72 mennessä. Hyvin suuri osa rahoituksesta on saatu kuitenkin valtion tulo- ja menoarvion puitteissa. Haluan myös kiittää ryhmän jäseniä metsänhoitajia Björn Finneä, Lauri Hemmiä, Esko Leinosta, Pentti Rikosta 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 metsätöiden johtajat: 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 sihteerit, metsätieteen ylioppilaat Leif Niemi 30.4 saakka ja Jorma Riikonen 1.5 alkaen, luonnont. kand. Arja Panhelainen, joka on hoitanut ja johtanut laskentatyöt, metsäteknikko Pentti Savilampi, joka on toiminut kenttätöiden valvojana, metsänhoitaja Heikki Nikkilä sekä monet laskuapulaiset. Monet kiitokset heille kaikille.

Työryhmä on saanut kiitollisuudella vastaanotettua tukea myös Ruotsista kahdella sinne tehdyllä retkeilyllä erityisesti seuraavilta henkilöiltä: jägmästare Bernt Ekström, jägmästare Lennart Forsberg, jägmästare Jerker Karlsson, professori Per Nylinder ja skoglic. Zachris Tamminen.

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

1. JOHDANTO

Pinomittaus on ollut 1950-luvun lopulta yleisimmin käytetty puutavaran luovutusmittausmenetelmä maassamme ja siinä virallisesti käytetyt mittaustavat ovat periaatteessa noudattaneet niitä periaatteita, 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 vaajakarsittu tavara. Myös laatuvaatimukset ovat ainakin käytännössä lieventyneet läpimitan ja sucruuden osalta. Pinon laatuakin on muuttunut. Käsinvälädonnan 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 mittauserongelmasta pinomittausta kehittämällä. Päämäärä on tällöin oleva pinomittaustuloksen saaminen riittävällä tarkkuudella todellisena kiintomittana. Tämä pyrkimys on myös sopusoinnussa 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 jonkin verran selvitetty pinotiheyden arvioinnin tarkkuutta. Saavutetut tulokset poikkeavat aika paljon toisistaan, kuten seuraavat K a r l s s o n i n 1971b mukaiset selostukset osoittavat. Sydsvenska virkesföreningens (1955) selvityksessä korrelaatiokerroin mitatun pinotiheyden ja neljän henkilön arvioiman pinotiheyden välillä oli hyvin heikko. Sulfiittipuulla se oli 0.33 ja sulfaattipuulla vielä alhaisempi, vain 0.16. Virkesmättningsrådetin (1960) tutkimuksen mukaan

koivukuitupuun silmävarainen pinotiheyden arviointi saattaa johtaa usein huonompaan tulokseen kuin yhden keskiarvon käyttö. Skogsstyrelsenin (1957) tutkimus puolestaan osoitti, että keskimäärin silmävaraisen arvioinnin tuloksen ja todellisen pinotiheysarvon välinen riippuvuus oli hyvä, mutta yksittäisissä pinoissa tavattiin suuria vaihteluja.

N y l i n d e r ja P e t e r s o n (1967) havaitsivat että, ero todellisen pinotiheyden ja silmävaraisesti arvioidun pinotiheyden välillä oli keskimäärin 1.5 prosenttiyksikköä, kun arviointien suorittajina olivat kokeneet puutavaran mittaajat. He esittivät myös indeksisarjan eri tekijöiden vaikutuksesta pinotiheyteen.

Laajimmin on kysymystä käsitellyt K a r l s s o n (1970, 1971a, 1971b) perusteellisessa tutkimuksessaan, jossa on aluksi tarkasteltu pinon varsinaisen mittauksen tarkkuutta. Pinokuutiomäärä pystyttiin määrittämään 1.8 %:n varmuudella. Pyrittäessä ns. tyhjäntilan vähennyksen välityksellä ns. nettopinomittaan, oli vastaava sadannes 2.4. Suurimmat virheet tapahtuivat korkeuden mittauksessa ja ns. tyhjäntilan vähennyksessä. Kysymyksessä olivat pääpuilla varustetut käsin ladotut pinot. K a r l s s o n 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 N y h r e r i n ja W i b s t a d i n (1965) pinotiheyden arviointia koskeva selvitys.

Suomessa asiaa on kosketeltu verraten vähän. Pinomittausta koskevissa tutkimuksissa on yleensä aivan viime vuosiin saakka käsitelty pääasiassa eri tavaralajien keskimääräisiä pinotiheyksiä, joihin palataan tämän tutkimuksen myöhemmissä osissa. Konepinojen heikkoon pinotiheyteen ja sen tuomiin vaikutuksiin ovat kiinnittäneet huomiota mm. A r n k i l (1966), v. S c h o u l t z (1968), H e i s k a n e n (1968), F i n n e (1970), H e m m i (1970) ja N i k k i l ä (1972). Useissa muissakin tutkimuksissa on käsitelty eri tekijäin vaikutusta pinotiheyteen (esim. H e l l m a n 1959, M a k k o n e n 1959, 1965, N i s u l a 1963, M ä h ö n e n 1964 ja H e m m i 1965, 1966).

Myös pinomittauksen vaikeuksia, pinotiheyden arviointia ja nimenomaan ns. tyhjäntilan vähennystä on kuitenkin kosketeltu kirjoituk-

sissa. Niitä on pyritty myös soveltamaan käytäntöön nimenomaan Pohjois-Suomessa (esim. P e r t o v a a r a 1964, H e m m i 1967, 1970, Pinotavaran... 1970, vrt. myös F i n n e 1967, L e i n o n e n ja R i k k o n e n 1971, R i k k o n e n 1972, Y l i n e n 1972).

Kylkitiheysmenetelmä on ollut useiden artikkelien ja tutkimusten aiheena kymmenkunta vuotta sitten. Niiden osalta viitataan pinomittauksen kehittämisryhmän monisteeseen (N i k k i l ä ja H e i s k a n e n 1972), joka osoittaa, että myös kylkitiheysmenetelmän edelleentutkiminen on välttämätöntä.

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

Näistä syistä asetti Puuneuvottelukunnan mittaustoimikunta syksyllä 1971 pinomittauksen kehittämisryhmän, joka on toiminut metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osaston johdolla. Työryhmän tärkeimmäksi tehtäväksi katsottiin pinomitan kiintomitaksi 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 pinotiheyksiä ja niiden hajontaa.

Käytettävissä olleen ajan lyhyiden vuoksi julkaistaan tulokset useana osajulkaisuna ennakkotiedonannon luonteisina. Osajulkaisut ovat seuraavat.

- I Kylkitiheydestä ja sen mittamisesta. Kirjallisuuskatsaus. (N i k k i l ä ja H e i s k a n e n 1972).
- II Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Tutkimusmenetelmä ja -aineisto.
- III Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinomitan mittaaminen ja tyhjän tilan arviointi.
- IV Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheysluvun arviointi.
- V Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Pinotiheystekijäin arviointi.
- VI Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet. Hylkyvähennysten arviointi.

- VII Pinomittauksen tarkkuus ja sen parantamismahdollisuudet.
Pinotiheystekijäin vaikutus pinotiheyteen.
- VIII Kylkitiheyden ja pinotiheyden välinen riippuvuus.
- IX Kylkitiheyden pinon sisäinen hajonta.
- X Suomalaisen kuitupuun keskimääräinen pinotiheys.

Esillä oleva julkaisu muodostaa siis osan II, jossa käsitellään kehittämistutkimuksen 1. vaiheen aineistoja ja menetelmiä kylkitiheydestutkimusta lukuunottamatta.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ

21. Tutkimuksen organisaatio

Esillä oleva tutkimus on suoritettu Pinomittauksen kehittämisryhmän toimesta metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston johdolla. Kehittämisryhmän muodostavat seuraavat henkilöt.

V e i j o H e i s k a n e n, Metsäntutkimuslaitos, pj.

B j ö r n F i n n e, Metsähallituksen kehittämisjaosto

L a u r i H e m m i, Uittoteho r.y.

E s k o L e i n o n e n, Metsäteho

P e n t t i R i k k o n e n, Metsäntutkimuslaitos

M a t t i Y l i n e n, Tehdaspuu Oy

L e i f N i e m i, Metsäntutkimuslaitos, siht. 30.4 saakka ja senjälkeen J o r m a R i i k o n e n samoin metsäntutkimuslaitoksesta.

Ryhmän työskentelyyn ovat lisäksi osallistuneet luonnont. kand.

A r j a P a n h e l a i n e n ja metsänhoitaja H e i k k i

N i k k i l ä metsäntutkimuslaitoksesta.

