



Havukuitupuun tilavuuden painon ja kuiva-aineen mittaamisesta tehtaalla

MEASUREMENT OF SOFTWOOD PULPWOOD VOLUME
WEIGHT AND DRY SUBSTANCE AT THE MILL

ARNO TUOVINEN

HELSINKI 1973

M E T S Ä T E H O

Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto ry:n metsätyöntutkimusosasto
Forest Work Study Section of the Central Association of Finnish
Forest Industries

HAVUKUITUPUUN TILAVUUDEN, PAINON JA KUIVA-AINEEN
MITTAAMISESTA TEHTAALLA

Measurement of Softwood Pulpwood Volume,
Weight and Dry Substance at the Mill

Arno Tuovinen

SISÄLLYS

Contents

	Sivu Page
TIIVISTELMÄ	3
1 TUTKIMUKSEN TARKOITUS	5
2 TUTKIMUKSEN SUORITUS	5
2.1 Tutkimuksen suorittajat	5
2.2 Autopuu	5
2.3 Meripuu	8
2.4 Erillisselvitykset	9
2.5 Tarkkuuden määrittäminen	9
3 TULOKSET	9
3.1 Kuorellisen kiintomitan määrittäminen	9
3.1.1 Pinomittaukseen perustuvat menetelmät ..	10
3.1.1.1 Kiintomitan mittaus otantana ..	10
3.1.1.2 Kiintomitan arviointi	
kehysmitasta	12
3.1.2 Punnitukseen perustuvat menetelmät	14
3.1.2.1 Tuoretilavuuspaino-otanta	14
3.1.2.2 Tuoreusluokittainen tuore-	
tilavuuspaino-otanta	20
3.2 Kuorellisen kuiva-aineen määrittäminen	20
3.3 Yhdistetty kiintomitan ja kuiva-aineen määrittäminen	23
3.4 Kiintomitan ja kuiva-ainepainon vähennykset ...	25
3.4.1 Lumi ja jää	25
3.4.2 Kuori	27
3.4.3 Kelpaamaton puutavara	29
4 KIRJALLISUUTTA - R e f e r e n c e s	31
S u m m a r y i n E n g l i s h	32
L I I T T E E T - A p p e n d i c e s	35

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Rauma-Repolä Oy:n Rauman Selluloosa- ja Paperitehtaalle tulleen havukuitupuun (hiomokuusen ja selluloosapuun) kiintomittaprocentin, tilavuuspainon ja kuiva-ainepitoisuuden vuotuiset keskiarvot ja vuodenaajoittaiset ja alueittaiset vaihtelut.

Mukaan otettiin 3 m havukuitupuuta ja 4.5 m havukuitutukki, joka käytettiin myös kuitupuuna. Kolmimetrinen selluloosapuuta käsiteltiin kahtena erillisenä osana, sisämaan ja Turun saariston selluloosapuuna.

Autopuuta koskeva näytteiden otto suoritettiin 1971-08-01 ja 1972-07-31 välisenä aikana pyrkien selvittämään kiintomittaprocentti kuukausittain. Meripuulle sen sijaan käytettiin koko vuoden pumääriin perustuvaa lauttaluettelolaitetta, määrävälisiin perustuvaa otantaa, jossa pyrittiin koko vuoden sisällä samaan tarkkuuteen kuin autopuulla kuukausittain. Näytteiden määrät selviävät asetelmista sivulla 8. Näytteiden tilavuuden ja painon mittauksissa käytettiin siltanosturiin rakennettuja upotuspunnituslaitteita.

Varsinaisen perustutkimuksen lisäksi suoritettiin lukuisia erillisselvityksiä.

Kuorellisen kiintomitan määrittely

Pinomittausta perustana käyttäen saadaan autopuun kiintomitta kertomalla kehysmitta kiintomittaprocentin keskiarvoilla (taulukko 8, s. 10). Kolmimetrille kuitupuulle saatu keskiarvo, 63.4 %, on tuntuvasti alhaisempi kuin aiemmin yleisesti käytetty pinotiheysluku, 68 %, mutta hyvin yhtäläinen kuin tammikuussa 1973 Metsäntutkimuslaitoksen vahvistama kiintomittaprocentti (63 %). Jos tehtaalla pinomittaan lisätään kehysmitasta tehdyt vähennykset, kiintomittaprocentiksi saadaan 3 m kuitupuulle 62.2 ja kuitutukille 67.4. Kiintomittaprocentti pysyi melko yhtäläisenä läpi vuoden kullakin tavaralajilla. Tarkistuksissa todettiin, että autopuunäytetaakkojen pölkyittäisellä mittauksella ja upotusmittauksella saavutettiin melko yhtäläiset tulokset.

Menetelmää ei voitu soveltaa meripuulle, koska meripuun nipuittainen pinomitta usein puuttui.

Punnitukseen ja näytteiden tuoretilavuuspainon avulla kiintomitan määrittelyyn perustuvasta menetelmästä saadut tulokset on esitetty taulukoissa 3-7 (s. 38-42) ja asetelmassa sivulla 14, vasen palsta.

Hiomokuusen jakaminen tehdasmittausajan mukaan talvikauden ja kesäkauden tavaraan pienensi hajontaa hieman, muttei taloudellisesti merkittävästi. Selluloosapuulla vastaavaa pienentymistä ei voitu havaita.

Tuoretta tavaraa oli enemmän vain hiomokuusen joukossa. Selluloosapuussa oli erittäin runsaasti ylivuotista tavaraa.

Käytettäessä kovelinviiltojen perusteella arvioitua tuoreusluokitusta saatiin tuoretilavuuspainon hajonta pienentymään etenkin tuoreella tavaralla, muttei näytteiden lukua pienentävässä mitassa (taulukko 15, s. 18). Tästä huolimatta kovelinviiltoihin perustuvan tuoreusluokituksen käyttöä ei kannata väheksyä, sillä sen avulla saadaan selville tehtaalle tulleen kuitupuun jakautuminen tuoreusasteiluokkiin. Käyttämällä esimerkiksi tässä tutkimuksessa saatuja tai mahdollisesti varta vasten tarkistettuja tuoretilavuuspainon arvoja saadaan selville erän likimääräinen kokonaispaino. Menetelmä soveltuu käytettäväksi erityisesti silloin, kun tehtaalla ei ole vaakaa eikä upotusmittauslaitteita.

Meripuulla kuitupuun tuoretilavuuspaino (taulukko 13, s. 17 ja asetelma sivulla 20) osoittautui aivan toisenlaiseksi kuin autopuulla. Tuoretilavuuspainon tasaisuuden vuoksi näyttää olevan mahdollista käyttää punnitusta ja keskimääräistä tuoretilavuuspainoa meripuun kiintomitan määrittäjänä.

Kuiva-ainepitoisuuden määrittäminen

Autopuun eri tavaralajeille saatiin kuorellisen kuiva-aineprocentin keskiarvoiksi ja variaatiokertoimiksi taulukkojen 3-7 ja 16 (s. 38-42 ja 22) osoittamat luvut. Vuodenaajoittainen yhdistely tehtaalla mittausajan suhteen ei parantanut tarkkuutta.

Meripuulle vastaavat tulokset olivat paremmat (taulukko 13, s. 17) kuin maapuulle.

Yhdistetty kiintomitan ja kuiva-aineen määrittäminen

Kuutiometrin kuorellinen kuiva-ainepaino saadaan kertomalla m^3 :n tuoretilavuuspaino kuiva-aineprosentilla. Menetelmä edellyttää sekä tuoretilavuuspainon että kuiva-aineprosentin määrittämistä. Molemmat saadaan näytteistä. Perusmittausmenetelmänä on joko kehysmittaus tai punnitus. Tutkimusaineiston keskiarvoiksi saadut luvut on esitetty taulukoissa 3-7 ja 13 (s. 38-42 ja 17) sekä asetelmassa sivulla 25. Pyrittäessä tarkentamaan menetelmää m^3 :n kuiva-ainepaino voidaan määrittää tuoreusluokittain. Tuoreusluokitus voidaan perustaa purunäytteiden kuiva-ainepitoisuuteen.

Kiintomitan ja kuiva-ainepainon vähennykset

Ilmassa ja vedessä punnitusta käyttäen saatu kuorellinen kiintomitta, kuorellinen kuiva-aineprosentti ja näiden yhdistelmänä kuorellinen kuiva-ainepaino sisältävät joukon virhelähteitä, joista tärkeimmät on korjattava, ennen kuin päästään kuorettomaan, kelpaavaan kuitupuun kuiva-ainepainoon.

Lumen ja jään haitat keskittyvät maakuljetuspuun mittaukseen. Meripuulla haitat ovat yleensä vähäiset.

Kevyt irtolumi vaikeuttaa näköhavaintoihin perustuvaa autokuormien laadun ja kiintomittaprocentin arviointia. Pehmeä, painava lumi lisää tuoretilavuuspainoa. Jään vaikutus keskittyy sydäntalveen. Ääritapauksissa se lisää tilavuutta jopa yli 10 %, muttei silti suuremmin tuoretilavuuspainoa eikä kuiva-ainepainoakaan. Jäisten kohtien osuus ja jään tilavuusprosentti ovat toisistaan riippuvia (kuva 13, s. 26).

Kuoren tilavuus- ja painoprosentit (taulukko 20, s. 29) perustuvat saatuihin mittaustuloksiin, HAKKILAN (1967) selvitukseen kuoren tilavuus- ja painoprosenttien suhteesta sekä RIKKOSEN (1972) esittämiin tuloksiin kaulain- ja upotusmittauksen välisistä eroista.

Nippunosturilla käsiteltävistä nostotakoista tai näitä vastaavista kuormapinoista voidaan erottaa ainakin lumettomana aikana lahot ja läpimitaltaan alamittaiset pölkyt. Sen sijaan on mahdotonta

taakkaa tai kuormapinoa purkamatta selvittää, miten paljon mukana on liian mutkaisia, pirstoutuneita tai pituudeltaan alamittaisia pölkyjä. Pituudeltaan alamittaisia pölkyjä todettiin olevan mukana runsaasti määräpituiseksi tarkoitettussa tavarassa, mutta tällaisen alamittaisuuden käytännöllinen merkitys oli vähäinen.

Johtopäätökset

Todettiin, ettei mikään seuraavista mittaustavoista yksinään riitä antamaan käyttökelpoisia tuloksia.

a Kehysmittaus (pinomittaus) ja näytteinä kiintomittaprocentin ja tuoretilavuuspainon mittaus; kiintomittaprocentin arviointi kaikista kuormista voidaan myös lukea tähän

b Punnitus ja näytteinä tuoretilavuuspainon mittaus

c Kuiva-aineen määrittäminen näytteinä

Tarvitaan yhdistettyjä mittausten menetelmiä (a ja c tai b ja c).

Maakuljetuspuulle (auto- ja rautatiekuljetuspuu) voidaan käyttää kaikkia edellä mainittuja menetelmiä, kun taas merikuljetuspuulle soveltuvat kuitupuun punnitus ja tuoretilavuuspaino- sekä kuiva-ainepitoisuusnäytteiden ottaminen. Aina tarvitaan upotusmittauslaitteita. Pölkyistä näytteiden mittausta käyttäen voidaan selvittää näytteiden kiintomitta, mutta painon mittaus ei käy suuressa mittassa päinsä.

Käytössä olleet upotusmittauslaitteet osoittautuivat käyttökelpoisiksi, joskin niiden häiriötön toiminta vaatii edelleen kehittelyä. Kuiva-ainepitoisuusnäytteiden ottaminen sujui jyrsinlaitteilla hyvin. Sen sijaan näytetulosten saaminen kyllin luotettaviksi vaatii erikoistimenpiteitä.

Mittaustuloksiin voimakkaasti vaikuttavien erillistekijöiden, kuten kuoren määrän ja laadun, jään esiintymisen ja kuitupuuksi kelpaamattoman puun määrän ja laadun, seuranta on järjestettävä jatkuvaksi toiminnaksi. Kehityksen jatkuvaa seuraamista varten tarvitaan selväpiirteinen graafinen tulosten esittämismenetelmä.

1 TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sekä autolla että merihinauksena Rauma-Repola Oy:n Selluloosa- ja Paperitehtaal- le tuodun havukuitupuun eri tavaralajien kiintomittaprosentin, tilavuuspainon ja kuiva-ainepitoisuuden vuotuiset keskiarvot ja näiden vuodenajoittaiset ja alueittaiset vaihtelut. Näitä tietoja tarvitaan lähinnä hiokkeen ja selluloosan valmistusta silmällä pitäen riittävän luotettavan kuvan saamiseksi raaka-aineen määrästä ja laadusta.

2 TUTKIMUKSEN SUORITUS

2.1 Tutkimuksen suorittajat

Tutkimusta silmällä pitäen suoritettiin vuonna 1969 kuorellisen mäntykuitupuun painomittauksia koskeva esitutkimus (TUOVINEN 1970). Esitutkimusta ja käsillä olevaa varsinaista tutkimusta varten muodostettiin työryhmä: metsänhoitaja Jaakko Kahiluoto, dipl.insinööri Lauri Alava, dipl.insinööri Martti Saaristo ja insinööri Samuli Siitari Rauma-Repola Oy:stä sekä metsänhoitaja Arno Tuovinen Metsätehosta. Lisäksi työryhmään on kuullut melkein koko tutkimusajan metsänhoitaja Heikki Kauko Rauma-Repola Oy:stä.

Työryhmän tehtävät on määritetty siten, että ryhmän johdosta ja koolle kutsumisesta on vastannut Kahiluoto, tehdasmittauksen kehittämistavoitteiden sopeuttamisesta yleiseen tehdaskäsittelyyn Alava, kuiva-ainepitoisuusmäärittämisestä ym. laboratoriotöistä Saaristo, tehdasalueella suoritettavasta näytteiden määräämisestä ja mittauksesta Siitari ja myöhemmin Kauko sekä suunnitelman teosta, tutkimuksen yleisjohdosta ja valvonnasta sekä aineiston käsittelystä ja tulosten valmistamisesta Tuovinen. Käytännön mittauksista

on huolehtinut Rauma-Repola Oy (metsätyönjohtaja Raimo Talja pääosan tutkimusajasta ja hänen jälkeensä metsätyönjohtaja Risto Nurmikolu).

2.2 Autopuu

Tutkimus jaettiin kahteen pääosaan, autopuuta ja merihinauspuuta koskeviin selvitäksiin. Autopuuta koskevaa aineistoa alettiin kerätä huhtikuussa 1971, mutta varsinaiseen tutkimukseen päästiin vasta elokuun alussa 1971 alkuhankaluuksien selvittämisen jälkeen. Varsinainen tutkimus kesti yhtämittaisesti 12 kuukautta eli heinäkuun loppuun 1972. Senkin jälkeen suoritettiin vielä syksyllä 1972 aineiston täydennyksiä.

Autopuusta otettiin näytteet taakoittain 5-päiväisen työviikon puitteissa ja pyrkien tavaralajeittain ja kuukausittain 5 %:n riskillä 3 %:n molemminsuuntaiseen konfidenssiväliin. Autopuusta selvitettiin autopinojen pino- ja kehysmitat sekä näytetaakkojen (kaksi pinoa = taakka 3 m:n tavaraa, yksi pino = taakka kuitutukkeja) paino, tilavuus ja jyrksinnäytteistä määritetty kuorellinen kuiva-ainepitoisuus. Autovaakaa ei ollut käytettävissä. Näytetaakkojen paino ja tilavuus (eli kiintomitta) määritettiin 30 tonnin siltanosturiin rakennetuilla upotuspunituslaitteilla (kuvat 2-5). Ensin mitattiin taakan paino ilmassa ja sen jälkeen mitattiin veteenupotuksen yhteydessä taakan noste. Viimeksi mainittu mittaus suoritettiin 5.5 m:n syvyyseksi louhityksessa mittapaikassa (10 x 20 m) nippujen vedestä nostoalueella. Jyrksinnäytteet otettiin 3 m:n taakan toiselta sivulta, kuitutukeilla molemmilta sivuilta (ei oksien kohdalta) norjalaisella Brödrene Karterud, Mek. verkstedin, Ski, toimittamalla sähkökäyttöisellä jyrsimellä, jossa oli oikean jyrsimissyvyyden arvioimislaitteet. Purunäytteitä otettiin kuormasta 20 kpl. Kaikki puru sisällytettiin näytteeseen.



Kuva 1. Jokaisen tutkimuskuorman jokaista taakkaa kohti vedettiin mittauspaikalla arpa, joutuuko taakka näytteeksi vai ei. Käytettiin 100 arvan Fair Play -arpapenk- kaita. Kuvat 1-6 valok. Rauma-Repola Oy

Fig. 1. Lots were drawn at the measuring site to decide which bunch of each load was to be selected as a sample. Fair Play lottery rings in series of 100 were used. Photos 1-6 are by Rauma-Repola Oy



Kuva 2. Yleiskuva siltanosturialueesta. Etualalla olevan kopin luona otettiin näytetaakoista jyrsimellä purunäytteet kuiva- ainepitoisuuden selvittämiseksi. Taustalla siltanosturi upotusmittauslaitteineen

Fig. 2. General view of the bridge crane area. Chip samples were taken by cutter from the sample bunches near the cabin in the foreground to establish the dry substance content. In the background, the bridge crane with its scaling apparatus based on the Archimedeian method

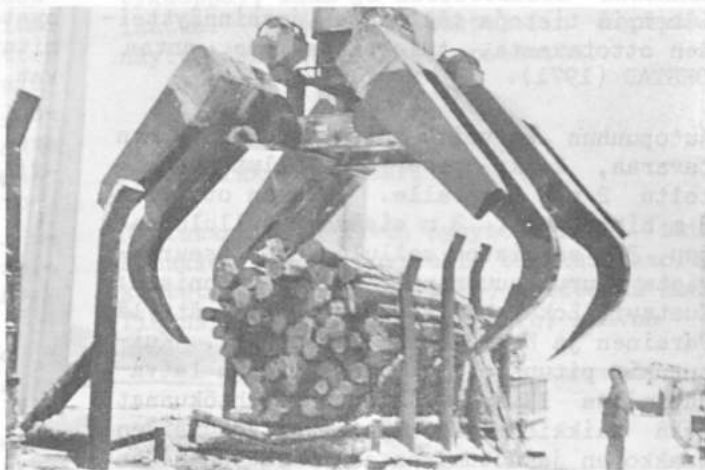


Kuva 3. Nostovaijerein varustettu siltanosturi nostaa näytetaakan autosta ja siirtää sen ns. kehtoon, sitten kun taakasta on otettu kuiva-ainenäytteet ja suoritettu taakkaa koskevat erikoismittaukset ja arvioinnit

Fig. 3. A bridge crane with a hoisting wire lifts the sample bunch from the truck and moves it to the "cradle" after dry substance samples have been taken and special measurements and estimations of the bunch have been made

Kuva 4. Siltanosturi kouraisee "kehdosta" näytetakaan ilmassa ja vedessä punnitusta varten

Fig. 4. The bridge crane grabs the sample bunch from the "cradle" for scaling in air and water



Kuva 5. Vedessä punnitus käynnissä. Syvyyttä on mittauspaikalla 5.5 m

Fig. 5. Scaling in water in progress. Depth at the measuring site 5.5 m



Kuva 6. Upotuslaitteiden tilavuuden mittauksia tarkistettiin ja kuoren ja jään määrää mitattiin mittasaksia käyttäen

Fig. 6. The volume measurements of the scaling apparatuses were controlled and the amount of bark and ice was measured by caliper



Lähempiä tietoja tällaisten jyrinnäytteiden ottotavasta, tuloksista yms. antaa OKSTAD (1971).

Autopuuhun ei voitu ottaa mukaan 2 m:n tavaraa, koska nosturia ei ollut suunniteltu 2 m:n tavaralle. Mukaan otettiin 3 m hiomokuusi, 3 m sisämaan selluloosapuu, 3 m saariston selluloosapuu (seuraavista Turun suunnan rannikon kunnista: Kustavi, Lokalahti, Taivassalo, Rymättylä, Parainen ja Kemiö) sekä kuitutukki. Kuitutukin pituus oli 4.5 m ja pienin latvaläpimitta 13 cm. Autopuun lähtökunnat sekä kaikkien ja näytteiksi osuneiden taakkojen jakautuminen ja määrät nähdään taulukosta 1 (s. 36). Autopuusta otettiin arvonnin piiriin kaikki ne taakat, jotka olivat tehtaan pinomittauspaikalle saapuneissa autoissa, viikoittain vuorotellen joko klo 8...16 tai klo 11...19. Tutkimuksen ulkopuolelle jätettiin 2 m kuitupuun lisäksi kaikki sekataakat ja toisilta yhtiöiltä tullut vaihtopuu, jonka alkuperästä ei ollut varmaa tietoa. Arvonnassa käytettiin 100 arvan Fair Play -arparenkaita (kuva 1, s. 6). Aineiston määrä oli seuraava (taulukko 1, s. 36).

Tavaralaji	Perusjoukko, taakkoja kpl	Näyte- taakkoja yhteensä, kpl	Näyte- prosentti
Hiomokuusi			
- 3 m	2 822	209	7.4
- kuitutukki	819	101	12.3
Selluloosapuu			
- sisämaan 3 m	1 109	261	23.5
- kuitutukki	134	95	70.9

Kuitutukin riittävä saanti osoittautui vaikeaksi; samoin oli vaikeuksia saariston 3 m selluloosapuun saannissa. Tätä tavaralajia (näytteitä 60 taakkaa) jouduttiin täydentämään erikoistoimenpitein syksyllä 1972. Taakkojen lukumääriä arvioitaessa oletettiin 2 m:ä pitempää tavaraa sisältävien taakkojen luku yleensä liian suureksi, mikä pakotti kolmen tutkimuskuukauden jälkeen suurentamaan näyteprosentteja. Kiintomittaprocentin variaatiokertoimien, hajonnan, arvioinneissa sen sijaan osuttiin melko oikeaan.

Jokaisesta perusjoukkoon kuuluneesta ja arvontaan joutuneesta autopinosta tai pinoparista, jotka muodostivat nostotaakan, mitattiin tehtaan pinomitta, joka saatiin ns. kehysmitasta tehtaan mittamiesten suorittamien pienten vähen-

nysten jälkeen. Jokaisesta näytetaakasta mitattiin tai arvioitiin lisäksi seuraavat tiedot.

- karsinnan laatu (3 luokkaa: tavallista parempi, normaali moottorisahakarsinta, heikko karsinta)
- ladonta (rakoihin mahtuvien keskikoisten pölkkyjen luku ja tästä johdettuna niiden sisältämä pinomitta)
- oksaisuus (3 luokkaa: vähäoksainen, normaali, oksainen)
- pölkkyjen lukumäärä ja keskipituus
- kuorettoman pinnan osuus (% vaippapinnasta)
- tukinlatvustavaran osuus (% kuutiosta)
- havujen määrä (3 luokkaa: ei yhtään, hiukan, runsaasti)
- tuoreus (kovelimella 8-10 paikasta 0.5 m:n viilloista luokat: tuore; kuivunut, muttei hyönteisjälkiä; kuivunut, hyönteisjälkiä on; laho, ylivuotinen)
- näytteen ikä kaadosta tehtaalleajoon, kk

2.3 Meripuu

Meripuun osalta otanta järjestettiin toisenlaiseksi. Tarkkuusraja oli muuten sama kuin autopuulla, mutta se koski koko vuotta ja joko pohjois- tai etelärannikkoa (ja -saaristoa). Puumäärien ja pinoitiheyden variaatiokertoimien arviointien jälkeen tulivat näytteiksi aikajärjestykseen asetettujen lauttaluetteloiden perusteella tietyin tasavälein olevat niput, jotka haettiin vesivarastoalueelta ja merkittiin numerolapuun ja kepein. Näyteaineistoa saatiin seuraavasti (katso myös taulukkoa 2, s. 37).

Tavaralaji	Näytenippuja, kpl	Näyteprosentti
Hiomokuusi		
- 3 m	22	1.1
- kuitutukki	18	1.7
Selluloosapuu		
- 3 m	62	2.5
- kuitutukki	35	5.0

Merihinausnipuista mitattiin ensin vedessä noste, jolloin nipun päällä oleva lumi ja jää irtautuivat tai sulivat. Sitten näytenippu nostettiin ilmaan, vesi valutettiin pois ja nippu punnittiin ja laskettiin rannalla olevaan kehikkoon, jossa suoritettiin jyrsinnäytteiden otto, pölkkyjen luku ja erilaiset arvioinnit autopuunäytteiden tapaan.

2.4 Erillisselvitykset

Varsinaisesta päätutkimuksesta erillään suoritettiin useita selvityksiä, joista tärkeimmät olivat upotusmittauksen tarkkuuden selvittäminen ns. parrunipun ja pölkyittäisen mittausvertailun avulla, kuoren määrää ja laatua koskevat tutkimukset sekä näytetaakkojen varastoinnista ja vettymisaikaa ym. seikkoja koskeva kysely.

Upotusmittauksen tarkkuuden selvittely pölkyittäisen mittausvertailun avulla suoritettiin pääosin tammi-maaliskuussa 1972, mutta lisäksi mitattiin vielä senkin jälkeen aina päätutkimuksen loppuun saakka 5 autotaakkaa kuukaudessa kuoren määrän selvittämiseksi. Pölkyittäinen kokonaisuus käsitti 29 näytetaakkaa. Kunkin näytteen pölkyistä mitattiin juoksevana ketjuna alussa 2 m:n ja myöhemmin 4 m:n tasavälein läpimitta mm:inä jään päältä, kuoren päältä ja kuoren poistamisen jälkeen kuoren alta. Mittausuuntaa vaihdettiin mitta mitalta pystysuorasta vaakasuoraksi jne. (ks. kuvaa 6, s. 7). Mittaustapa otti huomioon pölkkyjen muodon vaihtelut (esim. tyvilaaajeneman) ja kuoren irtautumisen hankinnan aikana. Sen sijaan se ei ottanut huomioon kuoresa olleita ilmarakoja, halkeamia yms. Kuoren irrottamisessa meneteltiin erityisen huolellisesti.

Lisäksi suoritettiin marras-joulukuussa 1972 kuorta koskeva erikoisselvittely, jossa näytekuormasta otettiin 2 pölkyä (ei tyvi- eikä latvapölkkyjä) ja näistä molemmista mitattiin mittasaksilla tietyltä kohdalta kuoren tilavuus, määritettiin purunäytteistä puun ja kuoren yhteinen kuiva-aineprosentti sekä määritettiin näytteeksi otetuista kuoripaloista kuoren tilavuuspainoa ja kuiva-ainepitoisuutta yms. koskevat tiedot.

Syksyllä 1972 tiedusteltiin ao. metsätyönjohtajilta kaikista autopuunäytteistä niiden alkuperää (hankintakauppa/pys-

tykauppa), ikää ja autoittaista ladonnan laatua. Samoin tiedusteltiin meripuu-
näytteiden vettymisajan pituutta.

2.5 Tarkkuuden määrittäminen

Näytetaakkojen luvun pysyttämiseksi tutkimuksen alussa sovitulla tarkkuustasolla käytettiin LÖNNERIN (1966) esittämää konfidenssivälin (luottamusvälin) kaavaa

$$n = \frac{Nt^2 \cdot v^2}{Nd^2 + t^2v^2}$$

n = näytetaakkojen luku

N = tutkimuksen perusjoukon taakkojen luku

V = variaatiokerroin (hajonta, % keskiarvosta)

t = riskiä vastaava todennäköisyysarvo (esim. 5 %:n riskissä 1.96)

d = konfidenssivälin puolikas tai määrittämisuuntainen konfidenssiväli (etukäteen valittu arvo 3 %)

Eri tekijöiden vaikutuksen suunnasta ja suuruudesta antavat seuraavat esimerkit jonkinlaisen kuvan. Riskiksi oletetaan 5 % ja konfidenssivälin puolikkaaksi 3 %. Nämä sanonnat merkitsevät sitä, että perusjoukon todellinen keskiarvo on 95%:n todennäköisyydellä ± 3 %:n rajoissa näytteen keskiarvosta. Jos variaatiokerroin suurenee 4 %:sta 10 %:ksi, niin perusjoukon taakkaluvun ollessa 100 näytteiden luku muuttuu 6-7 kpl:sta 30 kpl:ksi. Jos taas taakkoja on perusjoukossa 1 000 kpl, vastaa 4 %:n variaatiokerrointa 7 näytettä ja 10 %:n variaatiokerrointa 41 näytettä. Perusaineiston suurentuminen pienentää siis voimakkaasti näytteiden prosentista osuutta, joskaan ei juuri niiden lukua. Samalla tämä merkitsee sitä, ettei hevin kannata jakaa perusaineistoa pieniin osiin, ellei variaatiokerroin pienenny jyrkästi.

3 TULOKSET

3.1 Kuorellisen kiintomitan määrittäminen

Kuorellisen kiintomitan määrittäminen voidaan perustaa moniin eri perusmittausmenetelmiin, kuten esimerkiksi nostotaakkojen lukumäärän ja keskikoon laskentaan, nostotaakkojen pino- tai kehysmittauksen

TAULUKKO 8
Table

Tavaralajeittainen kiintomitan osuus (kiintomittaprosentti) tehtaan pinomitasta ja kehysmitasta sekä tehtaan pinomitan vähennykset

Solid content percentage, by timber assortment, of the pile volume at the mill and the pile volume on the truck, and the deductions from pile volume at the mill

Tavaralaji Assortment	Tehtaan pinomittaus Pile measurement at the mill		Kehysmittaus Pile measurement on truck	Tehtaan pinomitan vähennykset, % kehysmitasta Deductions from pile volume at the mill, % of pile volume on truck
	Kiintomittaprosentti Solid content percentage	Variaatio-kerroin, % Coefficient of variation	Kiintomittaprosentti Solid content percentage	
3 m hiomokuusi mechanical pulpwood	62.9	4.8	61.6	2.0
" sisämaan selluloosapuu chemical pulpwood, inland	63.7	5.4	62.6	1.8
" saariston selluloosapuu chemical pulpwood, archipelago	63.6	4.0	62.4	1.9
3 m yhteensä — total	63.4	5.1	62.2	1.9
Kuitutukkihiomokuusi Mechanical pulpwood logs	68.6	5.8	67.5	1.6
Kuitutukki selluloosapuu Chemical pulpwood logs	68.5	6.3	67.3	1.7
Kuitutukki yhteensä Pulpwood logs, total	68.6	6.0	67.4	1.7

käyttöön tai puutavaran painon mittaamiseen. Nostotaakallahan ymmärretään tässä autopuulla joko yhtä tai kahta kokonaista autopinoa tai meripuulla kokonaista nippua.

Nostotaakkojen lukumäärään perustuva kuutiointitapa sivuutetaan epätarkkuutensa takia tässä yhteydessä. Samoin sivuutetaan pölkkyluokun ja pölkyn keskikoon määrittämiseen liittyvät menetelmät, samoin myös kaiken puutavaran kiintomitan suora mittaaminen. Huomio kiinnitetään tässä vain niihin näytemittauksista sisältäviin menetelmiin, joissa voidaan käyttää apuna nostotaakkojen ilmassa ja vedessä punnitusta. Rautateitse tuotavaa puutavaraa ei ole otettu tutkimukseen, koska siihen voidaan soveltaa samantapaisia menetelmiä kuin autopuuhun.

3.1.1 Pinomittaukseen perustuvat menetelmät

3.1.1.1 Kiintomitan mittaus otantana

Tämän tutkimuksen tärkeimpiä tavoitteita oli selvittää autopuusta kuukausittain

eri tavaralajien kiintomittaprosentti ja siihen vaikuttavat tekijät. Toisin sanoen pyrittiin selvittämään ne luvut, joilla kehysmittaustulokset on kerrottava, jotta saataisiin vastaavat kiintomittatulokset. Meripuusta ei pystytty vastaamaan, koska luotettava pinomittatulos saatiin ainoastaan melko pienestä osasta aineistoa.

Taulukoista 3-7 (s. 38-42) ja taulukosta 8 todetaan, että autopuun kiintomittaprosentti jäi kaikilla tutkituilla tavaralajeilla pienemmäksi, kuin on yleensä totuttu. Kolmimetrisellä kuitupuulla kiintomittaprosentti oli nimittäin tehtaan pinomitasta laskettuna vain 63.4 % ja 4.5 m:n pituisella kuitutukkitavaralla 68.6 %. Kehysmitasta (kehysmitta - tehtaan vähennykset = tehtaan pinomitta) laskettuna vastaavat luvut olivat vieläkin pienemmät eli 62.2 % ja 67.4 %. RIKKOSEN (1972 taulukot 5 a ja 5 b) mukaan 2 m:n pituisen kuusen kiintomittaprosentti oli käsipinoissa maan eteläpuoliskossa keskimäärin 66.1 % ja vastaavan männyn 65.3 % sekä konepinoissa vastaavasti 64.4 % ja 65.1 %. Kolmimetrisellä tava-

ralla kiintomittaprocentti oli Rikkosen mukaan yleensä pienempi, kuin edellä on mainittu, joskin aineisto oli vähäinen.

Aiempiin tutkimustuloksiin perustuvista tiedoista mainittakoon, että Folia Forestalia 57:n mukaan (s. 238) 3 m kuorellisen kuitupuun kiintomittaprocentti on 68. Tammikuussa 1973 tehdyn päätöksen mukaan Metsäntutkimuslaitos on peruuttanut Folia Forestalia 57:n kiintomittaprocenttia koskevat tulokset ja vahvistanut 3 m havukuitupuun kiintomittaprocentiksi 63 (Folia Forestalia 172) eli likipitään tämän tutkimuksen lopputuloksen.

Kun tutkimustuloksissa saatiin kuukausittain huomattavan alhaisia kiintomittaprocentteja, alettiin tutkimusta johtavassa työryhmässä epäillä saatujen tulosten luotettavuutta. Siksi ryhdyttiin kaikkiin mahdollisiin toimenpiteisiin tulosten luotettavuuden tarkistamiseksi. Kehysmittausta valvottiin vertailumittauksin useaan otteeseen, punnitustuloksia tarkistettiin, vedensyvyyttä mittauspaijalla valvottiin tarkoin ja mittausalue puhdistettiin ruoppaajalla joka toinen viikko sekä suoritettiin jatkuvasti vertailunipun avulla tilavuustarkistuksia. Vaikka mainitut toimenpiteet eivät ilmaisseet mittauksissa olevan mitään sanottavia virheitä, päätettiin ryhtyä mittaamaan osasta näytenipuja pölkyittäin kiintomittaan. Suorituissa tarkistusmittauksissa (taulukko 9) voitiin kuitenkin todeta, ettei upotusmittauslaitteissa ollut mitään vikaa.

Tutkimus vahvistaa Metsäntutkimuslaitoksen vuonna 1972 saamaa tulosta (RIKKONEN 1972), että kiintomittaprocentti on nykyisin tuntuvasti pienempi kuin ennen. Tämän tutkimuksen laaja aineisto edustaa hyvin Rauma-Repola Oy:n Rauman tehtaiden laajaa hankinta-aluetta läpi koko hankintavuoden, joten saatua tulosta voidaan pitää käytännössä hyvin merkittävänä.

Kiintomittaprocentti ei näytä riippuvan vuodenajasta, kuten taulukoista 3-7 (s. 38-42) ja kuvasta 7 melko selvästi havaitaan. Lisäksi voidaan todeta, että 3 m:n pituinen tavara voidaan käsitellä yhdessä, samoin kuin myös kuitutukkilajit keskenään yhdessä. Kiintomittaprocentin riippumattomuus eri vuodenaikoina vallitsevista olosuhteista ja nimenomaan talvisista olosuhteista ilmeisesti johtuu siitä, että molemmat mitat (sekä pino- että kiintomitta) suurenevat lumen ja etenkin jään vaikutuksesta, jolloin lopputulos, kiinto-

TAULUKKO 9 Tarkistusmitta pölkyittäin 2 m:n ja 4 m:n välein, nippumitta ilmassa ja vedessä punnituksessa. + merkitsee sitä, että pölkyittäinen kuutio on suurempi ja - sitä, että se on pienempi kuin ilmassa ja vedessä punnitukseen perustuva kuutio.