Ryhmän tehtäviin kuuluivat tutkimussuunnitelman teko, tutkijoiden, mittaryhmien ja koemittajien koulutus ja valvonta, laskentatöiden johto ja valvonta sekä tutkimusjulkaisun laatiminen. Tutkimuksen luonteen edellyttämä informaatiotyö hoidettiin kehittämisryhmän toimesta kirjeitse sekä aikakauslehtiartikkelein (H e i s k a n e n 1972a, 1972b).

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 tutkimuspienojen 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.

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 mittaukset tutkimuksen molemmissa vaiheissa. Mittaryhmien valvojana toimi metsäteknikko P e n t t i S a v i l a m p i metsäntutkimuslaitoksesta.

Kuvasta 2 nähdään tutkimuksen em. organisaatiota havainnollistava kaavio.

Tutkimuksen 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

221. Yleistä

Kokeilukohteissa olevista yhdeksästä koepinoista käytettiin kolme, yksi kutakin puulajia, koulutuspinoiksi (A-pinot), jotka mitattiin tarkkaan etukäteen. Loput pinoista, kaksi kutakin puulajia käytettiin varsinaisiksi koepinoiksi (B- ja C-pinot), joissa koehenkilöt suorittivat seuraavat mittaukset ja arvioinnit.

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

Eri mittauksia ja arviointeja varten annettiin seuraavat ohjeet.

222. Pinomitan mittaus

P i n o m i t a n mittaussäännön mukaisessa mittauksessa käytettiin tavaran pituutena sen nimellistä pituutta.

Pinon pituudet mitattiin pinon molemmilta puolilta korkeuden puolivälistä pinon pohjan suunnassa senttimetrin tarkkuudella. Pinon korkeudet mitattiin seuraavin välimatkoin pinon molemmilta puolilta sentin tarkkuudella: alle 5 metrin pituisissa pinoissa 1 m:n välein,

5 - 20 metrin pituisissa pinoissa 2 mm välein ja yli 20 metrin pinoissa 3 mm välein. Ensimmäinen mittauskohta asetettiin puolen mittausvälin päähän pinon päästä.

223. Tyhjän tilan vähennys

T y h j ä n t i l a n v ä h e n n y k s e n arvioinnissa on ajatus seuraava: Jotta pinomitta (raaminitta) vastaisi pinnanmyötäisesti karsittua ja käsin huolellisesti ladottua pinoa, jota mm. nykyiset muuntoluvut edellyttävät, on raamimitasta tehtävä vähennyksiä huonon karsinnan, huonon ladonnan, pölkyjen 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 pölkyt olisivat hyvin karsittuja ja likipitään suorina sekä jos pinossa ei olisi lunta, jäätä tai muita vieraita esineitä.

Arvioinnissa jaoteltiin tyhjätila sitä aiheuttaneiden tekijöiden mukaan seuraavia ohjeita noudattaen.

H u o n o n l a d o n n a n vaikutuksen suuruusluokkaa kuvaavina lukuina mainittiin seuraavat:

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

K a r s i n n a n vaikutuksesta ilmoitettiin, että se on tavallisessa karsinnassa 0-3 % ja tynkäkarsinnassa korkeintaan 5 %.

V i e r a i d e n e s i n e i d e n vaikutus tyhjään tilaan arvioitiin sen mukaan, kuinka paljon niiden osuus on pinon sivun pinta-alasta.

L u m e n j a j ä ä n vaikutuksen arviointia varten ilmoitettiin, että sen vaikutus vaihtelee 0-7 % ja on yleisesti 2-3 %. Erit-täin poikkeuksellisesti voi lunta ja jäätä esiintyä 10 %.

M u t k a i s u u d e n vaikutuksesta tyhjään tilaan ilmoitettiin ohjeeksi, että sen vaikutus saattaa olla jopa 7 %.

224. Pinotiheysluvun arviointi

P i n o t i h e y s l u v u n a r v i o i n n i s s a pyrittiin arvioimaan pinon sisältämän kuorellisen puutavaran prosenttinen osuus pinon pinokuutiomäärästä (raamimitasta). 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 pinotiheyteen 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

225. Pinotiheyteen vaikuttavat tekijät

Pinotiheyteen vaikuttavien tekijöiden arvioinnissa yritetään myös selvittää pinotiheyden epänormalisuutta ja sen määrittämismahdollisuuksia. Ruotsalaisten tutkimusten mukaisesti otettiin arvioitavaksi seuraavien tekijöiden vaikutus tietyn luokituksen perusteella (vrt. N y l i n d e r ja P e t e r s e n 1967, K a r l s s o n 1971).

K e s k i l ä p i m i t t a 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.

S u u r i m p i e n ja p i e n i m p i e n p ö l k k y j e n l ä p i m i t t o j e n e r o t u s arvioidaan kolmessa (1-3) luokassa ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Erotus ≤ 9 cm 2. Erotus 10-16 cm 3. Erotus ≥ 17 cm.

E r i k o k o i s t e n p ö l k k y j e n s e k o i t t u m i n e n pinossa arvioidaan kolmessa luokassa (1-3) ja luokan numero merkitään ao. ruutuun. Luokat ovat: 1. Sekoittuminen hyvä 2. Keskinertainen 3. Huono.

T y v i p ö l k k y j e n o s u u s k i i n t o m i t a s t a 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 kiintomista 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. Pölkyt erittäin suoria 2. Pölkyt suoria 3. Pölkyt suorudeltaan keskinkertaisia 4. Pölkyt mutkaisia 5. Pölkyt erittäin mutkaisia.

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

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

Vieraiden esiintymisen 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.

226. Hylkypölkkyjen osuus

Erillisenä tehtävänä arvioitiin hylkypölkkyjen osuus prosentteina pinomitasta kolmessa osassa seuraavia, tutkimusta varten laadittuja laatuvaatimuksia noudattaen..

Kuusikuittupuuta

- Pienin läpimitta: 6 cm kuoren alta
- Laho: Lahoja ja kelopuuta ei sallita
- Mutkaisuus: Korkeintaan 8 cm

Mäntykuittupuuta

- Pienin läpimitta: 6 cm kuoren alta
- Laho: Pehmeää keskilahoa sallitaan korkeintaan 1/2 läpimitasta ja pintalahoa korkeintaan 3/10 läpimitasta
- Mutkaisuus: Korkeintaan 8 cm

Lehtikuittupuuta

- Pienin läpimitta 7 cm kuoren alta
- Laho: Pehmeää keskilahoa sallitaan 1/4 läpimitasta. Pystykuivaa puuta ei sallita
- Mutkaisuus: Korkeintaan 8 cm

Hylkypölkkyjen osuutta määritettäessä arvioitiin ensiksi hylkyjen osuus siten, että vain liian lahot katsottiin raakeiksi. Toisena arviona määritettiin läpimitaltaan alamittaisten osuus ja kolmanneksi arvioitiin liian mutkaisten osuus. Lopuksi määritettiin kaikkien hylkypölkkyjen osuus pinon pinomitasta. Arviossa pidettiin lahovikaisuutta primaarisena vikana, ja mutkaisuus otettiin huomioon vasta viimeisenä.

23. Koemittajien koulutus

Koemittausten tulosten merkitsevyyden kannalta 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 Tyhjäntilanhennyksen 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) arvostelu 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 kehittämisryhmän käytössä. Koepinot tarkastetaan kehittämisryhmän 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 koulutuspinoina. 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 arvostelua 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 pölkyjen 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 %). Lehtipuupinoissa pääpuulaji koivu
9. pinon suuruus n. 15-25 p-m³

25. Tarkistusmittaukset

Kuten aiemmin jo mainittiin, suoritettiin koepinojen tarkistusmittaukset seitsemän mittausryhmän toimesta. Myös näiden ryhmien koulutus suoritettiin perusteellisesti. Ensin järjestettiin kaksipäiväinen koulutustilaisuus helmikuun lopulla pääpiirtein saman ohjelman mukaan kuin koemittaajienkin koulutuspäivät. Lisäksi mittausryhmien johtajat osallistuivat toiminta-alueensa koulutus- ja mittaustilaisuuksiin.

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:

P i n o m i t t a määritettiin puutavaran mittaussäännön mukaisesti myös u u d e l l e e n p i n o a m i s e n j ä l k e e n. Lisäksi mitattiin pinomitta myös ns. r u o t s a l a i s e n j ä r j e s t e l m ä n m u k a a n seuraavasti:

"Pinon pituus mitataan maan tasalta ulommaisena pölkyn ulkoreunasta toisen pään ulommaisena 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 yleis-tiedot.

- Puulaji
- Mittaajan nimi
- Pinon tunnuks
- 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 pölköt ovat sekaisin, oksia, jossa on hakkuutähteitä ja oksia ja jossa pölkkyjen päät ovat hyvin epätasaiset. "Muu" tarkoittaa esim. puskulevyllä tehtyä kasaa.

- Karsinnasta merkittiin ylös jokin seuraavista vaihtoehtoista: kirveskarsinta, moottorisaha ja kummatkin pinnanmyötäisesti sekä tynkäkarsinta

- Pääpuut
- Aluspuut.

Vielä piirrettiin jokaisesta pinosta kaaviokuva.

Pinon kylkitiheyden mittaukset suoritettiin myös, mutta niitä koskeviin ohjeisiin ei ole tässä yhteydessä syytä puuttua.

Pinotiheyksien ym. tietojen laskemista varten määritettiin pölkkyjen kiintomitat seuraavia ohjeita noudattaen.

" - Pölkyn asema sekä samassa yhteydessä mahdollinen pölkyn hyljättävyyden syy määritetään seuraavasti. Asianomaiseen sarakkeeseen merkitään numero 1, jos kysymyksessä on laatumääräykset täyttävä tyvipölkky. Jos tyvipölkky on laho, merkitään 2, jos se on alamittainen merkitään 3 ja jos se on liian mutkainen, merkitään 4. Muista, siis väli- ja latvapölkkyistä, käytetään vastaavasti numeroita 5, 6, 7 ja 8. Mikäli hylkäämisperusteita on useampia kuin yksi, on niiden järjestys: laho, alamittainen, mutkat. Pölkky merkitään siis aina lahoksi, vaikka siinä olisi muitakin hylkäämisperusteita. Jos terve pölkky on sekä alamittainen että mutkainen, merkitään se alamittaiseksi. Mutkaiseksi merkitään vain muutoin kelvollinen pölkky.

- 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 keskusläpimittaa. Mittaukset suoritetaan 5 cm:n etäisyydeltä kummastakin päästä. Jos mittauskohdassa on oksapaisuma tai muu paksunnos siirretään mittauskohtaa latvassa tyveänpäin ja tyvessä latvaanpäin siihen, missä paksunnoksen vaikutus loppuu.

- Mutkaisuus merkitään myös mutkaisuuden mittana kuvan 3 mukaan alenevaa sentin luokitusta käyttäen.

- Karsinnan laatu arvostellaan kolmessa luokassa: 1. Ei oksantynkiä 2. Joitakin lyhyitä oksantynkiä (\leq 1 cm), 3. Paljon lyhyitä tai pitkähköjä tynkiä.

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

3. TUTKIMUSAINEISTO

31. Näytepinot

Kuten aiemmin mainittiin koetilaisuuksia järjestettiin kaikkiaan seitsemässä paikassa. Niiden sijainti on mainittu sivulla 11.

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

Liitetaulukossa 1 on esitetty näytepinoja koskevat yleistiedot, joista on syytä esittää seuraavat kommentit.

Suurin osa puutavarasta oli k a r s i t t u sekä moottorisahalla että käsin. Alueen 1 kohteessa 1 oli kaikki tavara karsittu käsin ja alueen 5 kohteessa 1 yksinomaan moottorisahalla.

- P ä ä p u i d e n k ä y t t ö oli verraten harvinaista varsinkin pinojen molemmissa päissä. Hieman enemmän esiintyi tapauksia, joissa oli toinen pääpuu, mutta suurin osa koepinoista oli kokonaan ilman pääpuita.

Pinot olivatkin muodoltaan hyvin vaihtelevia, kuten liitteestä 2 esitettävistä kaaviokuvista ilmenee.

- A l u s p u u t puuttuivat vain poikkeustapauksessa koepinoista.

- K a s a u s- e l i p i n o a m i s a i k a 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.

- T a v a r a l a j i oli valtaosassa pinoista runkopinotavaraa. Vain yksi pino sisälsi vain latvuspinoitavaraa ja osassa oli molempia tavaralajeja. Lisäksi mainittakoon, että puutavara oli melkein kaikissa pinoissa lajittelematonta.

- L a d o n n a n kannalta olivat konepinot enemmistönä ja ne oli Etelä-Suomen kohteissa yleensä arvioitu ladonnaltaan hyväksi, kun taas Pohjois-Suomessa olivat huonoiksi arvioidut yleisimpiä. Käsintehdyjen pinojen osuus oli kaikkialla vähäinen.

Lopuksi mainittakoon vielä, että liitteessä 1 esitellyistä pinoista seuraavat eivät sisälly varsinaiseen tutkimusaineistoon:

1.1.1 A, 1.2.1 A, ja 2.1. 3 A.

Yhteensä mitattiin 64 pinoa, joista 21 oli kuusitavaraa, 22 mänty-tavaraa ja 21 lehtipuutavaraa. Mitattujen pinojen kokonaispinomitta oli 1294.80 p-m³.

Pinojen mitattu pinokuutiomäärä vaihteli jonkin verran, nimittäin 10 p-m³:stä 35 p-m³: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

Liitetaulukossa 2 on esitetty koehenkilöiden määrä ja jakautuminen erikseen puutavaran ostajiin ja myyjien palveluksessa oleviin sekä muihin kohteittain. Lisäksi siitä nähdään suoritettujen pino-kohtaisten 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.

Käikkiaan kokeisiin osallistui siis 149 henkilöä, joista 72 edusti myyjiä ja 74 ostajia. Yhteensä suoritettiin 1283 pinokohtaista mittausta ja arviointia, joista kuitenkin vain 1280 on otettu mukaan laskelmiin.

33. Aineiston käsittely

331. Kuutiointi- ja muut vertailulaskelmat

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 koearvioitsijoiden mittausten ja arviointien tuloksia vertaillaan ovat seuraavat.

Pinon 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 variaatiokerroimien perusteella. Kysymyksessä ovat tulosten pinon sisäiset hajonnat.

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

1. Lasketaan nettopinomitta vähentämällä raamimitasta arvioitu prosentuaalinen tyhjän tilan vähennys.

2. Lasketaan nettopinomitta sivulla 8 esitettyjen "toivottujen" pinotiheyslukujen avulla ja vertaillaan saatua tulosta kohdassa 1 mainittuun pinomittaan.

3. Lasketaan 1.kohdan mukaisesti määritetyn bruttopinomittaan mukaiset pinotiheydet ja verrataan sitä sivulla 8 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.

Pinotiheysluvun arvioinnin tarkkuutta ja luotettavuutta tarkastellaan kahdella tavalla.

1. Tarkastellaan koehenkilöiden arviointien keskiarvojen hajontaa ja variaatiokerrointa pinokohtaisesti.

2. Vertaillaan arvioitua pinotiheyslukua todellisiin pinotiheyslukuihin, jotka saatiin pinomittaan ja pinossa olevien pölkyjen kiintomittaan suhteena.

Kuten aiemmin mainittiin, pölkyttäiset kuutioidut tehtiin keskusläpimittaan perustuvina. Kun keskusläpimitan mukainen ns. keskuskiintomitta on tunnetusti tarkkaa todellista kiintomittaa systemaattisesti pienempi (esim. A r o ja R i k k o n e n 1966), otettiin joko kymmenes pölky koeyksiköksi. Niiden avulla selvitettiin tarkon todellisen kiintomittaan ja keskuskiintomittaan välinen suhde. Saatujen kertoimien avulla korjattiin saadut keskuskiintomittat erikseen jokaisessa pinossa. Pinokohtaiset korjauskertoimet on esitetty liitteessä 4.

Jo tässä yhteydessä on syytä ilmoittaa, että tutkimuksen 2. vaiheessa, osajulkaisussa X tehtävät pinotiheyslaskelmat perustuvat kiintomittaan osalta edellä esitettyyn menetelmään, mutta pinomittana käytetään kunkin ryhmänjohtajan määrittämää ruotsalaista pinomittaa.

Laskentatavat esitellään tältä osin yksityiskohtaisesti osajulkaisussa X. Kiintomittaan liittyviä teoreettisia yksityiskohtia silmällä pitäen viitataan seuraaviin julkaisuihin (A r o ja R i k k o n e n 1966, K a r l s s o n 1971b, K o m p e n d i u m... 1972).

Pinotiheystekijäin arvioinnin tarkkuutta ja luotettavuutta tarkastellaan jokaisen tekijän osalta pinokohtaisesti keskiarvojen, hajontojen ja variaatiokertoimien perusteella. Lisäksi selvitetään arviointitulosten jakaantuminen eri luokkien osalle.

Osasta tekijöitä saadaan kuitenkin selville pölkyttäisten mittausten perusteella oikea, todellinen arvo. Nämä ovat seuraavat:

- Keskiläpimitta, joka lasketaan pölkyjen kuutiomäärällä painotettuna keskiarvona.

- Läpimittojen erotus, joka lasketaan kolmen suurimman ja kolmen pienimmän pölkyjen läpimittojen erotuksena.

- Tyvipölkyjen osuus, joka määritetään tyvipölkyjen kuutiomäärän osuutena pinon kaikkien pölkyjen kuutiomäärästä.