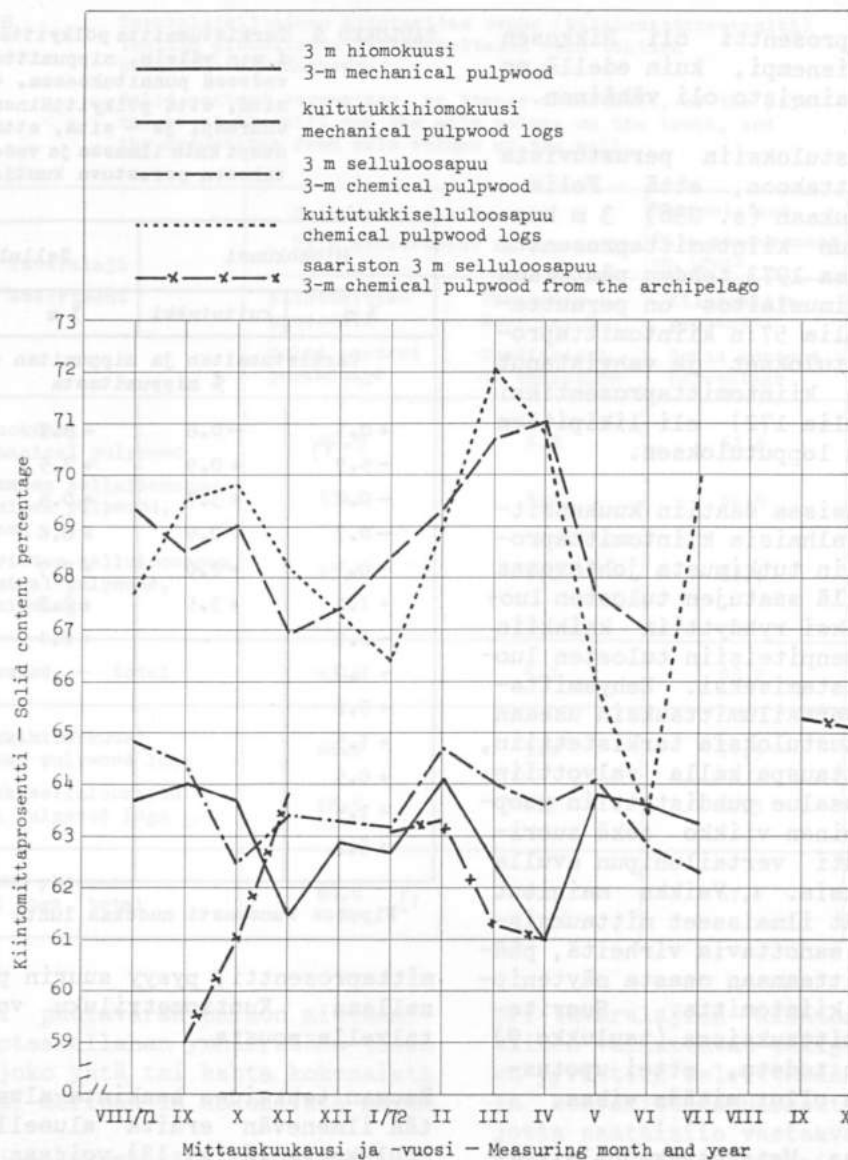
Hiomokuusi		Selluloosapuu	
3 m	kuitutukki	3 m	kuitutukki
Tarkistusmitan ja nippumitan erotus, % nippumitasta			
+0.1	-0.8	+3.7	-2.9
-5.9 ¹⁾	+0.9	+2.5	+2.5
-0.2	+3.7	+0.5	+6.0
-0.7	+0.5	+0.6	
-0.1	+2.0	+2.7	
+1.6	+3.5	+2.2	
-2.9		+2.1	
+1.9			
+0.6			
+1.5			
+0.5			
+1.5			
+3.2			

¹⁾ Nipussa runsaasti nuoskaa lunta

mittaprocentti, pysyy suurin piirtein ennallaan. Kuutiometriluku voi kylläkin talvella nousta.

Rauman tehtaiden hankinta-alueella näyttää ilmenevän eräitä alueellisia eroja. Taulukosta 10 (s. 13) voidaan todeta, että Seinäjoen alueen näytteiden kiintomittaprocentti on sekä 3 m:n että kuitutukkitavaralla hieman suurempi kuin Turun ja Rauman alueiden näytteillä. Testaus on osoittanut eron erittäin merkittäväksi. Taulukosta 11 (s. 13) todetaan, että Seinäjoen alueen näytteet ovat poikenneet muista etenkin siinä mielessä, että ladonta on ollut selvästi parempaa, vaikka näytteiden pölkyt ovatkin olleet keskimääräistä pienikokoisempia. Syyt Seinäjoen alueen näytteiden ladonnan poikkeavuuteen ovat olettamusten varassa. Yhtenä syynä voi olla tärinästä ja ajomatkan pituudesta aiheutuva kuorman painuminen ja samalla kiintomittaprocentin suureminen.

Taulukosta 11 (lisäselvitys s. 43) käy ilmi, ettei regressioanalyysin avulla ole onnistuttu löytämään tyydyttävää selitystä siihen, miksi kiintomittaprocenttiin



Kuva 7. Autopuun kiintomittaprosentti laskettuna tehtaan pinomitasta tavaralajeittain ja kuukausittain

Fig. 7. Solid content percentage of trucked timber calculated from pile volume measured at the mill, by timber assortment and month

vaikuttavien tekijöiden selittävyys on kovin alhainen (3 m kuitupuu 30.6 % ja kuitutukit 14.1 %). Parhaaksi selittäjäksi on todettu ladonnan laatu (korrelaatiokerroin 3 m kuitupuulla - 0.46). Muissa tutkimuksissa, jotka tosin koskevat käsinladontaa, parhaaksi selittäjäksi todettu pölkkyjen järeys on tässä selvittelyssä jäänyt vaatimattomiin asemiin (korrelaatiokerroin esim. 3 m kuitupuulla vain - 0.30).

3.1.1.2 Kiintomitan arviointi kehysmitasta

Muista pinomittaukseen liittyvistä kiintomitan määrittämistavoista mainittakoon parhaillaan kokeiltavana oleva menetelmä kiintomittaprosentin arvioimiseksi jokaisen autopuun kehysmitasta. Tässä tutkimuksessa ei voitu soveltaa nyt kokeiltavana olevaa kiintomittaprosentin osatekijöiden arvioimismenetelmää, koska mene-

TAULUKKO 10

Kiintomittaprocentin alueittaiset erot autopuulla

Hankinta-alue	Näyte-luku	Kiintomittaprocentin		t-testi
		keskiarvo	variaatio-kerroin, %	
3 m hiomokuusi ja sisämaan selluloosapuu				
Rauma	257	63.1	5.2	3.638 ^{xxx} (erittäin merkitsevä) 3.529 ^{xxx} (erittäin merkitsevä) 0.058 (ei merkitsevä)
Seinäjoen	79	64.8	5.6	
Turku	152	63.1	4.4	
(Rauma)	(257)	(63.1)	(5.2)	
Kuitutukit				
Rauma	136	68.3	6.0	4.576 ^{xxx} (erittäin merkitsevä) 4.325 ^{xxx} (erittäin merkitsevä) 0.162 (ei merkitsevä)
Seinäjoen	32	69.4	19.5	
Turku	19	68.3	5.2	
(Rauma)	(136)	(68.3)	(6.0)	

TAULUKKO 11

Kehysmitasta lasketun kiintomittaprocentin sekä sitä selittävien muuttujien keskiarvot ja variaatiokertoimet sekä kiintomittaprocentin ja selittävien muuttujien väliset korrelaatiokertoimet.
 $\bar{x}$ = keskiarvo, V = variaatiokerroin. Lisäselitys sivulla 43

Muuttujat	Rauman ja Turun alueet		Seinäjoen alue		Yhteensä		Kiintomittaprocentin ja selittävän muuttujan välinen korrelaatiokerroin
	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	$\bar{x}$	V	
<u>3 m kuitupuu</u>							
Kiintomittaprocentti	62.0	4.9	63.6	5.7	62.2	5.1	.
<u>Selittävät muuttujat</u>							
Tutkijan tekemä ladontavähennys, %	3.2	42.4	2.8	47.9	3.2	43.3	-0.46
Pölkkyjen järeys, jm/m^3	82.5	24.5	87.6	19.7	83.3	23.8	-0.30
Oksaisuus	2.1	28.9	2.0	35.3	2.1	29.9	-0.11
Kuorellisen kuiva-aineen määrä, kg/m^3	408	6.8	397	6.2	406	6.8	-0.10
Karsinnan laatu	2.2	28.5	2.3	30.6	2.2	28.8	-0.16
Havainnot, kpl	449		79		528		.
<u>Kuitutukki</u>							
Kiintomittaprocentti	67.0	6.0	68.6	5.9	67.3	6.0	.
<u>Selittävät muuttujat</u>							
Tutkijan tekemä ladontavähennys, %	1.7	73.7	1.2	104.0	1.6	78.8	-0.32
Tukkien järeys, jm/m^3	33.2	23.9	37.2	32.9	34.0	26.5	-0.14
Oksaisuus	2.0	31.2	1.6	33.1	1.9	32.2	-0.16
Latvustavaran osuus, %	26.8	113.8	22.9	127.7	26.1	116.0	-0.06
Havainnot, kpl	159		37		196		.

telmä julkistettiin tämän tutkimuksen var-
sinaisten kenttätöiden jo päätyttyä.
Kiintomittaprosentin suora arviointi mal-
likuvien perusteella oli harkittavana syk-
syllä 1971 tutkimuksen ollessa jo käyn-
nissä, mutta menetelmästä luovuttiin
pienen kokeilun jälkeen, koska katsottiin
mainitun selvityksen kuuluvan tämän tutki-
muksen tarkoituksien ulkopuolelle ja
koska menetelmää olisi voitu soveltaa
vain osaan tutkimusaineistoa.

Kiintomittaprosentin arviointia käytet-
täessä on näytteiden ottamiseen useampia
mahdollisuuksia. Jos arvioijien tulok-
set ovat keskenään vertailukelpoisia,
voidaan kaikki tietyn tavaralajin tai
tavaralajiryhmän autopinot (esim. kaikki
3 m kuorellinen kuitupuun) yhdistää yhdek-
si arvontaryhmäksi. Jos taas todetaan,
että eri arvioijat saavat kovin poikkeaa-
via tuloksia, kunkin arvioijan autopinot
on käsiteltävä vähintään yhtenä erillise-
nä arvontaryhmänä. Joka tapauksessa näyt-
teiksi osuneista autopinoista mitataan
tarkka kiintomitta. Jos tätä menetelmää
käytetään, tuntuu tarkoituksenmukaiselta,
että samoja näytepinoja käytetään kahteen
eri tarkoitukseen, nimittäin arvontaryh-
män perusjoukon kiintomittamäärittämiseen
ja yksityisten mittaajien arviointitark-
kuuden selvittämiseen. On selvää, ettei
voida tulla toimeen pelkällä kehysmitalla
ja kiintomittaprosentin arvioinnilla,
vaan arvioinnin tarkkuus on joka tapauk-
sessa pakko saada selville.

3.1.2 Punnitukseen perustuvat menetelmät

3.1.2.1 Tuoretilavuuspaino-otanta

Punnitukseen perustuvista menetelmistä
mainittakoon ensin tuoretilavuuspaino-
otanta, so. kaikki kuormat punnitaan ja
näytteeksi osuvista mitataan lisäksi
kiintomitta, jolloin näytteiden tuoreti-
lavuuspainon avulla saadaan selville koko

Tavaralaji	Keski- arvo, kg/m ³	Variaatio- kerroin, %
Hiomokuusi		
- 3 m	794	8.8
- kuitutukki	753	7.8
Selluloosapuu		
- sisämaan 3 m	706	12.1
- saariston 3 m	678	6.3
- kuitutukki	748	9.9

erän kiintomitta. Tuoretilavuuspainon
keskiarvoiksi ja variaatiokerroimiksi
saatiin koko tutkimuksessa tavaralajeit-
tain asetelman (ed.palsta) mukaiset luvut.

Taulukoista 3-7 (s. 38-42) ja 12 havai-
taan, että tuoretta tavaraa on ollut tun-
tuvammin vain hiomokuusen joukossa. Vas-
taavasti on pääosa selluloosapuusta luo-
kiteltu ylivuotiseksi tavaraksi. Kuitu-
puun tuoreusastetta ja ikää kuvaavat seu-
raavat taulukoista 3-7 poimitut arviot.

Tavaralaji	Tuoretta puuta, %	Arvioitu ikä, kk
Hiomokuusi		
- 3 m	70.4	4.4
- kuitutukki	55.8	4.9
Selluloosapuu		
- sisämaan 3 m	16.2	19.2
- saariston 3 m	2.7	14.3
- kuitutukki	14.7	13.8

Tuoreen kuitupuun vähäisyys ja suuri ikä
kuvaavat havainnollisesti aineistoa ja
tekevät tilavuuspainon keskiarvot pienik-
si ja hajonnan voimakkaaksi. Kuvasta 8 (s.
16) ja taulukosta 12 käy edelleen ilmi,
ettei eri tavaralajeja käy hyvin yhdistä-
minen ja että vuodenaajoittaiset vaihtelut
ovat suuria. Taulukoista 3-7 kootun ase-
telman mukaan kesäaikaa (tehdasmittaus-
aika kesä-lokakuu) ja talviaikaa (muu
osa vuodesta) koskevat tuoretilavuuspai-
non keskiarvot ja variaatiokerroimet oli-
vat seuraavat.

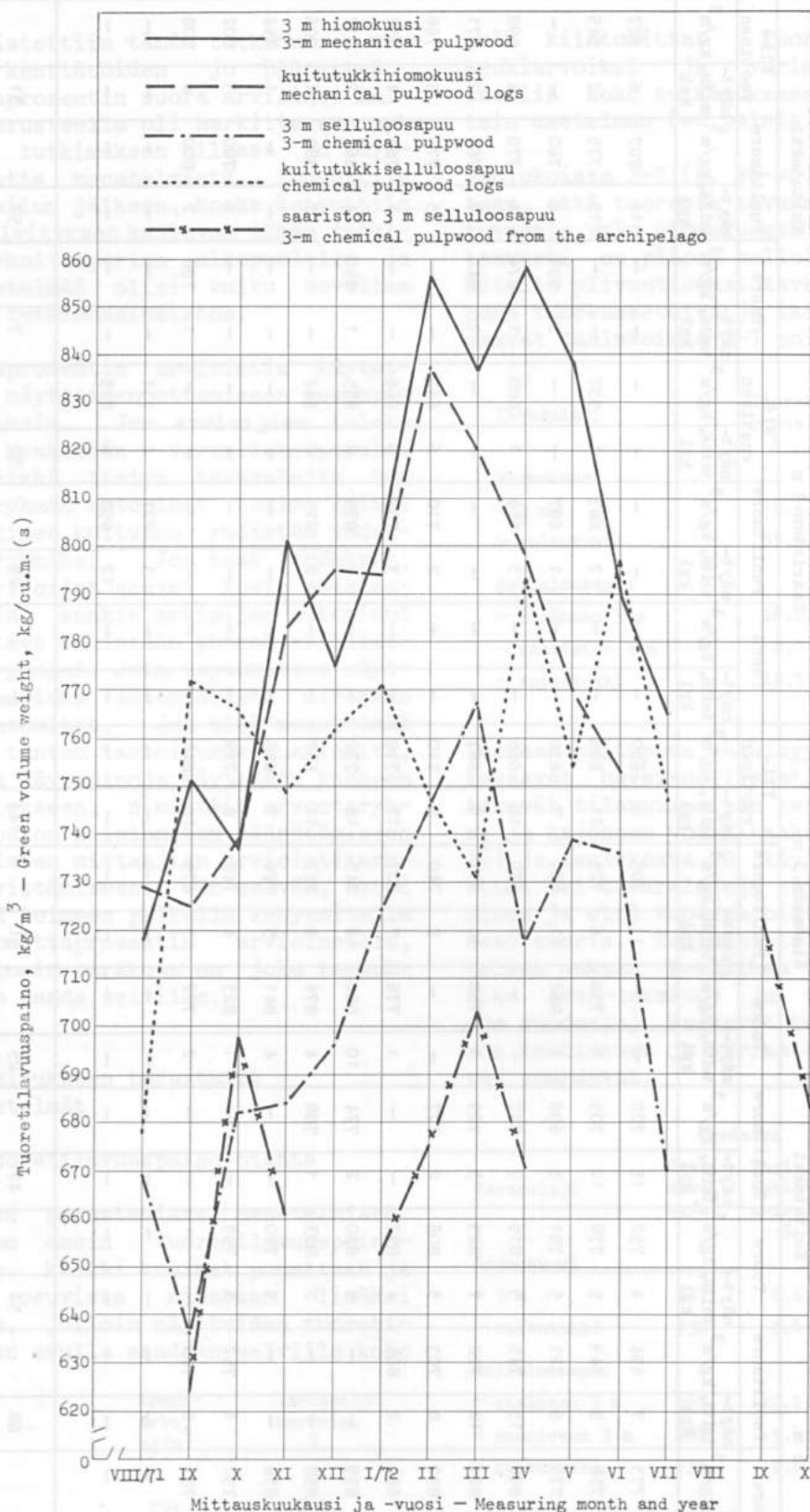
Tavaralaji	Kesäaika		Talviaika	
	Keski- arvo, kg/m ³	Varia- atio- kerroin, %	Keski- arvo, kg/m ³	Varia- atio- kerroin, %
Hiomokuusi				
- 3 m	747	6.6	822	8.5
- kuitutukki	730	6.4	796	6.5
Selluloosapuu				
- sisämaan 3 m	669	12.1	728	11.1
- saariston 3 m	687	5.4	669	6.4
- kuitutukki	739	9.9	759	10.0

Tulosten perusteella voidaan päätellä,
että kuitupuun jako tehdasmittausajan
mukaan kesä- ja talviaikaan pienentää va-
riaatiokerrointa hiomokuusella, jossa ta-
varan tuoreusvaihtelut ovat vähäisemmät
kuin selluloosapuulla. Selluloosapuun

TAULUKKO 12

Tuoreusasteeltaan erilaisen kuitupuun tuoretilavuuspaino. Tuore = tuoretta 100 %, ylivuotinen = ylivuotista 100 %, puolituore = väliarvo

Kuukausi ja vuosi	Hiomokuusi								Selluloosapuu																	
	3 m				Kuitutukki				Sisämaan 3 m						Saariston 3 m						Kuitutukki					
	Tuore		Puolituore		Tuore		Puolituore		Tuore		Puolituore		Yli- vuotinen		Tuore		Puolituore		Yli- vuotinen		Tuore		Puolituore		Yli- vuotinen	
	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³	näyt- teitä, kpl	kg/m ³
VIII/1971	3	773	7	694	4	752	15	722	—	—	11	705	8	620	—	—	—	—	—	—	—	—	11	707	6	627
IX/1971	2	758	5	749	5	778	12	703	1	750	6	725	21	606	—	—	2	667	1	537	—	—	15	775	2	749
X/1971	3	779	8	721	5	781	5	696	1	862	11	699	7	630	—	—	1	697	—	—	2	787	6	760	—	—
XI/1971	11	866	13	745	9	819	7	737	—	—	7	639	18	666	—	—	3	654	1	680	1	874	4	770	4	698
XII/1971	8	881	18	728	7	823	3	729	1	758	10	717	9	667	—	—	—	—	—	—	2	844	7	765	2	671
I/1972	9	892	8	703	3	806	2	777	—	—	8	740	9	710	—	—	2	710	6	633	—	—	3	775	5	768
II/1972	12	864	2	805	4	837	—	—	1	776	7	807	17	718	—	—	3	703	9	666	—	—	1	763	1	732
III/1972	24	839	—	—	9	830	2	774	10	854	10	745	18	732	—	—	1	839	2	635	1	850	4	661	2	812
IV/1972	26	858	—	—	2	803	1	788	4	876	9	753	12	637	—	—	2	715	2	642	—	—	3	788	1	806
V/1972	20	838	—	—	3	770	—	—	4	841	5	776	7	656	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	754
VI/1972	15	792	1	752	3	753	—	—	1	823	4	748	8	719	—	—	—	—	—	—	—	—	1	780	3	802
VII/1972	7	781	6	746	—	—	—	—	2	772	3	675	10	648	—	—	—	—	—	—	1	798	2	800	4	708
IX/1972	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	771	4	731	—	—	—	—	—	—
X/1972	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	698	6	653	—	—	—	—	—	—
Yhteensä ja keskimäärin	140		68		54		47		25		91		144		—		29		31		7		57		31	
		841		730		803		723		837		727		669		—		706		658		826		752		722



Kuva 8. Autopuun tuoretilavuuspaino tavaralajeittain ja kuukausittain

Fig. 8. Green volume weight of trucked timber, by timber assortment and month

Meripuuaineiston päätulokset. E = eteläosa, Turun hankinta-alue; P = pohjoisosa, Seinäjoen hankinta-alue. Suluissa olevat arvot määritetty osa-aineiston perusteella

Principal results of the seaborne material. E = southern part, Turku logging area; P = northern part, Seinäjoki logging area. The values in brackets were determined from the part material

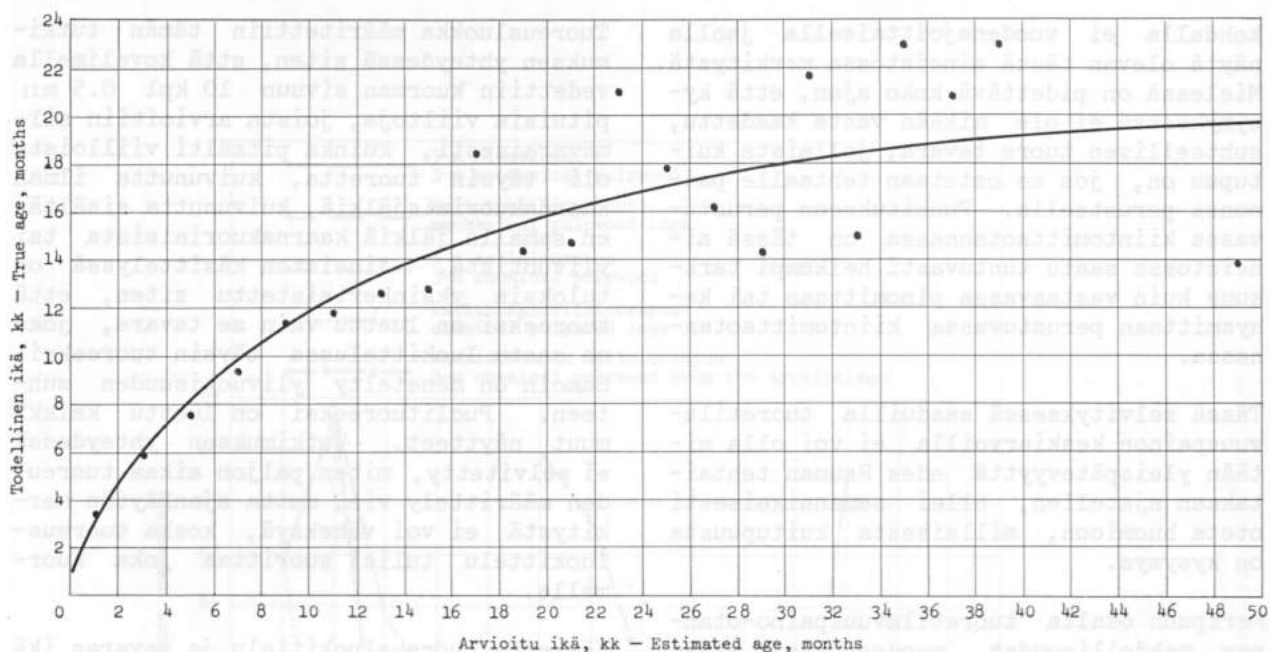
Erittely Specification	Hiomokuusi Mechanical pulpwood				Selluloosapuu Chemical pulpwood						Kaikki yhteensä Grand total		
	3 m	kuitutukki logs			3 m			kuitutukki logs					
	E+P	E	P	E+P	E	P	E+P	E	P	E+P	E	P	E+P
Perusjoukko, — Population, taakkoja, kpl number of bunches	2 000	588	471	1 059	2 120	360	2 480	400	300	700	3 108	1 131	6 239
Näytetaakkoja, kpl Sample bunches, units	22	10	8	18	53	9	62	20	15	35	83	32	137
Taakan keskikoko Average bunch size													
- näytetaakat, m ³ - sample bunches, cu.m.(s)	16.2	16.2	16.4	16.3	10.3	18.4	11.5	15.7	16.9	16.2	12.3	17.2	14.1
- näytetaakat, p-m ³ - sample bunches, piled cu.m.	25.2	(26.2)	—	(26.2)	16.2	(29.5)	(17.9)	(20.3)	—	(20.3)	18.4	29.5	20.8
Kuusta, % pinomitasta Spruce, % of pile volume	100.0	100.0	100.0	100.0	30.6	37.8	31.6	23.3	7.5	16.5	37.2	39.1	47.7
Kiintomittaprosentti Solid content percentage													
- keskiarvo mean	64.8	(65.8)	—	(65.8)	63.1	(65.6)	(63.4)	(65.4)	—	(65.4)	64.0	65.6	64.5
Jm/m ³ Running m./cu.m.(s)	71.9	24.2	24.9	24.5	63.9	66.5	64.3	29.1	28.0	28.6	50.7	38.1	51.2
Tukinlatvustavaraa, % Pulpwood made from tops, %	14.1	12.4	0.0	6.9	39.7	21.6	37.1	15.7	14.2	15.1	30.6	12.7	23.8
Kuoretonta pintaa, % Barkless surface, %	10.4	3.6	6.9	5.1	19.1	18.6	19.0	12.8	12.4	12.6	15.7	12.8	14.2
Tuoretilavuuspaino, kg/m ³ Green volume weight, kg/cu.m.(s)													
- keskiarvo mean	840	834	832	833	848	840	847	858	872	864	849	853	848
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	6.9	5.2	3.7	4.5	6.9	9.1	7.1	3.9	5.3	4.6	6.1	6.6	6.3
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.9	3.2	2.5	2.1	1.8	5.9	1.7	1.7	2.6	1.5	1.3	2.3	1.0
Kuorellista kuiva-ainetta, kg/m ³ Unbarked dry substance, kg/cu.m.(s)													
- keskiarvo mean	391	381	386	383	394	413	397	387	(383)	(385)	391	392	391
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	6.6	5.7	13.0	9.3	8.4	8.6	8.5	6.8	9.0	7.7	7.8	8.8	8.2
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.7	3.5	8.9	4.3	2.2	5.5	2.1	2.9	4.4	2.5	1.7	3.0	1.4
Kuorellista kuiva-ainetta, painoprosentti Unbarked dry substance, weight per cent													
- keskiarvo mean	46.8	45.8	46.7	46.2	46.8	49.6	47.2	45.2	(44.0)	(44.7)	46.3	46.3	46.4
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	(9.6)	9.0	14.7	11.6	10.6	14.4	10.1	7.9	8.6	8.2	9.9	12.2	10.7
Tuoretta puuta, % Green timber, %	45.9	73.0	82.5	77.2	0.0	28.9	4.2	56.5	68.7	61.7	22.4	61.0	35.2
Puolikuivaa puuta, % Semi-dry timber, %	22.3	17.0	17.5	17.2	0.0	13.3	1.9	23.5	19.3	21.7	7.7	17.1	12.2
Ylivuotista puuta, % Seasoned timber, %	31.8	10.0	0.0	5.6	100.0	57.8	93.9	20.0	12.0	16.6	69.9	21.9	52.6
Arvioitu ikä, kk Estimated age, months	11.0	12.2	12.3	12.2	17.7	16.2	17.5	13.8	11.7	12.9	16.1	13.1	14.6
Vettymisaika, kk Time in water, months	4.7	5.0	5.4	5.2	(2.1)	(2.0)	(2.1)	3.2	3.9	3.5	2.7	3.7	3.3

TAULUKKO 14 Eri tuoreusluokkiin kuuluvien autopuunäytteiden iän (hakkuusta tehtaalla mittaukseen) arvioitu keskiarvo ja sen vaihteluväli (suluissa)

Tavaralaji	Tuoreusluokka		
	Tuore	Puolituore	Ylivuotinen
	Arvioitu ikä, kk		
<u>Hiomokuusi</u>			
- 3 m	1.9 (1-7)	8.8 (1-16)	•
- kuitutukki	1.7 (1-10)	7.2 (1-13)	•
<u>Selluloosapuu</u>			
- sisämaan 3 m	2.5 (1-5)	10.8 (1-39)	27.9 (13-49)
- saariston 3 m	-	9.3 (4-12)	20.3 (13-48)
- kuitutukki	1.3 (1-3)	11.1 (3-37)	23.6 (13-49)

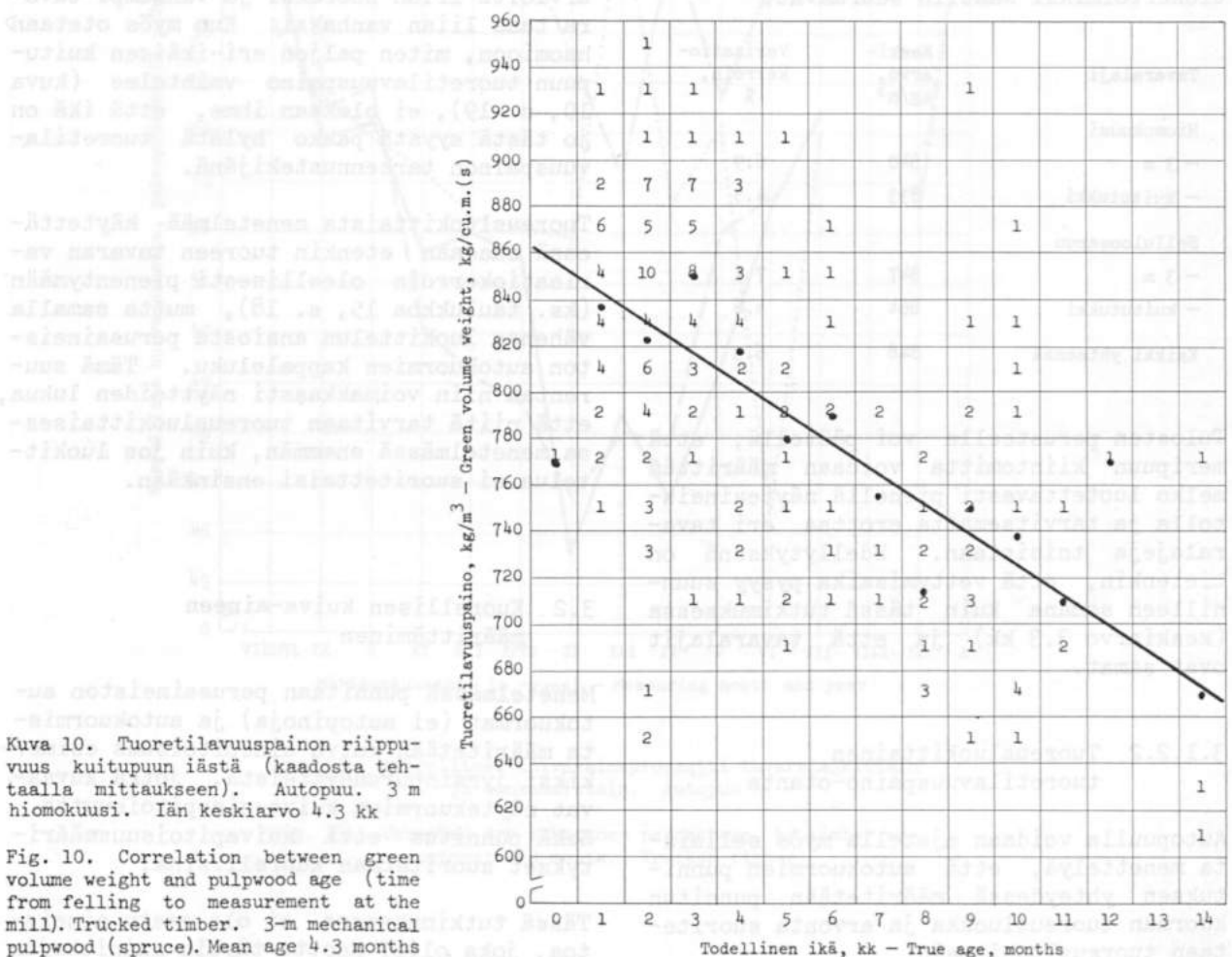
TAULUKKO 15 Tuoretilavuuspainon variaatiokertoimet tuoreusluokittain ja keskimäärin sekä tarvittava näytteiden lukumäärä pyrittäessä 5 %:n riskillä 3 %:n konfidenssiväliin vuoden aikana. Autopuu
Coefficients of variation for green volume weight by greenness class and on average and the number of samples required for a 3 per cent confidence limit with 5 per cent risk. Trucked timber

Tavaralaji Assortment	Tuoreusluokka Greenness class			Kaikki yhteensä All together	Tuoreus- luokittain	Erotte- lematta
	Tuore Green	Puoli- tuore Semi-dry	Yli- vuotinen Seasoned		By green- ness class	Unsorted
	Variaatiokerroin, % Coefficient of variation, %				Näytteiden määrä, kpl/v Number of samples per year	
Hiomokuusi Mechanical pulpwood						
- 3 m	5.6	8.1	•	8.9	208	33
- kuitutukki logs	5.1	6.3	•	7.7	101	25
Selluloosapuu Chemical pulpwood						
- 3 m, sisämaan from inland	6.3	8.9	10.6	12.0	260	58
- 3 m, saariston from the archipelago	—	5.4	7.1	6.9	60	17
- kuitutukki logs	4.4	9.0	10.9	9.9	94	32
3 m kuitupuu yhteensä " pulpwood, total	5.7	8.3	10.1	12.3	528	64
Kuitutukki yhteensä Pulpwood logs, total	5.0	8.2	10.9	8.9	196	33
Kaikki yhteensä Grand total	5.8	8.3	10.6	11.5	724	56



Kuva 9. Arvioitujen ja todellisen iän (kaadosta tehtaalla mittaukseen) riippuvuus toisistaan. Autopuu. Sisämaan 3 m selluloosapuu

Fig. 9. Correlation between estimated and true age of wood (time from felling to measurement at the mill). Trucked timber. 3-m chemical pulpwood from inland



Kuva 10. Tuoretilavuuspainon riippuvuus kuitupuun iästä (kaadosta tehtaalla mittaukseen). Autopuu. 3 m hiomokuusi. Iän keskiarvo 4.3 kk

Fig. 10. Correlation between green volume weight and pulpwood age (time from felling to measurement at the mill). Trucked timber. 3-m mechanical pulpwood (spruce). Mean age 4.3 months

kohdalla ei vuodenajoittaisella jaolla näytä olevan tässä aineistossa merkitystä. Mieleissä on pidettävä koko ajan, että kysymyksessä ei ole mikään vasta kaadettu, suhteellisen tuore tavara, jollaista kuitupuu on, jos se ostetaan tehtaalle painonsa perusteella. Punnitukseen perustuvassa kiintomittaotannassa on tässä aineistossa saatu tuntuvasti heikompi tarkkuus kuin vastaavassa pinomittaan tai kehysmittaan perustuvassa kiintomittaotannassa.

Tässä selvityksessä saaduilla tuoretilavuuspainon keskiarvoilla ei voi olla mitään yleispätevyyttä edes Rauman tehtaitakaan ajatellen, ellei samanaikaisesti oteta huomioon, millaisesta kuitupuusta on kysymys.

Meripuun osalta tuoretilavuuspaino-otannan mahdollisuudet muodostuivat aivan toisenlaisiksi kuin autopuulla, koska vettyminen tasoitti ratkaisevasti eri tavaralajien tuoretilavuuspainoa. Taulukosta 13 (s. 17) havaitaan, että tuoretilavuuspainon keskiarvoiksi ja variaatiokertoimiksi saatiin seuraavat.

Tavaralaji	Keskiarvo, kg/m ³	Variaatio- kerroin, %
Hiomokuusi		
- 3 m	840	6.9
- kuitutukki	833	4.5
Selluloosapuu		
- 3 m	847	7.1
- kuitutukki	864	4.6
Kaikki yhteensä	848	6.3

Tulosten perusteella voi päätellä, että meripuun kiintomitta voidaan määrittää melko luotettavasti pienellä näyteaineistolla ja tarvitsematta erottaa eri tavaralajeja toisistaan. Edellytyksenä on tietenkin, että vettymisaika pysyy suunnilleen samana kuin tässä tutkimuksessa (keskiarvo 3.3 kk) ja että tavaralajit ovat samat.

3.1.2.2 Tuoreusluokittainen tuoretilavuuspaino-otanta

Autopuulla voidaan ajatella myös sellaista menettelyä, että autokuormien punnituksen yhteydessä määritetään punnitun kuorman tuoreusluokka ja arvonta suoritetaan tuoreusluokittain.

Tuoreusluokka määritettiin tämän tutkimuksen yhteydessä siten, että kovelimella vedettiin kuorman sivuun 10 kpl 0.5 m:n pituisia viiltoja, joista arvioitiin silmävaraisesti, kuinka pitkälti viilloista oli täysin tuoretta, kuivunutta ilman kaarnakuoriaisjälkiä, kuivunutta sisältäen samalla jälkiä kaarnakuoriaisista tai ylivuotista. Aineiston käsittelyssä on tuloksia yksinkertaistettu siten, että tuoreeksi on luettu vain se tavara, joka on saatu luokittelussa täysin tuoreeksi. Samoin on menetelty ylivuotisuuden suhteen. Puolituoreeksi on luettu kaikki muut näytteet. Tutkimuksen yhteydessä ei selvitetty, miten paljon aikaa tuoreuden määrittely vie, mutta ajankäytön merkitystä ei voi väheksyä, koska tuoreusluokittelu tulisi suorittaa joka kuormalle.