Myös mutkaisuus ja karsinta määritettiin pölkyttäisten mittaus-ten yhteydessä, mutta näin määritettyä luokkaa ei voida vertailla vaikeuksitta pinoittaisiin arviointituloksiin. Mittaustulosten avulla tullaan selvittämään eri tekijöiden vaikutusta pinotiheyteen, mikä otetaan esille osajulkaisussa VII. Siinä selostetaan myös tutkimuksen ko. osassa käytettävä aineiston käsittelymenetelmä.

Hylkypölkyjen määrän arvioinnin tarkkuutta tarkastellaan samalla tavalla kaksivaiheisesti kuin pinotiheysluvun arviointia. Oikeat eri tavoin kelpaamattomien pölkyjen osuudet saadaan pölkyttäisten mittaus-ten tuloksista.

332. Tietokonekäsittely

Kaikki laskelmat suoritettiin valtion tietokonekeskuksen UNIVAC 1108-tietokoneella pääasiallisesti luonnont. kand. A r j a P a n - h e l a i s e n ohjelmien perusteella. Eräissä kohdin käytettiin valtion tietokonekeskuksen ja Helsingin Yliopiston laskentakeskuksen kirjasto-ohjelmia.

4. TUTKIMUSTEHTÄVÄN RAJOITTAMINEN

Kuten alussa mainittiin, tutkinuksen tarkoituksena on ollut pinomitan kiintomitaksi muuntamisen eri vaihtoehtojen selvittäminen. Näitä vaihtoehtoja katsottiin olevan kolme, jotka kaikki otetaan tutkimuksen kohteeksi.

1. A r v i o i m a l l a p i n o t i h e y s, missä tulevat kysymykseen seuraavat tavat:

- Pinotiheysluvun arviointi silmävaraisesti pinon tuntomerkkien perusteella. Tarkistusmittausten tuloksista lasketaan oikeat pinotiheydet.

- Pinotiheyteen vaikuttavien tekijöiden eli ns. pinotiheystekijöiden arviointi tiettyä luokitusta käyttäen. Pinon tarkistusmittaustulosten perusteella lasketaan kunkin tekijän eri luokille arvoluvut niiden vaikutuksesta pinotiheyteen. Mittaustuloksista lasketaan myös oikeat luokat kullekin tekijälle. Päähuomio kiinnitetään kuitenkin kaikkien tekijöiden yhteisvaikutuksen selvittämiseen.

Näillä kahdella tavalla saadaan suoraan selville kiintomitta pinomitan lisäksi.

- Tyhjän tilan vähennyksen arviointi, jossa pyritään selvittämään kuinka paljon pienempi pino olisi, jos se olisi kaikin tavoin virheetön. Myös tässä tapauksessa koetetaan selvittää, millä tarkkuudella eri tekijöiden vaikutus tyhjään tilaan voidaan arvioida ja mikä on vähennysten tekemisen jälkeen saadun nettopinomitan tarkkuus. Oikeat tiedot saadaan tietyin rajoituksin tarkistusmittausten tuloksista.

Tulosten perusteella voidaan välillisesti päästä kiintomittaan käyttämällä keskimääräisiä pinotiheyslukuja muuntamistehtävässä.

2. M i t t a a m a l l a p i n o t i h e y s, mikä suoritetaan kylkitiheyden mittaamisen välityksellä. Kylkitiheyden mittaaminen voi tapahtua joko totaalisisena tai otantana. Kylkitiheyden osalta on selvitetävä ensinnäkin kylkitiheyden ja pinotiheyden välinen riippuvuus, jonka vahvuudesta menetelmän käyttömahdollisuudet riippuvat. Toisena vaiheena on kylkitiheyden pinon sisäisen hajonnan tutkiminen, jotta voidaan päätellä otantamittausten käyttömahdollisuudet. Lopuksi on tutkittava eri otantamenetelmien, mm. kylkitiheysmittareiden käyttöä.

Pinotiheyden mittaaminen voi tulla kyseeseen myös keskipölkyn ominaisuuksien mittaamisen avulla. Tätäkin menetelmää selvitetään.

3. Käyttämällä keskimääräisiä pinotiheyslukuja, jotka nykyään perustuvat "vanhanaikaisia" pinoja koskeviin tuloksiin. Laajan eri puolilta maata kerättävän otanta-aineiston perusteella koetetaan saada määritetyksi eri puuta-varalajien keskimääräiset pinotiheydet.

Pinomittauksessa on ongelmana myös pinon mittojen mittaaminen varsinkin sellaisissa pinoissa, joissa ei ole pääpuita tai aluspuita. Yleensä meillä ei ole tietoa pinon mittaamisessa sattuvien virheiden suuruudesta. Eräänä tavoitteena onkin selvittää myös pinon mittojen mittauksen tarkkuus ja siihen vaikuttavat tekijät.

Uusien mittausmenetelmien arvostelussa tarvitaan lisäksi tietoja mittauksen kustannuksista. Tästä syystä tarkastellaan myös erimittauksen ja arviointien työaikoja.