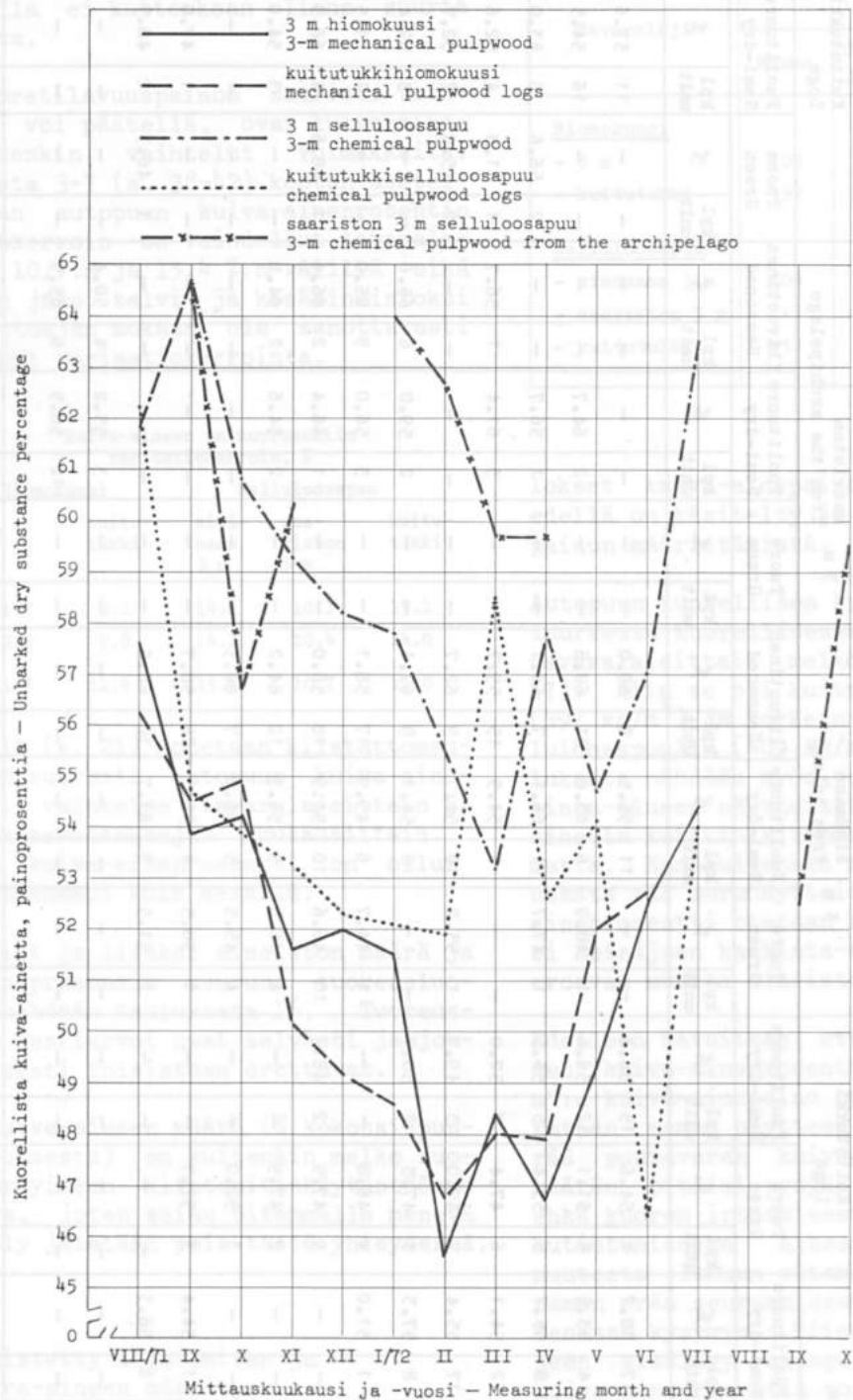
Käytetty tuoreusluokittelu ja tavaran ikä näyttävät riippuvan toisistaan, joskin hyvin väljissä rajoissa (taulukko 14, s. 18). Arvioitu ikä poikkeaa tuntuvasti todellisesta iästä (kuva 9, s. 19). Korkeintaan vuoden vanha selluloosapuu on arvioitu liian nuoreksi ja vanhempi tavara taas liian vanhaksi. Kun myös otetaan huomioon, miten paljon eri-ikäisen kuitupuun tuoretilavuuspaino vaihtelee (kuva 10, s. 19), ei olekaan ihme, että ikä on jo tästä syystä pakko hylätä tuoretilavuuspainon tarkennustekijänä.

Tuoreusluokittamista menetelmää käytettäessä saadaan etenkin tuoreen tavaran variaatiokerroin oleellisesti pienentymään (ks. taulukkoa 15, s. 18), mutta samalla vähenee luokittelun ansiosta perusaineiston autokuormien kappaleluku. Tämä suurentaa niin voimakkaasti näytteiden lukua, että niitä tarvitaan tuoreusluokittaisessa menetelmässä enemmän, kuin jos luokittelua ei suoritettaisi ensinkään.

3.2 Kuorellisen kuiva-aineen määrittäminen

Menetelmässä punnitaan perusaineiston autokuormat (ei autopinoja) ja autokuormista määritetään kuiva-ainepitoisuus esimerkiksi jyrsinpurunäytteistä, jotka kuvaavat näytekkuormien kuiva-ainepitoisuutta. Sekä punnitus että kuivapitoisuusmääritykset suoritetaan kuorellisina.

Tässä tutkimuksessa ei ole saatu aineistoa, joka olisi koottu täysin mainittujen



Kuva 11. Kuorellinen kuiva-aineprosentti tavaralajeittain ja kuukausittain. Autopuu

Fig. 11. Unbarked dry substance percentage, by timber assortment and month. Trucked timber

TAULUKKO 16
Table

Kuorellisen kuiva-aineprosentin (= sarake %) keskiarvot ja aineiston määrät tuoreusluokittain.
Tuore = tuoretta 100 %; ylivuotinen = ylivuotista 100 %; puolituore = väliarvo.
Tuoreusluokittelun pohjana kovelinvillot

Means of unbarked dry substance percentage (= column %) and the quantities of material by greenness class. Green = 100 per cent of green timber; seasoned = 100 per cent of seasoned timber; semi-dry = intermediate value. Greenness classification made from marking-iron slashes

Kuukausi ja vuosi Month and year	Hiomokuusi - Mechanical pulpwood								Selluloosapuu - Chemical pulpwood																	
	3 m				Kuitutukki Logs				3 m sisämaan from inland						3 m saariston from the archipelago						Kuitutukki Logs					
	Tuore Green		Puolituore Semi-dry		Tuore Green		Puolituore Semi-dry		Tuore Green		Puolituore Semi-dry		Ylivuotinen Seasoned		Tuore Green		Puolituore Semi-dry		Ylivuotinen Seasoned		Tuore Green		Puolituore Semi-dry		Ylivuotinen Seasoned	
	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%	kpl unit	%
VIII/1971	3	55.0	7	58.7	4	54.6	15	56.6	—	—	11	56.5	8	69.0	—	—	—	—	—	—	—	—	11	57.6	6	70.8
IX/1971	2	54.8	4	53.5	5	51.1	12	56.6	1	48.9	6	63.6	21	68.6	—	—	2	64.7	—	—	—	—	16	54.5	2	55.9
X/1971	3	50.2	8	55.7	5	53.4	5	56.5	1	47.7	11	66.1	7	64.1	—	—	1	56.7	—	—	2	56.6	6	53.0	—	—
XI/1971	9	48.2	12	54.1	6	47.4	7	52.0	—	—	7	54.9	15	59.7	—	—	3	61.4	1	56.7	1	41.8	4	52.6	4	57.0
XII/1971	8	44.6	17	55.4	7	49.0	3	49.7	1	53.2	10	54.7	9	62.7	—	—	—	—	—	—	2	45.8	7	52.7	2	57.9
I/1972	9	46.4	8	57.3	3	47.3	2	50.7	—	—	8	54.1	9	67.4	—	—	2	59.0	6	65.6	—	—	3	52.4	5	51.9
II/1972	12	45.7	1	51.0	4	46.8	—	—	1	44.7	6	49.9	17	58.1	—	—	3	56.0	9	65.0	—	—	1	51.5	1	52.6
III/1972	24	48.4	—	—	9	47.9	2	48.4	10	46.6	10	54.9	18	56.0	—	—	1	46.4	2	66.4	1	48.6	4	66.3	2	48.0
IV/1972	26	46.7	—	—	2	47.9	—	—	4	46.5	9	54.3	12	64.2	—	—	2	54.6	2	64.8	—	—	3	54.0	1	48.4
V/1972	20	49.3	—	—	3	52.0	—	—	4	45.5	5	54.0	7	60.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	54.1
VI/1972	15	52.5	1	54.4	3	52.7	—	—	1	50.5	4	55.3	8	58.7	—	—	—	—	—	—	—	—	1	47.0	3	46.2
VII/1972	7	52.8	6	56.3	—	—	—	—	2	51.5	3	61.7	10	66.5	—	—	—	—	—	—	1	46.3	2	48.7	4	58.6
IX/1972	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	55.2	4	50.4	—	—	—	—	—	—
X/1972	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	56.5	6	65.5	—	—	—	—	—	—
Yhteensä Total ja — and keskimäärin average	138		64		51		46		25		90		141		—		29		30		7		58		31	
		48.5		55.7		49.8		54.8		47.3		56.8		62.6		—		57.1		63.1		48.8		54.9		56.9

periaatteiden mukaisesti. Sekä punnitustulokset että kuiva-ainenytytteen on nimittäin otettu nostotaakoista, joiden luku ei ole täysin sama kuin autokuormien luku. Variaatiokerroin suuruuteen tällä seikalla ei kuitenkaan liene suurta vaikutusta.

Kuten tuoretilavuuspainon suurista vaihteluista voi päätellä, ovat kuiva-ainepitoisuudenkin vaihtelut voimakkaita. Taulukoista 3-7 (s. 38-42) kootun asetelman mukaan autopuun kuiva-aineprosentin variaatiokerroin on vaihdellut tavaralajeittain 10.7:n ja 15.4 %:n välillä eikä aineiston jako talvi- ja kesäaineistoksi vastaanottoajan mukaan ole sanottavasti pienentänyt variaatiokerrointa.

Kuiva-aineen painoprosentin variaatiokerroin, %

	Hiomokuusi		Selluloosapuu		
	3 m	kuitutukki	sisämaan 3 m	saariston 3 m	kuitutukki
Talvi	11.7	9.1	14.6	10.1	15.1
Kesä	9.5	9.8	14.1	10.4	14.0
Kaikki	11.7	11.4	15.4	10.7	15.0

Kuvasta 11 (s. 21) todetaan kiistattomasti, miten suuresti autopuun kuiva-aineprosentti vaihtelee tavaralajeittain ja myös tehdasmittausajan kuukausittain. Talvella kuiva-aineprosentti on ollut yleensä pienempi kuin kesällä.

Samat asiat ja lisäksi aineiston määrä ja kuiva-aineprosentin suuruus tuoreusluokittain nähdään taulukosta 16. Tuoreusluokkien keskiarvot ovat selvästi ja johdonmukaisesti toisistaan erottuvat.

Pelkkä kuiva-aineen määrä (% kokonaispunnitustuloksesta) on kuitenkin melko huonosti nykyiseen kiintomittakäytäntöömme soveltuva, joten asian pitemmälle menevä selvittely jätetään pois tästä yhteydestä.

3.3 Yhdistetty kiintomitan ja kuiva-aineen määrittäminen

Tähän ryhmään kuuluu menetelmiä, joissa näytteet voidaan ottaa millä tahansa edellä kohdassa 3.1.1.1, 3.1.1.2, 3.1.2.1 tai 3.1.2.2 mainitulla menetelmällä. Näytteistä määritetään sekä m³:n tuoretilavuuspaino että kuiva-ainepaino, jotka molemmat saadaan kuorellisina. Tässä keskitytään esittämään tu-

TAULUKKO 17 Kuorellisen kuiva-aineen määrä kuorellisessa tuoreessa m³:ssä eri hankinta-alueilla ja keskimäärin. Autopuu

Tavaralaji	Kuorellista kuiva-ainetta, kg/m ³			
	Rauma	Seinä-joki	Turku	Yhteensä
<u>Hiomokuusi</u>				
- 3 m	408	388	410	406
- kuitutukki	397	398	399	397
<u>Selluloosapuu</u>				
- sisämaan 3 m	409	400	410	406
- saariston 3 m	.	.	409	409
- kuitutukki	411	401	405	406

loket kuiva-ainepainon osalta, koska edellä on käsitelty jo m³:n tuoretilavuuspainon määrittämistä.

Autopuun kuorellisen kuiva-aineen määrä tuoreessa kuorellisessa m³:ssä vaihteli tavaralajeittain melko vähän (taulukko 17). Alin se oli kuitutukkihiomokuusella (397 kg/m³) ja korkein saariston 3 m selluloosapuulla (409 kg/m³). Samasta taulukosta nähdään myös, että Seinäjoen hankinta-alueen näytteissä oli vähiten kuiva-ainetta kuitutukkihiomokuusta lukuun ottamatta. Kun kuitenkin myös tavaran tuoreusaste eli purunäytteiden mukainen kuiva-aineprosentti otetaan huomioon (kuva 12), ei Seinäjoen hankinta-alueen puu näytä eroavan muusta aineistosta.

Edelleen havaitaan, että jos purunäytteiden kuiva-aineprosentti on suuri, myös m³:n kuiva-ainepaino on suuri. Jos seurataan saman näytteen kuiva-aineen määrää puutavaran kuivussa, kuiva-aineen määrän pitäisi pysyä likipitään vakiona ehkä kuoren irtaamisesta ja mahdollisesta kutistumisesta aiheutuvaa tilavuuden muutosta lukuun ottamatta. Tällaisesta saman erän seuraamisesta ei nyt ole kuitenkaan kysymys. Niinpä jos purunäytteen seen sisältyy oksapuuta, koko näytteen kuiva-aineprosentin nousu nostaa liiaksi tuoretilavuuspainon ja kuiva-aineprosentin tuloa eli kuiva-aineen määrää, kg/m³. Toisaalta on myös tuotava esiin, että kuvan 12 kuvaajien suunta johtuu lisäksi siitä, että jyrksinnäytteet eivät ole antaneet riittävän virheetöntä kuvaa kuiva-ainepitoisuudesta. Tutkimusajan jälkeen suoritetussa pistokoevertailussa, jossa kolmesta eri tavoin kuivuneesta



Kuva 12. Kuorellinen kuiva-aineen määrä ryhmitettynä purunäytteiden kuiva-aineprosentin mukaan eri alueilla. Autopuu. Saariston 3 m selluloosapuu erillisenä

Fig. 12. Unarked volume of dry substance grouped according to the dry substance percentage of the chip samples in different areas. Trucked timber. 3-m chemical pulpwood from the archipelago separate

kuorellisesta mäntypölkystä sahattiin 5 cm:n vahvuinen kiekko ja vierestä otettiin kuorellinen purunäyte ja sekä kiekkoista että purunäytteistä määritettiin kuiva-aineprosentti tehtaän laboratoriossa, saatiin nimittäin seuraavat tulokset.

	Kuiva-aineprosentti		
Purunäyte	40.6	64.3	76.9
Vastaava kiekkonäyte	44.2	63.9	75.3

Tuoreessa puussa on saatu kiekkonäytteen (44.2 %) verrattuna selvästi liian pieni kuiva-aineprosentti (40.6 %) ja hyvin kuivuneessa puussa vastaavasti hieman liian suuri kuiva-aineprosentti. Virhe saattaa aiheutua vähän vettä sisältävällä puulla jyrsimen liiallisesta tilsymisestä ja sen mukana syntyneestä veden voimakkaasta haihtumisesta. Joka tapauksessa virhe vaikuttaa eniten ääriarvoihin ja vaikeuttaa kuiva-aineprosentin suuruu-

teen perustuvaa kuiva-aineen määrän tarkastelua. On ilmeistä, että purunäytteiden ottoon liittyy käytännön olosuhteissa ja aivan erityisesti talvella vaaratekijöitä, joiden laatua ei vielä riittävästi tunneta.

Tästä huolimatta kannattaa kuitenkin pitää mielessä, että kuvassa 12 esitetty m^3 :n kuiva-ainepainon riippuvuus kuiva-aineprosentista tarjoaa keinon tarkastella puuraaka-aineen laatua tehtaan näkökulmasta, vaikkakaan nyt saadut tulokset eivät edellä esitettyjen virhemahdollisuuksien johdosta voi antaa asiasta lopullista kuvaa.

Meripuulla saavutettiin (taulukko 13, s. 17) m^3 :n kuorellisen kuiva-ainemäärän suhteen varsin tasaiset tulokset.

Tavaralaji	Kuorellisen kuiva-aineen määrä	
	Keski-arvo, kg/m^3	Variaatio-kerroin, %
Hiomokuusi		
- 3 m	391	6.6
- kuitutukki	383	9.3
Selluloosapuu		
- 3 m	397	8.5
- kuitutukki	385	7.7
Kaikki yhteensä	391	8.2

Meripuulla on erikoishankaluutena kaikissa kuiva-ainemäärityksissä se, ettei näytteitä sovi ottaa nippujen veden päällä olleesta osasta, jonka suuruus on kuorellisella tavaralla tosin vähäinen (esim. 10...15 %:n suuruusluokkaa), mutta jossa kuiva-aineprosentti on tavallista suurempi. Kuiva-ainemäärityksiä haittaavat yleiset virhelähteet koskevat tietenkin myös meripuuta.

3.4 Kiintomitan ja kuiva-ainepainon vähennykset

Edellä esitetyillä tavoilla menetellen on saatu selville kuorellinen kiintomitta ja/tai kuorellinen kuiva-ainemäärä, jotka kuvaavat kuitupuusta saatavan tuotteen määrää ja osittain laatuakin. Näin saatu puumäärä voi kuitenkin olla melko likimääräinen, sillä siihen voi sisältyä mm. jäätä, lunta ja eri syistä kuitupuuksi kelpaamattomia pölkköjä, mutta ennen

kaikkea siihen sisältyy aina kuorta. Kaikki nämä pitäisi voida poistaa, jotta lopputuloksena olisi vain kelpavaa kuoretonta kuitupuuta ilman mitään lisiä, kuten jalostettavalta kuitupuulta normaalisti vaaditaan.

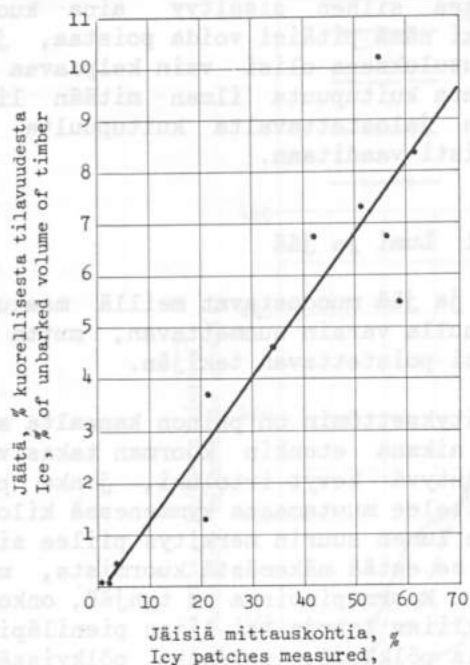
3.4.1 Lumi ja jää

Lumi ja jää muodostavat meillä maakuljetuspuulla varsin huomattavan, mutta vaikeasti poistettavan tekijän.

Merkityksettömin on painon kannalta autoajon aikana etenkin kuorman takasivulle kerääntyvä kevyt irtolumi, jonka paino pysyttelee muutamassa kymmenessä kilossa. Tämän lumen suurin merkitys piilee siinä, että se estää näkemästä kuormista, miten paljon kuormapinoissa on tyhjää, onko mukana liian lahoja tai liian pieniläpimitäisiä pölkköjä, paljonko pölkyissä on kuorta ja myös sen, miten paljon pölkyissä on jäätä. Lunta kerääntyy kuormiin koko talven aikana, jopa silloinkin, kun ei luulisi irtolunta maanteiltä löytyvänkään.

Pahempaa on nuoska lumi, joka kulkeutuu pölkköjä autoon koneellisesti kuormattaessa kuorman sisälle. Kun pakkaslumi painaa yleensä 150...250 kg/m^3 , nuoska lumi voi painaa helposti kaksinkertaisen määrän. Upotuslaitteita käytettäessä ilmassa punnitukseen sisältyy jokainen ylimääräinen kilo. Vedessä punnitukseen osalta lumen vaikutus on sen sijaan epävarmempi. Pinomittaukseen liittyvässä kiintomittautannassa lumi suurentaa kiintomittaa, muttei yleensä vaikuttane pinomittaan, joten kiintomittaprosentti tulee hieman liian suureksi. Punnitukseen liittyvässä kiintomittautannassa lumi suurentaa punnitustulosta sekä autovaa'alla että upotusmittauslaitteissa. Norjalaisten, 15 autokuormaa koskevien tutkimustulosten mukaan (OKSTAD 1971 s. 169) lumen ja jään osuus lisäsi kuormien kokonaispainoa 6.8%, mutta kuorellista kuiva-ainepainoa vain 2.8 %. Jään osuutta ei mainituissa tutkimuksissa kuitenkaan erotettu. Käytännössä ero voi olla kuiva-ainepainomittauksessa helposti suurempikin, jos lumi on keskittynyt kuorman sisään eikä sen sivupintoihin, joista purunäytteet otetaan.

Jään vaikutus on melko lyhytaikainen, mutta silloin tuntuva. Tämän tutkimuksen autopuun tarkistusmittauskuormista



Kuva 13. Jäisten kohtien lukumäärän ja jään tilavuuden välinen riippuvuus. Autopuu. Rauma, tammi-maaliskuu 1972

Fig. 13. Correlation between the number of icy patches and the volume of ice. Trucked timber. Rauma, January-March 1972

mitattiin määrävällein pölkyn läpimitta jään päältä ja ilman jäätä. Mittaukset aloitettiin 1973-01-18, jolloin jäätä oli 1.3 %. Helmikuun alussa jäätä todettiin olevan jo yli 5 %. Samanlaisena tilanne jatkui koko helmikuun. Helmikuussa mitattujen nippujen jääosuudet (% kuorellisesta kuutiosta ilman jäätä) olivat 5.5, 10.2, 8.4, 7.3, 6.8 ja 6.8 %. Maalikuussa jään määrä putosi ja oli suurimmillaan alle 0.5 %:n. Mittauskohdista on laskettu jäätä sisältävien kohtien osuudet ja saatu kuvan 13 osoittama tulos. Jos jäisiä mittauskohtia on esimerkiksi 50 %, jään tilavuus on ollut keskimäärin lähes 7 %. Valitettavasti jäisten kohtien osuuden arvioiminen on käytännössä vaikeaa, koska irtolumi vaikeuttaa jään näkemistä ja koska pölkkyjen vaippapinnoista on nähtävissä vain pieni osa.

Jään syntymistä ei seurattu tämän tutkimuksen yhteydessä, mutta voi olettaa, että pinon päälle satanut lumi sulaa suojasäällä ja valuu pinon sisään, jossa pölkkyjen pinta on kylmempi kuin pinon päällä. Tällöin vesi jäähtyy ja jäätyy pölkkyihin kiinni. Etelä-Suomessa suoja-

säät ovat tavallisia ja monesti toistuvia, joten jään merkitys lienee huomattavan suuri, jokavuotinen ja vuosittain paljon vaihteleva.

Jään voi olettaa suurentavan tehtaalla mitattua pinomittaa, koska pölkyt muuttavat keskinäistä asentoaan autoonkuormauksen aikana. Kiintomittaan jää sisältyy täysimääräisenä. Kiintomittaprocentin pysyminen vuodenaajasta riippumattomana viittaa siihen, että näin todella tapahtuu. Jään vaikutuksesta pinomitta suurenee ja kiintomittaprocentin pysyessä ennallaan lopullinen kiintomitta suurenee.

Jään vaikutuksesta kuiva-aineen määrään esittää tietoja OKSTAD (1971 s. 168). Hänen mukaansa 26 kuorman keskiarvona päädyttiin siihen, että kuiva-aineen määrä (kg/tukki) oli jäisissä kuormissa noin 1 % suurempi kuin jäättömiksi sulatetuissa. Jään paino oli tutkimuskuormissa 6.7 %. Tässä yhteydessä mainittakoon, että myös puuaineen sisällä oleva jää vaikuttaa purun kuiva-aineprocenttiin (OKSTAD 1971 s. 147). Jäisestä puusta otetun havupuupurun kuiva-aineprocentti on noin yhden prosenttiyksikön verran pienempi kuin vastaavien kiekkonäytteiden.

Veitsiluoto Osakeyhtiön Kemijärven tehtailla suoritetuissa mittauksissa todettiin vuonna 1972 (HAVERINEN 1972), ettei 30 tonnin kahmainnosturin erilainen kuormitus ja siirtely aiheuta yli 1 %:a suurempaa virhettä. Lumen, jään, lahon ja ilman lämpötilan (pakkasen) aiheuttama virhe on noin 2 %. Rankanippujen jatkokutkimuksissa helmi-maaliskuun vaihteessa 1972 todettiin, että lumi ja jää muodostivat 5.4 % nipun keskipainosta ja -tilavuudesta. Roskien osuus oli lisäksi noin 1.5 %. Roskat käsittivät oksia, sammalta, kiviä, soraa, kuoripalasia yms. Lumen ja jään vaikutusta ei tuloksista saa erilleen, mutta todennäköisesti on 5 min:n pituinen upotus noin + 30° C:n veteen ollut riittävä jään sulattamiseksi. Vaikuttaa ilmeiseltä, että maan pohjoisosissa jään osuus ei ole niin suuri kuin maan eteläosissa. Sen sijaan lumen vaikutus voi olla siellä suurempi kuin Etelä-Suomessa.

Tämän tutkimuksen tulokset on esitetty ilman mitään korjauksia lumen ja jään suhteen. Etenkin autopuulla on oikeutettua ottaa talviaikana huomioon näiden seikkojen vaikutus. Meripuulla lumen ja jään vaikutuksesta tuskin kannattaa pu-

hua, koska nippujen päällä oleva lumi ja jää sulavat veteenupotuksessa. Ehkä ainoan mainittavan virhelähteen muodostaa nipuista valuvan veden mahdollinen jäätyminen kovalla pakkasella. Tämä virhelähde on kuitenkin poistettavissa.

3.4.2 Kuori

Kuoren vähentäminen kuorellisesta tilavuudesta tai painosta on tärkeä, mutta vaikeasti suoritettava tehtävä. Ensinnäkin kuoren määrä on pieniläpimittaisilla rungoilla suurempi kuin suurilla rungoilla. Ero on erityisen näkyvä männyllä. Maan eteläosissa männyssä on tavallista enemmän kuorta ja kuusessa päinvastoin. Huonoilla kasvupaikoilla kuoren määrä on etenkin kuusella suurempi kuin hyvillä kasvupaikoilla. Ilmeisesti kuoren määrä riippuu tuntuvasti myös kuitupuun varastoimisesta ja käsittelytavasta. Kuorta irtaota aina puuta myöten karsinnan ja pölkkyjen käsittelyn yhteydessä. Niinpä tässä tutkimuksessa todettiin, että vaippapinnasta oli paljasta seuraavat osuudet.

Tavaralaji	Autopuu	Meripuu
	Kuoriutunut, % vaippapinnasta	
Hiomokuusi		
- 3 m	4.3	10.4
- kuitutukki	3.6	5.1
Selluloosapuu		
- sisämaan 3 m	9.8	} 19.0
- saariston 3 m	8.9	
- kuitutukki	11.3	
		12.6

Maakuljetuksena tulleiden kuitupuukuusten vaippapinnasta arvioitiin olevan kuorenta pintaa hiomopuulla noin 4 % ja selluloosapuulla noin 10 %. Meripuun kohdalla paljasta pintaa oli vielä enemmän, joskin epätasaisemmin. Nämäkään luvut eivät ilmaise riittävästi, miten paljon kuorta pölkkyistä irtautuu, koska uloimman kuorikerroksen irtoaminen ei näy mainituissa luvuissa.

Taulukossa 18 on esitetty tarkistusmittauksista saatuja lukuja, joissa kuoren irtoaminen ja tyvilaajenema on otettu huomioon, mutta joissa kuoren tilavuus on määritetty mittasaksien avulla. Näin on saatu osittain liian suuria arvoja. Taulukosta todetaan, että 3 m hiomokuuselle on saatu kuoren tilavuuden keskiarvoksi 12.8 % ja vastaavasti 3 m selluloosapuul-

TAULUKKO 18 Autopuun nostotaakkojen tarkistusmittauksissa mittasaksin saatu kuoren osuus kuorellisesta jäättämistä tilavuudesta Raumalla. Kuoren irtoaminen hankinnan aikana ja tyvilaajeneman vaikutus otettu huomioon

Hiomokuusi		Selluloosapuu	
3 m	Kuitutukki	3 m	Kuitutukki
Kuorta, % kuorellisesta tilavuudesta			
13.2	11.8	10.1	11.7
14.2	11.4	18.3	13.5
15.5	10.0	8.2	10.3
13.5	9.8	11.9	
13.3	10.3	12.0	
10.7	9.8	13.7	
14.3		11.8	
12.1			
12.8			
11.9			
12.8			
10.4			
11.7			
	Keskiarvo		
12.8	10.5	12.3	11.8

le 12.3 %. Puulajien välinen ero vastaa suurin piirtein kuoren irtoamisessa ilmevä eroa. HAKKILAN (1967) mukaan pape-ripuun kuoren tilavuusprosentti on sekä kuusella että männyllä yhtä suuri (10.4 %), mutta tällöin ei ole otettu huomioon kuoren erilaista irtoamista eri puulajeilla. Lisäksi kuoren tilavuus on määritetty Hakkilan selvityksessä todellisena tilavuutena eikä läpimittoihin perustavana.

Mittaustavan vaikutuksesta on esittänyt tutkimustuloksia erikokoisista mänty- ja kuusitukeista RIKKONEN (1972). Hänen mukaansa 15...21 cm:n (tukin latvasta) mitaisten tukkien kohdalla kaulainmittaus antaa mäntytukeilla noin 0.5 % suuremman kuoriprocentin kuin ksylometrimittaus, joka likipitään vastaa vedessä ja ilmassa punnitusta. Kuusitukeilla ero on vieläkin pienempi eikä edes sitovasti osoitettavissakaan.

Tähän tutkimukseen liitettyssä erillisessä kuoritutkimuksessa (taulukko 19) todettiin, että kuusen kuoren tilavuusprosentti oli suunnilleen sama kuin taulukossa 18, mutta männyllä tuntuvasti pienempi. Viimeksi mainittu seikka aiheutuu melkois-

TAULUKKO 19

Kuoritutkimuksen päätulokset ja vertailuarvoja päätutkimuksesta

Tavaralaji	Kuoritutkimus								Vertailuarvoja (koko tutkimus)		
	Puu ja kuori	Kuori							Puun ja kuoren kuiva- ainepro- sentti	Kuiva- ainetta (puu + kuori), kg/m ³	Tuore- paino (puu + kuori), kg/m ³
		kuiva- aine- pro- sentti	tila- vuus- pro- sentti	kuiva- paino kg/tuore m ³	tuore- paino kg/tuore m ³	kuiva- aine- pro- sentti	näyt- teitä, kpl	m ³ :n kuorimäärä, kg tuore- painossa	kuiva- painossa		
<u>3 m hiomokuusi</u>											
Autopuu, tuore	47.4	12.8		329.1	841.9	39.2	10				
Autopuu, kuivunut	55.4	12.3		379.9	850.9	44.9	10				
Autopuu, yhteensä ja keskimäärin	51.4	12.6		354.5	846.4	42.1	20	106.6	44.7	51.5	794
<u>3 m selluloosapuu</u>											
Autopuu, tuore	43.1	10.3		279.0	831.6	34.0	10				
Autopuu, kuivunut	50.5	9.4		283.9	889.8	32.5	10				
Autopuu, ylivuotinen	51.7	9.3		303.8	926.6	33.3	9				
Autopuu, yhteensä ja keskimäärin	48.3	9.7		288.4	881.1	33.3	29	85.5	28.0	58.5	706
<u>Saariston 3 m selluloosapuu</u>											
Autopuu, kuivunut	54.5	9.6		304.3	810.0	39.7	4				
Autopuu, ylivuotinen	63.9	9.5		329.9	745.0	48.8	10				
Autopuu, yhteensä ja keskimäärin	61.2	9.5		322.6	763.6	46.2	14	72.5	30.6	62.3	666
<u>3 m hiomokuusi</u>											
Meripuu, Etelä	58.4	12.2		358.0	993.8	36.2	10				
Meripuu, Pohjoinen	55.7	12.6		311.7	1053.7	29.7	10				
Meripuu, yhteensä ja keskimäärin	57.1	12.4		334.9	1023.8	33.0	20	127.0	41.5	46.8	841
<u>3 m selluloosapuu</u>											
Meripuu, Etelä	43.1	9.3		242.7	1055.9	23.4	10				
Meripuu, Pohjoinen	50.7	10.5		291.4	889.9	33.5	10				
Meripuu, yhteensä ja keskimäärin	46.9	9.9		267.1	972.9	28.5	20	96.3	26.4	47.0	836

TAULUKKO 20

Table

Kuoren tilavuus- ja painoprosentin korjaamattomat ja korjatut arvot.

Tilavuusprosentti = kuoren tuoretilavuus, % kuoren ja puun tuoretilavuudesta; painoprosentti = kuoren kuiva-aineen paino, % kuoren ja puun kuiva-aineen painosta

Uncorrected and corrected values of the bark volume and weight percentage. Volume percentage = green volume of bark, % of the green volume of bark and wood; weight percentage = weight of bark dry matter, % of the weight of the dry matter of bark and wood

Tavaralaji Assortment	Kaulainmittauksen korjaamaton kuoren tilavuusprosentti Uncorrected bark volume percentage by caliper scaling	Korjattu kuoren tilavuusprosentti Corrected bark volume percentage	Kuoren painoprosentti Weight percentage of bark
Hiomokuusi - Mechanical pulpwood			
- 3 m	12.8	12.8	12.3
- kuitutukki - logs	10.5	11.0	10.6
Selluloosapuu - Chemical pulpwood			
- 3 m, sisämaan - from inland	12.3	12.0	9.0
- 3 m, saariston - from the archipelago	*	(13.0)	(9.8)
- kuitutukki - logs	11.8	12.0	9.0

la varmuudella tyvipölkkyjen puuttumisesta aineistosta. Edelleen vertailuna mainittakoon, että Raumalla vuonna 1969 suoritettussa esitutkimuksessa todettiin, että 3 m runkokuitupuumännyn kuoren tilavuusprosentti oli 13.6 (TUOVINEN 1970).

Kun tässä tutkimuksessa ei saatu riittävän varmoja tuloksia kuoren määrän vähentämiseksi kuorellisesta kiintomitasta tai kuorellisesta kuiva-ainemäärästä, on turvaututtu kaikista edellä mainituista tutkimuksista saatuihin tuloksiin. Ne on esitetty taulukossa 20. Erityisesti on mainittava, että kuoren painoprosenttia määritettäessä on katsottu parhaaksi käyttää HAKKILAN (1967) esittämiä kuoren tilavuus- ja painoprosenttien suhteita. Kuoren painoprosentilla ymmärretään tässä kuoren kuiva-aineen painon osuutta kuorellisen puun kuiva-ainepainosta. Meripuille ei ole katsottu olevan aiheellista tässä vaiheessa - tulosten ollessa vielä liian epävarmoja - määrittää erilaisia kuoriprosentteja.

3.4.3 Kelpaamaton puutavara

Kuitupuuksi kelpaamattoman puutavaran ongelmiin on tässä tutkimuksessa puututtu varsin vähän, vaikkakaan asia ei suinkaan ole merkitykseltään vähäinen. Kun on ky-

symys nostotaakkojen ilmassa ja vedessä punnituksesta sekä kuiva-aineen määrittämisestä, ei ole helppoa selvittää, etenkin taakkaa purkamatta, miten paljon taakkaan sisältyy kuitupuuksi kelpaamaton puuta. Erityisen vaikeaa tämä työ (arviointi) on talvella, jolloin irtolumi peittää etenkin autokuorman takasivun melkein tyystin.

Kelpaamaton tavara voidaan jaotella esimerkiksi seuraaviin ryhmiin:

- lahot pölkkyt,
- liian mutkaiset tai haaran sisältävät pölkkyt,
- pirstoutuneet pölkkyt,
- pituudeltaan, latvaläpimitaltaan tai molempien puolesta alamittaiset pölkkyt.