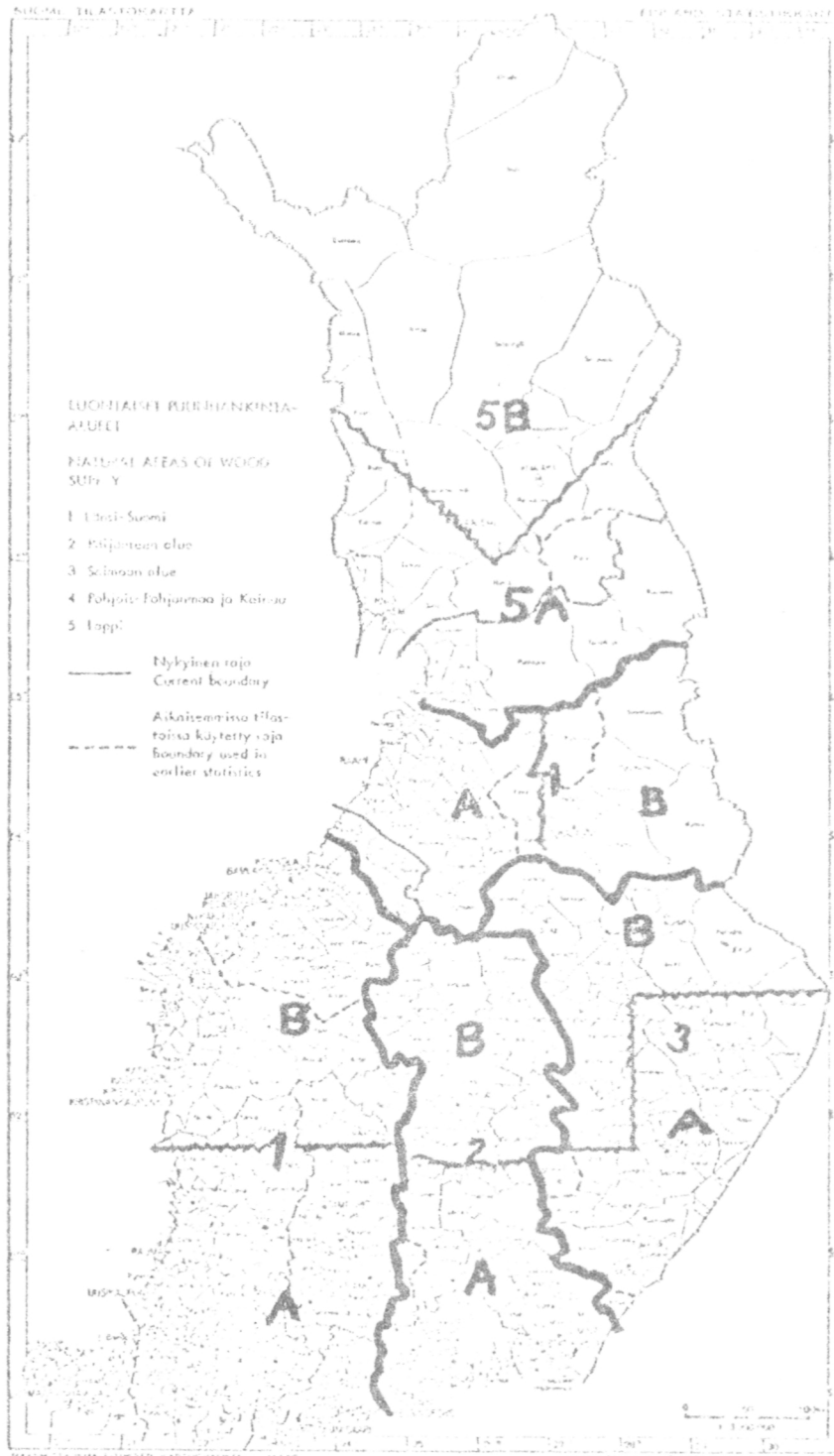
KIRJALLISUUTTA

- A r n k i l, J.E. 1966. Kourakuormaajalla ladotun pinon tiheydestä. Metsähall. tekn. tied. n:o 65 .
- A r o, Paavo. 1958. Pohjois-Suomen 2 m kuusi- ja mäntypaperipuiden pinotiheydestä, kuorimishäviöstä ja kuutiosuhteista. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 50.8.
- A r o, Paavo ja Pentti R i k k o n e n. 1966. Havusahatukkien latva-
muotoluvut. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 61.7.
- F i n n e, Björn. 1970. Puunkorjuun koneellistumisen vaikutus pinoti-
lavuuden mittaukseen. Uittoteho r.y. tiedotus n:o 244.
- " - . 1967. Koetuloksia tilavuuden mittauksesta pinosta otetun
kappalenäytteen perusteella. Uittoteho r.y. tiedotus n:o 225.
- H e i s k a n e n, Veijo. 1968. Pinomittauksen ja teknillisen kiinto-
mitan mittauksen tarkkuudesta. Suomen Metsänhoitajaliitto ry.
Moniste.
- " - 1972a. Pinomittauksen kehittämistä koskeva tutkimus. Metsä-
lehti 1972:6.
- " - 1972b. Pinomittausta kehitetään. Teollisuuden Metsäviesti
2/1972.
- H e i s k a n e n, Veijo ja Pentti K o i v u l e h t o. 1964. Tutki-
mus 2.2 m ja 4.4 m koivupaperipuun pinotiheydestä ja kuori-
mishukasta VK-16 kuorimakoneella kuorittaessa. Pienpuualan
Toimikunnan julkaisu 170.
- H e l l m a n, Eino. 1959. Paperipuun keskiläpimitan ja pinotiheyden
suhde. Suomen Puutalous 9.
- H e m m i, Lauri. 1965. Paperipuun pinotiheysmittauksia Kemijoella
1965. Uittoteho ry:n tiedotus n:o 214.

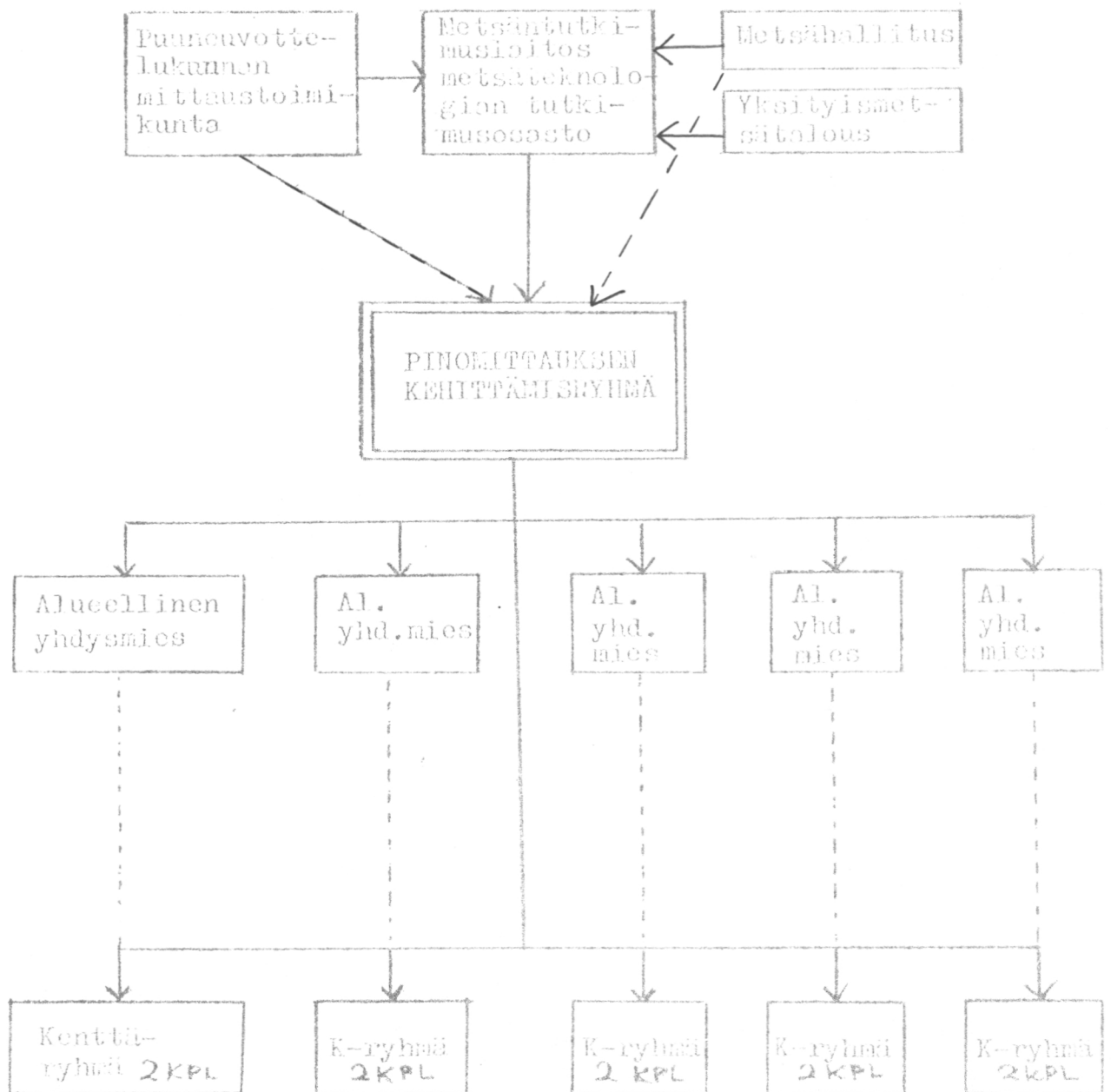
- H e m m i, Lauri. 1966. Jatkotutkimus paperipuun pinotiheyksistä Kemi-joella 1966. Uittoteho ry:n tiedotus n:o 222.
- " - 1967. Havaintoja Ruotsissa käyttöön otetuista raakapuun mittausmenetelmistä. Uittoteho ry:n tiedotus n:o 236.
- " - 1970. Kouraladottujen pinojen mittauksesta Pohjois-Suomessa. Moniste.
- K a r l s s o n, Jerker 1970. Mätning av massaved i travat mått. Preliminär rapport. Virkesmättningsrådet. Moniste.
- " - 1971a. Samband mellan relativa fastvolym och några olika egenskaper. Virkesmättningsrådet. Moniste.
- " - 1971b. Mätning av massaved i travat mått. Inst. för Virkeslära. Rapporter Nr R 73.
- Kompendium in virkesmätning. Skogshögskolan. Moniste.
- L e i n o n e n, Esko ja Pentti R i k k o n e n. 1971. Pinomittauksen kehittäminen Ruotsissa käynnissä olevan tutkimuksen perusteella. Pinomittauksen kehittämisryhmä. Moniste.
- M a k k o n e n, Olli. 1959. Pinotiheys mäntypaperipuiden laaturyhmän tunnuksena. Metsätehon tiedotus n:o 155.
- " - 1965. Koivupaperipuun pinotiheydestä ja kuutiosuhteista. Metsätehon tiedotus n:o 241.
- M ä h ö n e n, Erkki 1964. Pinotiheyden riippuvuus pölkköjen läpini-
tasta. Folia Forestalia 3.
- N i k k i l ä, Heikki. 1972. 2-m ja 2.2 m koivupaperipuun pinotiheys
Tehdaspuu Oy:n hankinta-alueella 1971. Konekirjoite Metsän-
tutkimuslaitoksessa.

- N i k k i l ä, Heikki ja Veijo H e i s k a n e n. 1972. Pinomittauksen kehittämistutkimus I. Kylkitiheydestä ja sen mittaamisesta. Kirjallisuuskatsaus. Metsäntutkimuslaitos. Moniste.
- N i s u l a, Pentti. 1963. Pinotiheystutkimuksia. Pienpuualan toimikunnan tiedotus n:o 97.
- M y h r e r , K. og K. W i b s t a d. 1965. Målemetoder for bartrekubb. SSFF. Transportutvalget. Oslo.
- N y l i n d e r, Per och Olov P e t e r s o n 1967. Relativa fastvolymen hos tre-meters massaved av tall, gran och björk. Inst. f. Virkeslära. Rapporter Nr R 59.
- P e r t o v a a r a, Heikki. 1964. Tasapituisen 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.
- R i k k o n e n, Pentti. 1972. Uudistuva puutavaran mittaus tutkijan näkökulmasta. Mittaustutkimuksen tehtävät. Konekirjoite. metsäntutkimuslaitoksessa.
- v. S c h o u l t z, H. 1968. Paperipuiden pinotiheys konekuormaajalla tehdyissä autokuormissa. Konekirjoite.
- Uudistuva puutavaran mittaus. Helsinki 1971.
- Y l i n e n, Matti.1972. Miksi kuitupuuta ei mitata pinossa. Konekirjoite Tehdaspuu Oy:ssä.