Taakkaa purkamatta voidaan mainituista pölkkyryhmistä todeta oikeastaan vain lahot ja latvaläpimitaltaan alamittaiset pölkkyt. Suoritetuissa autopuun tarkistusmittauksissa, jotka käsittivät yhteensä 6 kpl 3 m hiomokuusitaakkoja ja saman verran 3 m selluloosapuutaakkoja, todettiin, ettei hiomokuusessa esiintynyt mainittavasti runkolahoa ja että selluloosapuustakin vain 0.3 % (tilavuudesta) oli

KIRJALLISUUTTA

References

- Eräitä tutkimustuloksia mänty- ja kuusi-paperipuun tilavuus- ja painosuhteista sekä niiden vaikutuksesta massan saantoon Etelä- ja Pohjois-Suomessa. 1966. Uittoteho ry. - Oy Keskuslaboratorio. Moniste. Sine loco.
- Folia Forestalia 57 1969. Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluista ja kuutioimistaulukoista. Metsäntutkimuslaitos - Institutum Forestale Fenniae. Helsinki.
- Folia Forestalia 172 1973. Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. Metsäntutkimuslaitos - Institutum Forestale Fenniae. Helsinki.
- HAKKILA, PENTTI 1967. Vaihtelumalleja kuoren painosta ja painoprosentista. Summary: Variation Patterns of Bark Weight and Bark Percentage by Weight. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja - Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 62.5. Helsinki.
- HAVERINEN, Y. 1972 a. Tutkimus puunipujen upotusmittausten luotettavuudesta. Veitsiluoto Osakeyhtiö, Kemijärven tehdas. Moniste. Kemijärvi.
- HA(VERINEN), Y. 1972 b. Tutkimus lumen ja roskien vaikutuksesta rankanipun painoon ja tilavuuteen. Veitsiluoto Osakeyhtiö, Kemijärven tehdas. Moniste. Kemijärvi.
- LEINONEN, ESKO 1972. Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä. Summary: Measurement of Timber by the Load and Sampling Methods. Metsäntutkimuslaitos - Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 144. Helsinki.
- LEINONEN, ESKO - PULLINEN, KALEVI 1971. Tilavuuspaino-otanta kuitupuun mittauksessa. Summary: Green Density Sampling in Pulpwood Scaling. Metsäntutkimuslaitos - Institutum Forestale Fenniae, Folia Forestalia 100. Helsinki.
- LÖNNER, GÖRAN 1966. Stickprovsmetoder. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Handledning nr 1 1966. Stockholm.
- NYLINDER, PER 1969. Orienterande studie över sambandet mellan volym och vikt hos tall och gran. Summary: Exploratory Study of the Relationship between Volume and Weight of Wood from Scots Pine and Norway Spruce. Institutionen för virkeslära, Skogshögskolan - Department of Forest Products, Royal College of Forestry, Rapporter - Research Notes nr R 61. Stockholm.
- OKSTAD, TORBJØRN 1971. Bestemmelse av tørrstoffinnholdet i massevirke. Summary: Determination of the Dry Weight of Pulpwood. Det Norske Skogforsøksvesen - Norwegian Forest Research Institute, Særtrykk - Reprint, Meddelelse nr. 112, Bind XXIX, hefte 3, 1971. Vollebekk.
- RIKKONEN, PENTTI 1972. Havusahatukkien kuoren määrä. Ennakkotietoja. Metsäntutkimuslaitos. Moniste. Helsinki.
- "- 1972. Pinomittauksen kehittämistutkimus X. Suomalaisen kuitupuun keskimääräinen pinotiheys. Metsäntutkimuslaitos, Metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste. Helsinki.
- TUOVINEN, ARNO 1970. Tutkimus mäntykuitupuun painomittauksesta. Summary: A Study of the Weight Measurement of Pine Pulpwood. Metsätehon tiedotus - Metsäteho Report 295. Helsinki.
- Uudistuva puutavaran mittaus. II Kuitupuun. 1973. Mittausneuvoston mitausohje. Opaslehtinen. Tapiola.

MEASUREMENT OF SOFTWOOD PULPWOOD VOLUME, WEIGHT AND DRY SUBSTANCE AT THE MILL

By Arno Tuovinen

Summary

The purpose of the study was to establish the annual averages of and the seasonal and regional variations in the solid content percentage, volume weight and dry substance content of softwood pulpwood (mechanical pulpwood = groundwood and chemical pulpwood = sulphate wood) arriving at the Rauma Pulp and Paper Mill of Rauma-Repola Oy. Mechanical pulpwood was of spruce and chemical pulpwood mainly of pine with some spruce.

3-m pulpwood and 4.5-m pulpwood logs were included in the study. 3-m chemical pulpwood was treated in two separate parts, chemical pulpwood from inland and chemical pulpwood from the Turku archipelago.

The samples of wood delivered by truck, later called trucked timber, were taken in the period between August 1, 1971 and July 31, 1972, to establish the monthly solid content percentage. Timber delivered by water, later called seaborne timber, was sampled by raft lists at fixed intervals and based on the wood quantities for the whole year. The same accuracy was sought for both trucked timber monthly and seaborne timber in the whole year. Scaling devices based on the Archimedean method (weighing the bundle in air and water) mounted on a bridge crane were used to determine the volume and weight of the samples.

Numerous separate studies were conducted in addition to the actual basic investigation.

Determination of unbarked solid volume

Using measurement of pile volume as the basis, the solid volume of trucked timber was obtained by multiplying the pile volume on truck by the averages of the solid content percentage (Table 8, p. 10).

The 63.4 per cent average obtained in the study for 3-m pulpwood was considerably lower than the solid content figure of 68 per cent commonly used earlier, but it was very close to the solid content percentage (63) approved by the Finnish Forest Research Institute in January 1973. When deductions made from the pile volume on truck were added to the volume obtained at the mill, the solid content percentage for 3-m pulpwood became 62.2 and for pulpwood logs 67.4. The solid content percentage remained fairly similar throughout the year for each timber assortment. Controls revealed that fairly identical results were achieved by per-bolt measurement of the trucked timber sample bunches and by the Archimedean method.

It was impossible to apply the method to seaborne timber as the per-bundle pile volume figure was often lacking.

The results obtained by weighing and by the determination of solid volume by means of the green volume weight of the samples are given in Tables 3-7 (p. 38-42).

Distribution of mechanical pulpwood on the basis of the mill measuring time into winter-season and summer-season wood reduced the dispersion slightly, but not economically significantly. No corresponding reduction was seen for chemical pulpwood.

Only mechanical pulpwood contained green timber to a greater extent. Chemical pulpwood included seasoned timber on a very large scale.

When greenness classification made from marking-iron strips was applied, the dispersion of green volume weight was reduced especially for green timber, but not to an extent reducing the number of

samples (Table 15, p. 18). In spite of this, the use of greenness classification made from marking-iron strips should not be belittled for it helps to establish the distribution into greenness classes of pulpwood arriving at the mill. The approximate total weight of a lot is elicited by making use of, e.g., the values of green volume weight obtained in this study or possibly controlled expressly for the purpose. The method is especially useful when the mill has neither a weighing scale nor a scale based on the Archimedean method.

The green volume weight of trucked and seaborne pulpwood (Table 13, p. 17) was completely different. The evenness of green volume weight seems to permit the use of weighing and the average green volume weight for the determination of the solid volume of seaborne timber.

Determination of dry substance content

The figures in Tables 3-7 and 16 (p. 38-42 and 22) are the means and coefficients of variation for the unbarked dry substance percentage of the different timber assortments transported by truck. Combination by the seasons of the year at the mill in relation to the measuring time did not improve accuracy.

The corresponding results for seaborne timber were better than for timber transported by truck (Table 13, p. 17).

Combined determination of solid volume and dry substance content

The unbarked dry substance weight of a cubic metre is obtained by multiplying the green volume weight of a cubic metre by the dry substance percentage. The method requires the determination of both green volume weight and dry substance percentage. Both are obtained from the samples. The basic measuring method is either measurement of pile volume on the truck or weighing. The means for the investigation material are given in Tables 3-7 and 13 (p. 38-42 and 17).

To make the method more accurate, the dry substance weight of a cubic metre may be determined by greenness classes. Greenness classification can be based on the dry substance content of chip samples.

Deductions from solid volume and dry substance weight

Unbarked solid volume obtained by weighing in air and water, unbarked dry substance percentage and their combination unbarked dry substance weight contain a number of sources of error. The most important must be corrected before the barkless, acceptable dry substance weight of pulpwood can be established.

The errors caused by snow and ice are largely confined to the measurement of timber transported overland. They are generally small for seaborne timber.

Light loose snow interferes with visual observation of the quality and solid content percentage of truck loads. Soft, heavy snow increases green volume weight. The effect of ice arises in midwinter. It increases volume, in the extreme cases by over 10 per cent, but does not appreciably increase green volume weight and dry substance weight. The share of icy patches and the volume percentage of ice are correlated (Fig. 13, p. 26).

The bark volume and weight percentages (Table 20, p. 29) are based on the measuring results, on HAKKILA's (1967) studies on the bark volume/weight percentages ratio, and on RIKKONEN's (1972) results for the differences between measuring by caliper and scaling by the Archimedean method.

Decayed bolts and bolts of undersized diameter can be separated at least during the snowless period from bunches to be hoisted by bundle lift or from truck piles. But it is impossible without unloading the bunch or pile to discover how many bolts are too crooked, split or bolts undersized in length. Numerous under-length bolts were found among timber that was supposed to be of fixed length, but the practical significance of under-length bolts was small.

Conclusions

It appeared that no one of the following measuring methods alone could give serviceable results.

- a Measuring of volume on the truck and sample measuring of solid content percentage and green volume weight; eval-

uation of the solid content percentage for all loads may be included in this

- b Weighing and sample measurement of green volume weight
- c Determination of dry substance from samples

Combined measuring methods (a and c or b and c) are needed.

All the methods described can be used for timber transported overland (truck and railway), while weighing and sample measurement of green volume weight, and dry substance samples are suitable for seaborne timber. A scaling apparatus based on the Archimedean method is always necessary. The solid volume of the samples can be found by measuring samples

from individual bolts, but weight measurement is not feasible on a large scale.

The scale based on the Archimedean method used in the study was practical but requires further development for smooth operation. Taking dry substance samples by cutter went well. On the other hand, special measures are required to achieve an adequate level of reliability.

Following individual factors that affect the measuring results, the quantity and quality of bark, the occurrence of ice and the volume and quality of wood unacceptable as pulpwood must be organised on a continuous basis. A straightforward method of presenting the results graphically is necessary to follow the development of these factors continuously.

Hankinta-alue ja työpiiri	Hiomokuusi				Selluloosapuu					
	3 m		kuitutukki		sisämaan 3 m		saariston 3 m		kuitutukki	
	perus- joukko	näyt- teitä	perus- joukko	näyt- teitä	perus- joukko	näyt- teitä	perus- joukko	näyt- teitä	perus- joukko	näyt- teitä
Taakkoja, kpl										
Rauman hankinta-alue										
111	97	13	50	3	58	18			5	5
112	81	6	31	3	32	3			3	2
113	44	2	11	2	9	1			6	6
114	90	4	15	3	65	20			3	2
115	68	1	17	6	22	4			1	—
116	68	4	64	10	75	10			2	2
131	7	—	18	3	1	—			6	4
132	148	15	10	—	30	8			4	4
133	208	19	58	10	55	13			12	7
135	151	14	41	7	45	18			8	6
151	56	4	21	4	5	3			—	—
152	30	3	2	—	12	5			—	—
154	39	3	18	1	11	3			13	9
155	86	4	27	3	24	3			6	4
161	—	—	—	—	—	—			—	—
162	39	2	10	—	5	2			2	1
164	36	1	41	4	6	3			13	9
171	27	1	22	2	5	2			—	—
172	155	11	49	7	5	2			—	—
173	66	14	22	3	12	7			—	—
175	99	8	48	7	39	12			2	1
Seinäjoen hankinta-alue										
211	—	—	—	—	3	1			—	—
212	70	6	1	—	53	6			—	—
213	—	—	1	—	1	1			—	—
215	—	—	2	—	—	—			3	3
216	63	—	43	4	5	1			—	—
217	4	—	1	—	—	—			—	—
218	17	—	—	—	16	3			—	—
231	22	1	12	—	—	—			1	—
232	22	3	—	—	2	—			—	—
233	13	1	4	—	7	—			2	2
234	53	2	—	—	29	6			—	—
236	51	6	—	—	30	6			—	—
237	9	—	1	—	—	—			—	—
252	3	—	—	—	13	4			—	—
255	1	—	1	—	1	—			—	—
256	31	3	18	2	26	8			18	13
271	17	1	4	1	20	4			2	—
273	10	—	1	—	6	—			1	1
274	5	—	—	—	32	5			5	2
277	9	—	1	—	11	2			4	2
278	7	1	4	1	18	5			1	1
279	8	—	4	—	16	2			4	4
Turun hankinta-alue										
411	77	8	2	1	43	8			—	—
412	91	9	20	3	67	14			1	1
413	60	3	3	1	60	15			—	—
414	138	9	66	7	39	9			3	1
415	59	4	7	—	20	5			1	1
416	28	1	12	2	11	1			—	—
417	31	1	3	—	1	—	25	16	—	—
418	121	5	19	1	29	12			1	1
431	5	—	—	—	—	—			—	—
432	2	—	—	—	1	1			—	—
433	—	—	3	1	—	—			—	—
437	8	—	—	—	—	—			—	—
451	58	5	3	—	3	—	20	14	—	—
452	58	5	—	—	7	2	3	1	—	—
453	17	2	—	—	—	—	4	4	—	—
454	—	—	—	—	—	—			—	—
455	—	—	—	—	—	—			—	—
456	62	6	6	—	16	3			—	—
461	2	—	2	—	—	—			—	—
Epäselvä	1	—	1	—	8	—			3	2
Yhteensä	2 828	211	820	102	1 110	261	52	35	136	96
Hylättyjä	6	2	1	1	1	—	—	—	2	1

TAULUKKO 2

Meripuunäytteiden jakautuminen hankinta-
alueittain ja työpiireittäin

Hankinta-alue ja työpiiri	Hiomokuusi		Selluloosapuu	
	3 m	kuitutukki	3 m	kuitutukki
	Näytteitä, kpl			
Seinäjoen hankinta-alue				
211	—	—	—	1
212	—	—	—	2
213	1	—	2	—
214	—	1	3	2
215	1	3	—	1
216	4	—	—	—
217	2	—	—	3
218	1	—	1	1
219	1	2	1	2
231	1	—	—	—
234	—	—	1	—
237	—	2	—	3
239	1	—	1	—
273	1	—	—	—
Turun hankinta-alue				
421	—	2	—	—
433	—	1	—	—
434	—	3	3	—
435	—	—	5	—
437	1	1	—	—
445	—	—	3	—
451	—	—	—	4
452	—	1	4	—
453	—	1	14	11
454	—	—	12	1
455	—	—	4	2
472	—	1	—	1
Epäselvä	8	—	8	1
Yhteensä	22	18	62	35
Näyteprosentti	1.1	1.7	2.5	5.0
Arvonnassa yhteensä	2 000	1 059	2 480	700

TAULUKKO 3
Table

Kuukausittaiset ja kesä- ja talviaikaa koskevat tulokset. Autopuu. 3 m hiomokuusi. Kesäaika = mittausskuukaudet VI, VII, VIII, IX ja X. Talviaika = muu osa vuodesta

Monthly results and results for the summer and winter season. Trucked timber. 3-m mechanical pulpwood (spruce). Summer time = measuring months VI, VII, VIII, IX and X. Winter time = rest of the year

Erittely Specification	Kuukausi ja vuosi Month and year												Yhteensä Total		
	VIII/ 1971	IX/ 1971	X/ 1971	XI/ 1971	XII/ 1971	I/ 1972	II/ 1972	III/ 1972	IV/ 1972	V/ 1972	VI/ 1972	VII/ 1972	Kesä- aika Summer time	Talvi- aika Winter time	Kaikki Total
Perusjoukko, - Population, taakkoja, kpl number of bunches	257	198	258	297	318	203	150	277	311	229	155	169	1037	1785	2822
Näytetaakkoja, kpl Sample bunches, units	10	7	11	24	26	17	14	24	27	20	16	13	57	152	209
Näyteprosentti Sample percentage	3.9	3.5	4.3	8.1	8.3	8.4	9.3	8.7	8.7	8.7	10.3	7.7	5.5	8.5	7.4
Taakkojen keskikoko, p-m ³ Average bunch size, piled cu.m.															
- kaikki taakat all bunches	30.7	30.4	30.2	30.4	29.9	29.6	28.3	27.5	26.8	27.6	30.5	29.7	30.3	28.6	29.2
- näytetaakat sample bunches	29.7	31.7	30.0	29.5	29.8	28.8	27.0	27.5	27.0	27.5	27.8	28.9	29.7	28.3	28.8
Kuusta, % pinomitasta Spruce, % of piled measure	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kiintomittaprocentti Solid content percentage															
- keskiarvo mean	63.7	64.0	63.7	61.5	62.9	62.7	64.1	62.5	61.0	63.8	63.6	63.3	63.7	62.5	62.9
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	4.7	4.4	4.8	7.4	3.9	5.1	4.2	3.6	6.5	6.1	3.3	4.5			5.1
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.9	3.2	2.8	2.8	1.4	2.3	2.1	1.4	2.3	2.6	1.6	2.4			0.4
Jm/m ³ Running m./cu.m.(s)	90.3	88.6	97.2	89.8	84.8	89.5	81.3	86.7	87.6	89.7	90.6	87.2	91.2	87.3	88.7
Tukinlatavustavaraa, % Pulpwood made from tops, %	43.1	38.9	50.5	45.8	32.7	36.5	40.9	40.3	30.1	30.5	38.9	36.7	42.5	36.4	38.7
Ladontavähennys, % Piling deduction, %	4.1	3.6	3.7	3.8	2.9	2.5	2.6	4.2	3.4	3.3	3.4	3.8	3.8	3.3	3.5
Kuoretonta pintaa, % Barkless surface, %	3.9	4.0	3.6	4.2	3.7	3.9	3.6	4.3	4.6	4.6	5.1	6.5	4.4	4.2	4.3
Tuorepaino, kg/m ³ Green weight, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	718	751	737	801	775	803	856	837	858	838	790	765	747.4	821.5	794.3
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	7.0	8.7	7.0	10.2	11.5	13.3	4.6	3.8	2.6	4.7	4.4	4.2	6.6	8.5	8.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	4.3	6.3	4.0	3.9	4.2	6.1	2.3	1.5	0.9	2.0	2.0	2.2	1.7	1.2	1.0
Kuorellista kuiva-ainetta, kg/m ³ Unbarked dry substance, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	412	411	397	407	399	407	398	405	400	412	415	415	409.0	403.9	405.8
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	6.0	7.1	4.4	8.1	7.8	6.9	6.8	5.2	4.4	5.7	8.1	4.9	6.7	6.8	6.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	3.7	5.6	2.5	3.3	2.9	3.1	3.4	2.0	1.6	2.4	3.7	2.5	1.5	1.0	0.8
Kuorellista kuiva-ainetta, painoprosentti Unbarked dry substance, weight per cent															
- keskiarvo mean	57.6	53.9	54.2	51.6	52.0	51.5	45.6	48.4	46.7	49.3	52.6	54.4	54.8	49.5	51.5
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	9.0	8.8	10.6	11.9	15.1	16.0	7.6	7.0	5.2	6.8	9.1	7.6	9.5	11.7	11.7
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	5.5	6.9	6.1	4.8	5.6	7.3	3.8	2.7	1.9	2.0	4.2	4.0	2.3	1.7	1.4
Tuoretta puuta, % Green timber, %	52	60	37	62	38	53	91	100	100	100	99	70	59.8	76.5	70.4
Puolikuivaa puuta, % Semi-dry timber, %	48	40	63	38	62	47	-	-	-	-	1	27	39.8	22.7	29.0
Ylivuotista puuta, % Seasoned timber, %	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	3	0.4	0.8	0.6
Arvioitu ikä, kk Estimated age, months	4.9	4.6	7.1	5.0	7.8	6.4	3.4	2.5	1.9	2.0	2.6	3.0	4.7	4.2	4.4