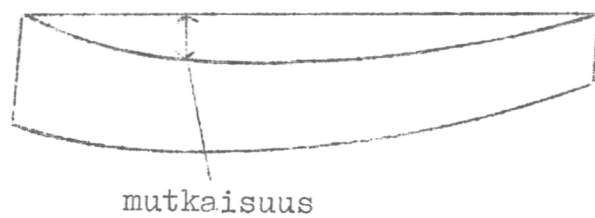
Kuva 1. Tutkimuksen aluejako.



Kuva 2. Tutkimuksen organisatio



Kuva 3. Mutkaisuuden mittaaminen



Liite 1. Kuvaus koepinoista

Alue	Kohde	Pino n:o	P-m'	Puu-laji	Pinon "ikä" kk	Tavara-laji	Karsin-ta-väline	Pinoamis-tapa	Pinotyyppi Pää - puut	Alus-puut	
1	1	1 A	15.79	Kuusi	2	runko	kirves	hyvä kp	ei ole	on	
		2 A	23.39	Mänty	2	"	"	"	"	"	
		3 A	16.63	Lehtip.	2	"	"	"	"	"	
		4 B	33.06	Kuusi	2	"	"	"	"	"	
		5 B	21.09	Mänty	8	"	"	"	toinen	"	
		6 B	18.49	Lehtip.	1	"	"	"	käsin	molemmat	"
		7 C	34.70	Kuusi	11	latva	"	"	hyvä kp.	ei ole	ei ole
		8 C	33.37	Mänty	2	runko	"	"	hyvä kp.	ei ole	on
		9 C	18.56	Lehtip.	2	"	"	"	"	"	"
1	2	1 A	16.82	Kuusi	6	"	m-saha	"	toinen	"	
		2 A	15.80	Mänty	6	"	"	"	"	"	
		3 A	16.47	Lehtip.	6	"	"	"	"	"	
		4 B	24.12	Kuusi	2	"	"	"	"	molemmat	"
		5 B	20.87	Mänty	2	"	"	"	"	"	"
		6 B	19.05	Lehtip.	4	"	"	"	käsin	"	"
		7 C	27.00	Kuusi	1	"	"	"	huono kp.	ei ole	"
		8 C	27.58	Mänty	1	"	"	"	hyvä kp.	"	"
		9 C	19.75	Lehtip.	4	"	"	"	"	"	"
2	1	1 A	16.32	Kuusi	2	"	m-saha+ kirves	"	"	"	
		2 A	10.86	Mänty	2	"	"	"	huono kp.	"	"
		3 A	17.30	Lehtip.	2	"	"	"	"	"	"
		4 B	20.51	Kuusi	2	"	"	"	hyvä kp.	"	"
		5 B	18.91	Lehtip.	0	"	"	"	käsin	molemmat	"
		6 B	16.63	Mänty	0	"	"	"	"	ei ole	"
		7 C	18.20	Mänty	2	latva	m-saha	"	"	"	"
		8 C	17.30	Lehtip.	0	runko	m-saha+ kirves	hyvä kp.	"	"	"
		9 C	18.33	Mänty	0	"	"	"	huono kp.	"	ei ole
		10 C	15.95	Kuusi	3	"	"	"	käsin	"	on
3	1	1 A	16.22	Mänty	2	runko+ latva	m-saha	hyvä kp.	toinen	"	
		2 A	17.50	Kuusi	2	"	m-saha+ kirves	"	"	ei ole	
		3 A	12.99	Lehtip.	2	"	m-saha	"	"	on	
		4 B	24.38	Lehtip.	2	runko	"	"	"	molemmat	"
		5 B	27.07	Mänty	2	"	"	"	"	toinen	"
		6 B	33.50	Kuusi	2	"	"	"	"	ei ole	ei ole
		7 C	20.09	Kuusi	2	"	"	"	käsin	"	on
		8 C	12.38	Mänty	2	"	m-saha+ kirves	"	"	molemmat	"
9 C	23.37	Lehtip.	2	"	"	m-saha	"	ei ole	ei ole		
3	2	1 A	27.05	Mänty	1	runko+ latva	m-saha+ kirves	huono kp.	"	on	
		2 A	20.82	Kuusi	3	runko	"	hyvä kp.	"	"	
		3 A	18.28	Lehtip.	0	"	"	"	"	"	
		4 B	16.10	Mänty	0	"	"	"	"	"	
		5 B	17.06	Kuusi	0	"	"	"	"	"	
		6 B	14.60	Lehtip.	0	"	"	"	huono kp.	"	"
		7 C	21.18	Mänty	-	runko+ latva	kirves	käsin	"	"	
		8 C	20.36	Kuusi	-	runko	m-saha+ kirves	"	"	toinen	"
		9 C	19.53	Lehtip.	-	"	kirves	"	"	"	"

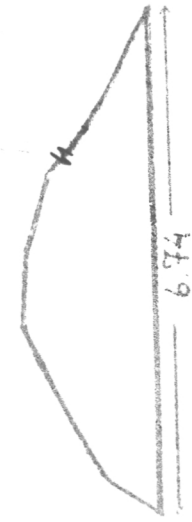
Liite 1. Kuvaus koepinoista. Jatkoa.

Alue	Kohde	Pino n:o	P-m ³	Puu-laji	Pinon "ikä" kk	Tavara-laji	Karsin-ta-väline	Pinoamis-tapa	Pinotyyppi Pää-puut	Alus-puut
4	1	1 A	21.32	Kuusi	2	runko	m-saha+ kirves	hyvä kp.	ei ole	on
		2 A	20.50	Mänty	2	runko+ latva	"	"	"	"
		3 A	13.62	Lehtip.	2	runko	"	"	"	"
		4 B	18.80	Lehtip.	1	"	"	käsin	toinen	"
		5 B	19.54	Mänty	1	runko+ latva	m-saha+ kirves	"	ei ole	"
		6 B	17.49	Kuusi	1	"	kirves	"	toinen	"
		7 C	20.05	Mänty	1	"	m-saha+ kirves	hyvä kp.	molemmat	"
		8 C	14.04	Kuusi	1	runko	"	"	"	"
		9 C	22.28	Lehtip.	1	"	"	huono kp.	"	"
5	1	1 A	24.38	Lehtip.	2	"	m-saha	"	"	"
		2 A	19.36	Kuusi	2	runko+ latva	"	hyvä kp.	toinen	"
		3 A	18.23	Mänty	2	"	"	"	"	"
		4 B	22.48	Lehtip.	2	runko	"	käsin	molemmat	"
		5 B	24.23	Kuusi	3	runko+ latva	"	hyvä kp.	toinen	"
		6 B	17.73	Mänty	-	"	"	"	"	"
		7 C	19.99	Lehtip.	1	runko	kirves	huono kp.	ei ole	"
		8 C	24.92	Kuusi	3	runko+ latva	m-saha	"	"	"
		9 C	20.51	Mänty	4	"	"	"	toinen	"

Kaavio kuvet mitattaisva pinoista. Alue 1, konda 1.

Liite 2.

pino 1a ku



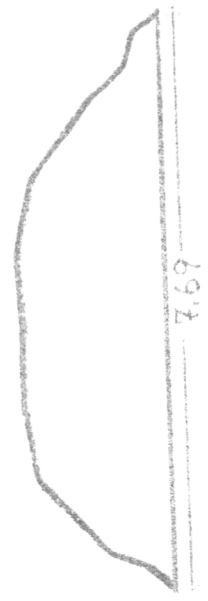
pino 2a ma



pino 3a ko



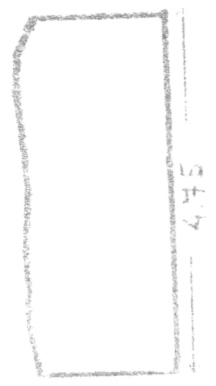
pino 4 b ku



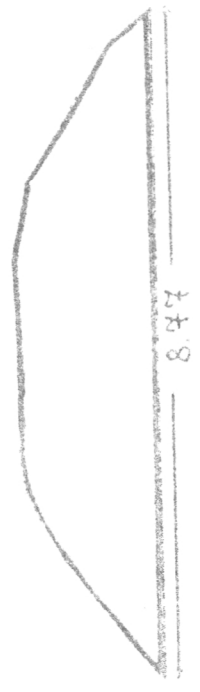
pino 5b ma



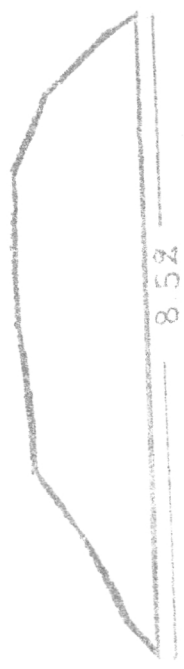
pino 6b le



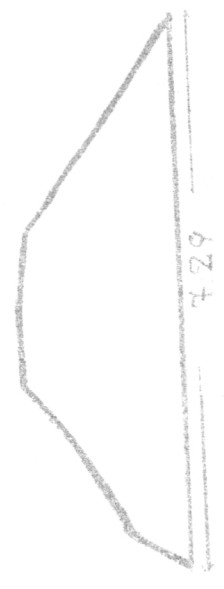
pino 7c ku



pino 8c ma



pino 9c le

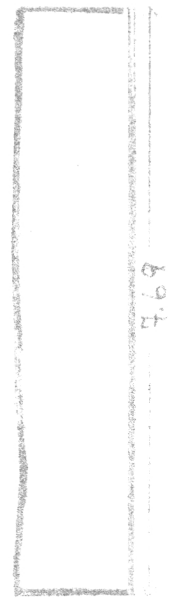


Liide 2. Kaarilõikude ristlõike pildid. Alue 1, kõrde 2.

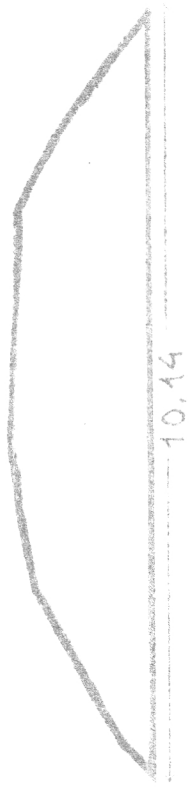
pino 1a ku



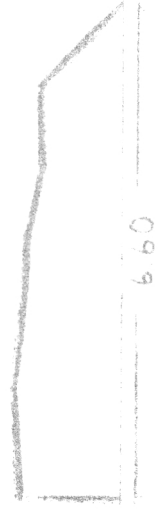
pino 4b ku



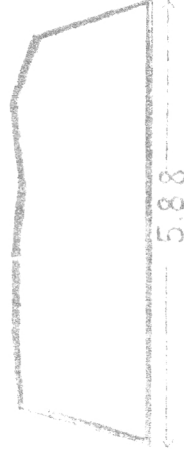
pino 7c ku



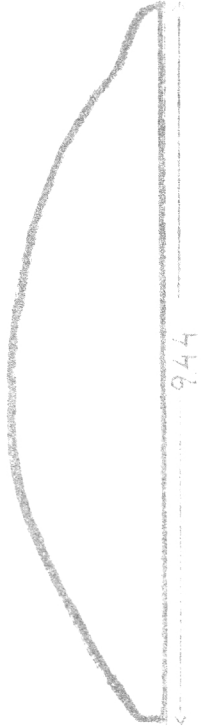
pino 2a mä



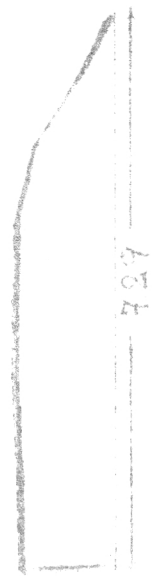
pino 5b mä



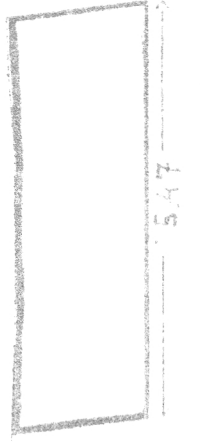
pino 8c mä



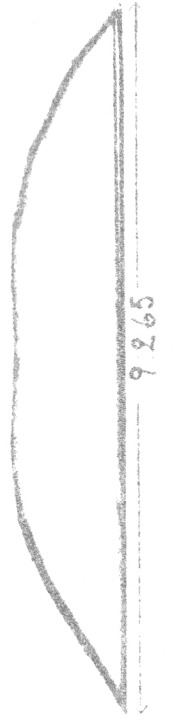
pino 3a ko



pino 6b ko

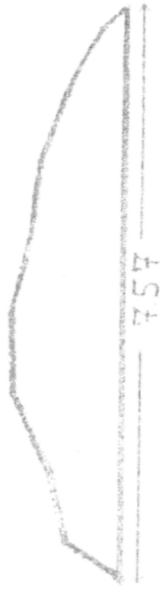


pino 9c ku

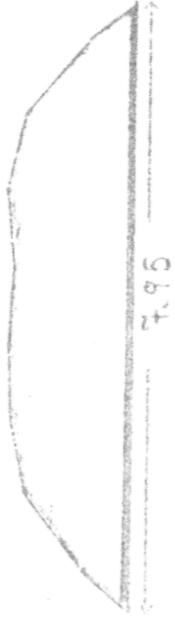


Liite 2. Kaavioiduivat mitatuista pinoisista. Alue 2, koidde 1.

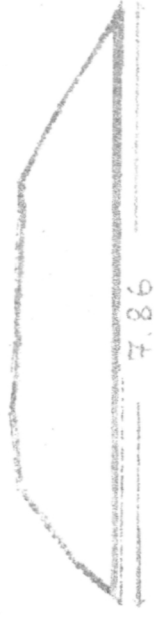
pino 1a ku



pino 4b ku



pino 8c ko



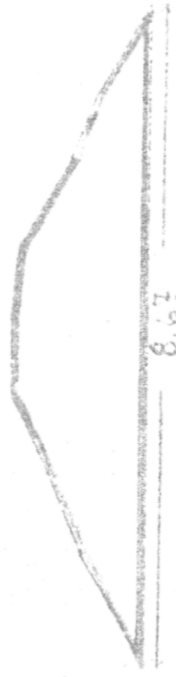
pino 2a mä



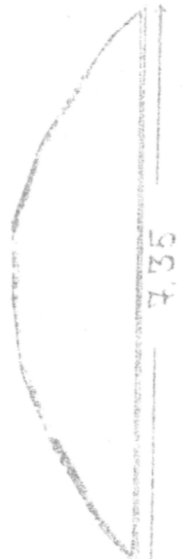
pino 5b ko



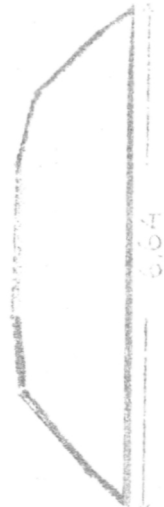
pino 9c mä



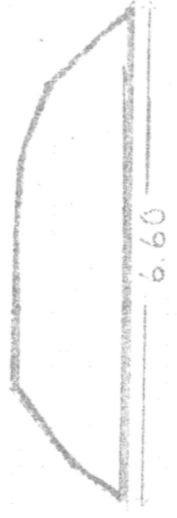
pino 3a ko



pino 6b mä



pino 10c ku



pino 7c mä



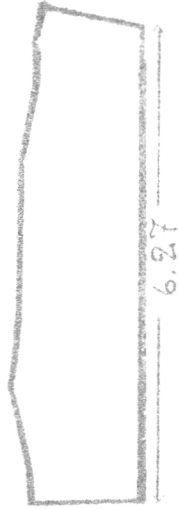
pino 1a mä



pino 2a ku



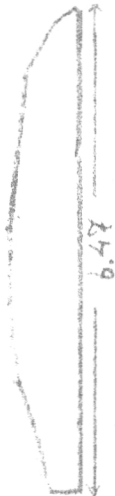
pino 4b ko



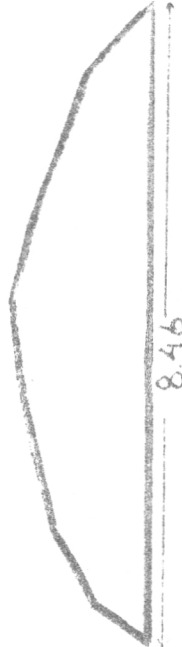
pino 5b mä



pino 3a ko



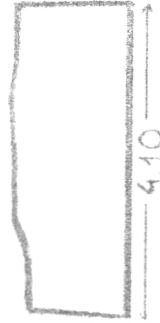
pino 6b ku



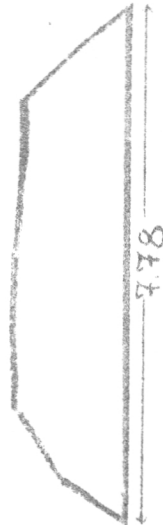
pino 7c ku



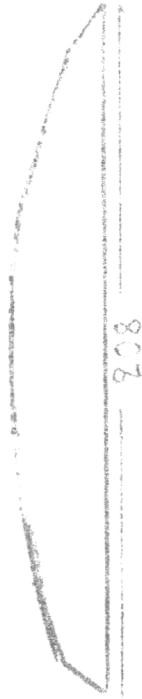
pino 8c mä



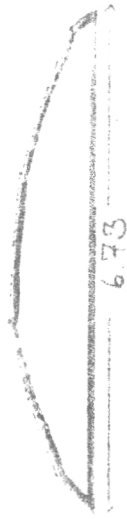
pino 9c ko



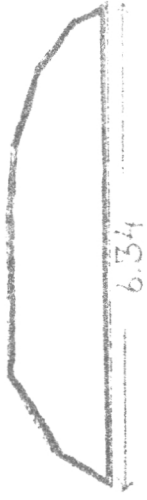
pino 4a mā



pino 4b mā



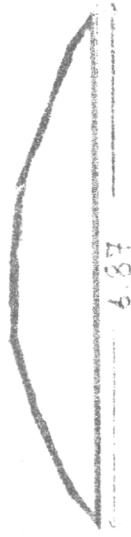
pino 7c mā



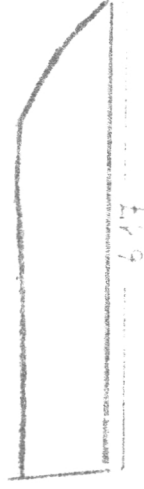
pino 2a ku



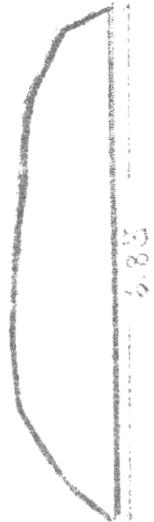
pino 5b ku



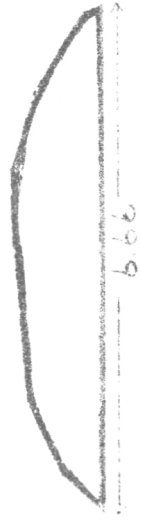
pino 8c ku



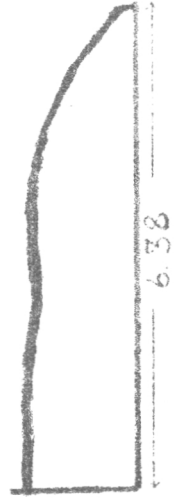
pino 3a ko



pino 6b ko



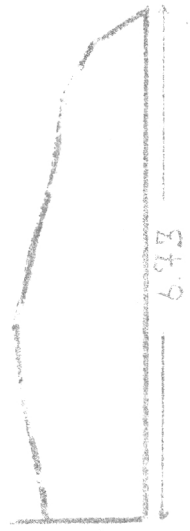
pino 9c ko



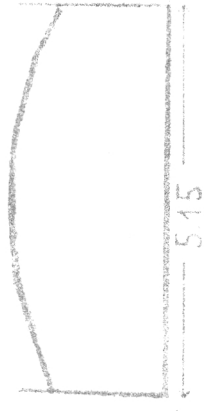
pino 4a ku



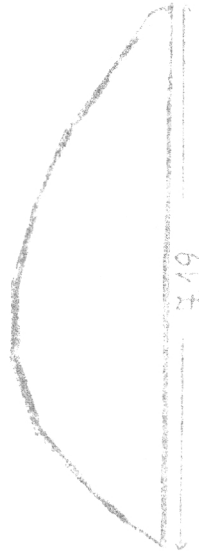
pino 4b ko



pino 7c má



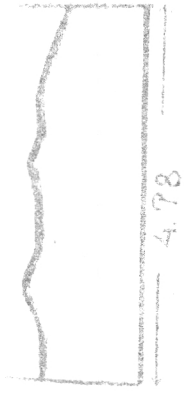
pino 5a má



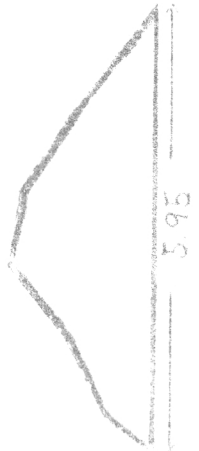
pino 5b má



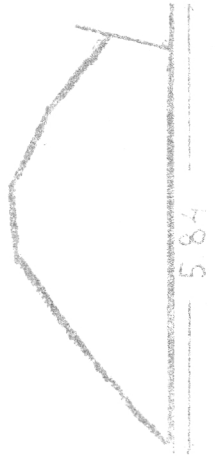
pino 8c ku



pino 3a ko



pino 6b ku



pino 9c ko

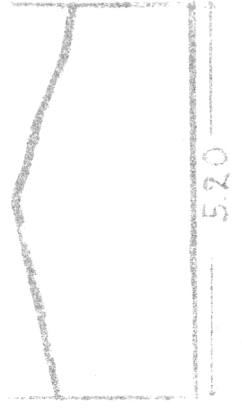
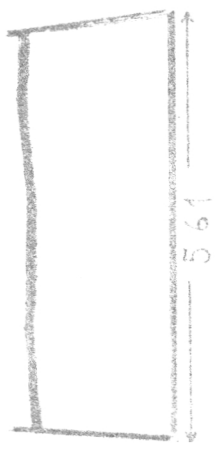


Figure 2. X-ray diffraction patterns of pinoisite. Alue 5, kōhde 1.

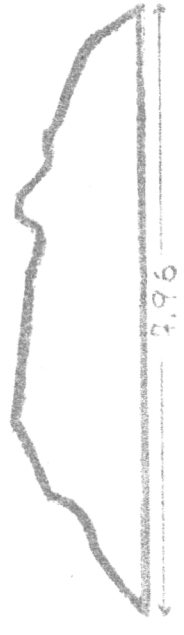
pino 1a ko



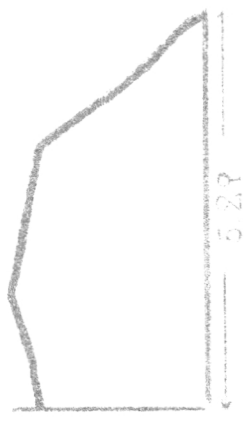
pino 4b ko



pino 7c



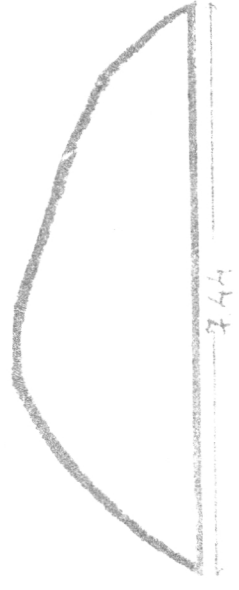
pino 2a ku



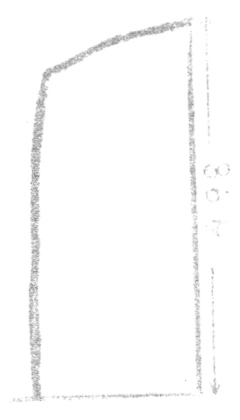
pino 5b ku



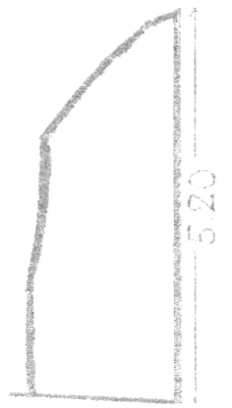
pino 8c ku



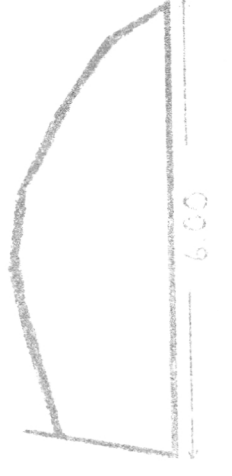
pino 3a mö



pino 6b mä



pino 9c mä



Liite 3. Koemittauksiin osallistujien lukumäärä alueittain ja kohteittain.

Alue	Kohde	Myyjiä	Ostajia	Muita	Yhteensä	Mittauksia
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		72	74	3	149	1283

Keskuskiintomitan korjauskertoimet.

Alue	Kohde	Pino	Korjauskerroin	Alue	Kohde	Pino	Korjauskerroin
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			10	1.0286
		2	1.0166	3	1	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			9	1.0234
		2	1.0012	3	2	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			9	1.0206
		2	1.0207	4	1	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			9	1.0460
		5	1.0124	5	1	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				