TAULUKKO 4
Table

Kuukausittaiset ja kesä- ja talviaikaa koskevat tulokset. Autopuu. Kuitutukkihiomokuusi.
Keskäika = mittauskuukaudet VI, VII, VIII, IX ja X. Talviaika = muu osa vuodesta
Monthly results and results for the summer and winter season. Trucked timber. Mechanical pulpwood
logs (spruce). Summer time = measuring months VI, VII, VIII, IX and X. Winter time = rest of the year

Erittely Specification	Kuukausi ja vuosi Month and year												Yhteensä Total		
	VIII/ 1971	IX/ 1971	X/ 1971	XI/ 1971	XII/ 1971	I/ 1972	II/ 1972	III/ 1972	IV/ 1972	V/ 1972	VI/ 1972	VII/ 1972	Kesä- aika Summer time	Talvi- aika Winter time	Kaikki Total
Perusjoukko, — Population, taakkoja, kpl number of bunches	212	188	119	118	65	22	26	30	17	6	11	5	535	284	819
Näytetaakkoja, kpl Sample bunches, units	19	17	10	16	10	5	4	11	3	3	3	—	49	52	101
Näyteprosentti Sample percentage	9.0	9.0	8.4	13.6	15.4	22.7	15.4	36.7	17.7	50.0	27.3	—	9.2	18.3	12.3
Taakkojen kesikoko, p-m ³ Average bunch size, piled cu.m.															
- kaikki taakat all bunches	25.3	24.9	24.9	24.8	23.2	24.6	26.0	24.6	25.0	23.0	22.4	23.2	25.0	24.5	24.8
- näytetaakat sample bunches	24.5	25.2	25.0	24.5	22.9	23.5	25.4	24.0	23.2	23.8	23.7	—	24.8	24.0	24.5
Kuusta, % pinomitasta Spruce, % of piled measure	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	—	100	100	100
Kiintomittaprocentti Solid content percentage															
- keskiarvo mean	69.3	68.5	69.0	66.9	67.4	68.4	69.3	70.7	71.0	67.7	67.0	—	68.9	68.0	68.6
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	6.5	2.2	4.2	6.2	7.2	10.1	2.9	4.9	3.7	11.3	5.4	—	—	—	5.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.8	1.0	2.5	2.8	4.1	7.8	2.6	0.6	3.8	9.0	5.2	—	—	—	1.1
Jm/m ³ Running m./cu.m.(s)	34.1	28.9	31.7	33.1	30.9	29.6	37.2	34.6	36.7	38.5	31.3	—	31.7	33.2	32.2
Tukin latvustavaraa, % Pulpwood made from tops, %	19.1	15.8	30.9	34.1	33.6	32.8	44.0	46.3	39.3	8.3	17.0	—	20.5	35.8	25.9
Ladontavähennys, % Piling deduction, %	1.5	1.9	2.2	2.2	2.4	2.2	1.2	2.1	0.6	2.2	2.3	—	1.8	2.0	1.9
Kuoretonta pintaa, % Barkless surface, %	3.3	4.6	3.6	2.9	3.1	3.4	2.0	2.5	6.7	5.7	6.0	—	3.9	3.1	3.6
Tuorepaino, kg/m ³ Green weight, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	729	725	739	783	795	794	837	820	798	770	753	—	730.3	796.1	753.3
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	6.0	6.7	8.4	7.4	6.9	4.8	6.1	4.4	2.9	5.4	3.2	—	6.4	6.5	7.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.6	3.0	5.0	3.4	3.9	3.7	5.5	0.5	3.0	4.3	3.1	—	1.8	1.6	1.2
Kuorellista kuiva-ainetta, kg/m ³ Unbarked dry substance, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	411	399	404	389	392	387	390	393	384	401	387	—	404.7	390.0	397.1
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	8.1	4.8	5.0	7.3	7.4	5.2	3.1	7.4	0.4	14.0	6.6	—	8.1	7.3	7.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	3.5	3.5	2.9	3.8	4.2	4.0	2.8	0.9	0.4	11.2	6.4	—	1.7	1.7	1.2
Kuorellista kuiva-ainetta, painoprocentti Unbarked dry substance, weight per cent															
- keskiarvo mean	56.2	54.5	54.9	50.2	49.2	48.6	46.8	48.0	47.9	52.0	52.7	—	55.2	49.2	53.1
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	9.0	10.9	9.5	9.4	7.6	5.3	7.1	8.8	3.5	8.6	9.3	—	9.8	9.1	11.4
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	3.7	4.8	5.6	4.3	4.4	4.1	6.4	1.1	3.6	6.9	9.0	—	2.6	2.0	1.7
Tuoretta puuta, % Green timber, %	40	41	62	56	74	76	100	95	93	100	100	—	46.5	73.0	55.8
Puolikuivaa puuta, Semi-dry timber, %	60	59	38	44	26	8	—	3	7	—	—	—	53.5	25.6	43.7
Ylivuotista puuta, Seasoned timber, %	—	—	—	—	—	16	—	2	—	—	—	—	0.0	1.4	0.5
Arvioitu ikä, kk Estimated age, months	5.2	6.2	5.1	4.6	3.6	4.2	2.3	2.5	2.7	2.3	1.7	—	5.5	3.7	4.9

TAULUKKO 5
Table

Kuukausittaiset ja kesä- ja talviaikaa koskevat tulokset. Autopuu. Sisämaan 3 m selluloosapuu.
Kesäaika = mittauskuukaudet VI, VII, VIII, IX ja X. Talviaika = muu osa vuodesta
Monthly results and results for the summer and winter season. Trucked timber. Inland 3-m chemical
pulpwood. Summer time = measuring months VI, VII, VIII, IX and X. Winter time = rest of the year

Erittely Specification	Kuukausi ja vuosi Month and year												Yhteensä Total		
	VIII/ 1971	IX/ 1971	X/ 1971	XI/ 1971	XII/ 1971	I/ 1972	II/ 1972	III/ 1972	IV/ 1972	V/ 1972	VI/ 1972	VII/ 1972	Kesä- aika Summer time	Talvi- aika Winter time	Kaikki Total
Perusjoukko, - Population, taakkoja, kpl number of bunches	87	128	79	111	86	78	107	163	100	60	47	63	404	705	1 109
Näytetaakkoja, kpl Sample bunches, units	19	28	19	25	20	18	25	38	25	16	13	15	94	167	261
Näyteprosentti Sample percentage	21.8	21.9	24.1	22.5	23.3	23.1	23.4	23.3	25.0	26.7	27.7	23.8	23.3	23.7	23.5
Taakkojen keskipaino, p-m ³ Average bunch size, piled cu.m.															
- kaikki taakat all bunches	31.6	32.4	31.8	31.7	32.0	32.5	30.3	29.7	29.6	29.9	30.8	31.3	31.8	30.7	31.1
- näytetaakat sample bunches	31.3	32.4	31.6	31.9	32.3	32.6	30.3	29.5	29.8	29.2	31.0	32.3	31.8	30.7	31.1
Kuusta, % pinomitasta Spruce, % of piled measure	32.8	23.4	28.3	34.3	41.0	17.4	16.4	19.4	20.1	27.3	20.7	32.7	27.5	24.5	25.6
Kiintomittaprocentti Solid content percentage															
- keskiarvo mean	64.8	64.4	62.5	63.4	63.3	63.2	64.7	64.0	63.6	64.1	62.8	62.3	63.6	63.8	63.7
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	5.1	6.6	5.5	6.6	5.6	8.1	4.8	4.1	3.5	4.4	4.7	6.3			5.4
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.0	2.2	2.2	2.3	2.1	3.3	1.6	1.1	1.2	1.9	2.2	2.8			0.6
Jm/m ³ Running m./cu.m.(s)	88.5	85.3	84.0	92.2	74.9	82.2	78.4	76.4	76.0	75.8	88.9	75.4	84.6	79.5	81.4
Tukin latvustavaraa, % Pulpwood made from tops, %	26.9	27.8	47.7	35.4	38.2	32.6	20.5	23.8	23.0	38.5	38.5	67.9	39.0	29.0	32.6
Ladontavshennys, % Piling deduction, %	2.9	3.0	2.9	2.6	1.5	2.5	2.7	3.3	3.6	3.4	3.6	4.5	3.3	2.8	3.0
Kuoretonta pintaa, % Barkless surface, %	9.3	15.1	9.2	9.0	7.1	6.7	5.5	5.4	14.0	12.3	14.0	15.9	12.7	8.1	9.8
Tuorepaino, kg/m ³ Green weight, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	669	636	682	684	696	724	745	767	717	739	736	670	669.0	727.7	706.3
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	9.2	11.3	13.3	11.8	8.0	8.9	9.1	8.8	14.2	12.4	10.6	11.1	12.1	11.1	12.1
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	3.7	3.7	5.2	4.1	3.1	3.6	3.1	2.4	4.8	5.2	4.9	4.9	2.0	1.4	1.1
Kuorellista kuiva-ainetta, kg/m ³ Unbarked dry substance, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	410	409	409	394	402	408	404	405	406	398	415	421	411.8	402.6	406.0
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	7.0	6.1	7.2	6.8	6.2	11.5	9.1	6.7	5.9	7.7	8.0	8.5	7.2	8.2	7.9
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.8	2.0	2.8	2.6	2.4	4.8	3.1	1.9	2.0	3.2	3.7	3.8	1.3	1.0	0.8
Kuorellista kuiva-ainetta, painoprocentti Unbarked dry substance, weight per cent															
- keskiarvo mean	61.8	64.6	60.8	59.3	58.2	57.8	55.5	53.2	57.8	54.7	57.0	63.5	62.2	56.4	58.5
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	12.7	13.5	14.1	15.4	12.8	15.2	13.9	11.2	16.1	15.6	13.0	12.9	14.1	14.6	15.4
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	5.1	4.5	5.5	5.3	4.9	6.2	4.8	2.8	5.5	6.6	6.0	5.7	2.4	1.9	1.5
Tuoretta puuta, % Green timber, %	13	9	15	3	5	7	16	36	25	27	10	16	12.2	18.5	16.2
Puolikuivaa puuta, % Semi-dry timber, %	42	15	31	24	45	38	2	8	25	25	28	17	25.8	21.3	22.9
Yliuotista puuta, % Seasoned timber, %	45	76	54	73	50	55	82	56	50	48	62	67	62.0	60.2	60.9
Arvioitu ikä, kk Estimated age, months	16.3	29.6	18.0	27.8	20.8	16.5	18.2	13.4	17.1	13.4	15.5	17.2	20.9	18.2	19.2

TAULUKKO 6
Table

Kuukausittaiset ja kesä- ja talviaikaa koskevat tulokset. Autopuu. Kuitutukiselluloosapuu.
Kesäaika = mittauskuukaudet VI, VII, VIII, IX ja X. Talviaika = muu osa vuodesta

Monthly results and results for the summer and winter season. Trucked timber. Chemical pulpwood,
logs. Summer time = measuring months VI, VII, VIII, IX and X. Winter time = rest of the year

Erittely Specification	Kuukausi ja vuosi Month and year												Yhteensä Total		
	VIII/ 1971	IX/ 1971	X/ 1971	XI/ 1971	XII/ 1971	I/ 1972	II/ 1972	III/ 1972	IV/ 1972	V/ 1972	VI/ 1972	VII/ 1972	Kesä- aika Summer time	Talvi- aika Winter time	Kaikki Total
Perusjoukko, - Population, taakkoja, kpl number of bunches	24	25	14	13	20	12	3	7	4	1	4	7	74	60	134
Näytetaakkoja, kpl Sample bunches, units	17	17	8	9	11	8	2	7	4	1	4	7	53	42	95
Näyteprosentti Sample percentage	70.8	68.0	57.1	69.2	55.0	66.7	66.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	71.6	70.0	70.9
Taakkojen kesikoko, p-m ³ Average bunch size, piled cu.m.															
- kaikki taakat all bunches	23.3	23.7	24.8	25.3	24.1	25.1	24.7	25.1	24.4	23.0	23.3	22.0	23.6	24.7	24.1
- näytetaakat sample bunches	22.9	24.4	24.5	25.1	23.9	25.2	23.5	25.1	24.4	23.0	23.3	22.0	23.6	24.6	24.1
Kuusta, % pinomitasta Spruce, % of piled measure	35.7	12.0	18.9	13.2	28.8	17.1	34.0	56.4	36.3	3.0	-	21.7	21.3	26.6	23.7
Kiintomittaprocentti Solid content percentage															
- keskiarvo mean	67.7	69.5	69.8	68.2	67.3	66.4	69.0	72.0	70.8	66.0	63.5	69.9	68.7	68.2	68.5
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	7.4	4.6	3.6	5.4	6.3	5.6	6.1	5.6	4.0		4.9	5.8			6.1
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	1.9	1.3	1.6	2.0	2.5	2.3	4.9								0.7
Jm/m ³ Running m./cu.m.(s)	38.7	27.7	40.1	41.0	35.1	38.1	31.5	28.9	23.8	39.7	42.3	41.5	35.7	35.6	35.6
Tukinlatvustavaraa, % Pulpwood made from tops, %	31.9	8.7	37.8	42.1	33.3	35.5	-	-	-	-	24.5	20.7	23.7	27.3	25.3
Ladontavähennys, % Piling deduction, %	1.0	1.6	0.6	1.2	1.3	0.8	0.8	0.9	1.4	3.5	3.7	3.6	1.5	1.2	1.4
Kuoretonta pintaa, % Barkless surface, %	18.5	10.8	8.3	5.2	5.5	5.5	3.0	13.1	9.3	30.0	27.8	22.1	14.8	6.9	11.3
Tuorepaino, kg/m ³ Green weight, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	678	772	766	749	762	771	748	731	793	754	797	747	739.4	758.6	748.0
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	10.0	5.7	8.6	10.7	9.7	5.3	2.9	16.9	9.9		3.2	9.8	9.9	10.0	9.9
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.6	1.6	3.9	3.9	3.8	2.1	2.3						1.1	1.7	1.0
Kuorellista kuiva-ainetta, kg/m ³ Unbarked dry substance, kg/cu.m.(s)															
- keskiarvo mean	418	421	409	396	395	387	388	413	411	408	370	399	412.9	396.7	405.6
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	9.2	8.5	7.6	9.7	8.6	10.4	0.9	7.4	11.0		6.4	5.9	9.0	8.3	8.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	2.3	2.3	3.4	3.5	3.4	4.2	0.7						1.2	1.5	0.9
Kuorellista kuiva-ainetta, painoprocentti Unbarked dry substance, weight per cent															
- keskiarvo mean	62.2	54.7	53.9	53.3	52.3	52.1	51.9	58.5	52.6	54.1	46.4	54.0	56.5	53.2	55.0
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	13.0	8.2	13.2	14.3	15.0	5.7	2.1	23.9	20.1		3.6	13.7	14.0	15.1	15.0
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	3.3	2.1	6.0	5.2	5.9	2.3	1.6						1.7	2.5	1.4
Tuoretta puuta, % Green timber, %	15	6	38	18	18	-	20	19	-	-	12	14	16.1	13.1	14.7
Puolikuivaa puuta, % Semi-dry timber, %	39	82	44	38	50	37	30	31	75	-	-	29	51.4	42.4	47.4
Ylivuotista puuta, % Seasoned timber, %	46	12	18	44	32	63	50	50	25	100	88	57	32.5	44.5	37.9
Arvioitu ikä, kk Estimated age, months	19.2	10.2	10.1	15.2	14.3	13.5	15.5	9.4	11.0	26.0	12.3	16.1	13.8	13.8	13.8

TAULUKKO 7
Table

Kuukausittaiset ja keski- ja talviaikaa koskevat tulokset. Autopuu. Saariston 3 m selluloosapuu.
Kesäaika = mittauskuukaudet VI, VII, VIII, IX ja X. Talviaika = muu osa vuodesta

Monthly results and results for the summer and winter season. Trucked timber. 3-m chemical pulpwood from the archipelago. Summer time = measuring months VI, VII, VIII, IX and X. Winter time = rest of the year

Erittely Specification	Kuukausi ja vuosi Month and year													Yhteensä ilman kk:ia IX-X/1972 Total without months IX-X/1972		Näissä mukana kk IX-X/1972 Months IX-X/1972 included		
	VIII/ 1971	IX/ 1971	X/ 1971	XI/ 1971	XII/ 1971	I/ 1972	II/ 1972	III/ 1972	IV/ 1972	V-VII/ 1972	IX/ 1972	X/ 1972	Kesä- aika Summer time	Talvi- aika Winter time	Kaikki Total	Kesä- aika Summer time	Talvi- aika Winter time	Kaikki Total
Perusjoukko, - Populaition, taakkoja, kpl number of bunches	-	5	1	6	-	12	19	4	5	-	-	-	6	46	52	(44)	46	(90)
Näytetaakkoja, kpl Sample bunches, units	-	3	1	4	-	8	12	3	4	-	7	18	4	31	35	29	31	60
Näyteprosentti Sample percentage	-	60.0	100.0	66.7	-	66.7	63.2	75.0	80.0	-	-	-	66.7	67.4	67.3	-	67.4	-
Taakkojen kesikoko, p-m ³ Average bunch size, piled cu.m.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- kaikki taakat all bunches	-	32.1	30.0	31.7	-	33.2	33.7	28.6	26.7	-	-	-	31.8	32.1	32.1	-	32.1	-
- näytetaakat sample bunches	-	32.2	30.0	30.6	-	33.2	33.9	29.4	27.0	-	33.4	34.3	31.7	32.0	31.9	33.7	32.0	32.8
Kuusta, % pinomitasta Spruce, % of piled measure	-	36.0	21.0	36.8	-	18.5	4.8	33.7	14.0	-	4.3	9.3	32.3	16.4	18.3	11.3	16.4	13.9
Kiintomittaprocentti Solid content percentage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- keskiarvo mean	-	59.0	61.0	63.8	-	63.1	63.3	61.3	61.0	-	65.3	65.1	59.3	62.9	62.5	64.4	62.9	63.6
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	-	2.9	-	5.0	-	3.9	3.2	4.3	1.6	-	2.3	3.4	2.9	3.5	3.4	4.3	3.5	3.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	-	-	-	-	-	1.6	1.1	0.7	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6
Jm/m ³ Running m./cu.m.(s)	-	82.4	98.4	73.6	-	68.8	72.3	90.5	75.3	-	84.6	70.1	85.1	73.5	74.8	75.8	73.5	74.6
Tukinlatvustavaraa, % Pulpwood made from tops, %	-	38.3	34.0	37.0	-	39.3	37.0	30.3	3.0	-	44.6	38.7	37.6	33.3	33.8	39.9	33.3	36.5
Ladontavähennys, % Piling deduction, %	-	3.9	5.0	4.1	-	2.5	1.8	3.8	5.1	-	3.5	3.2	4.1	2.8	3.0	3.4	2.8	3.1
Kuoretonta pintaa, % Barkless surface, %	-	6.7	5.0	9.5	-	6.8	8.1	10.0	14.5	-	5.6	11.1	6.4	8.8	8.5	9.1	8.8	8.9
Tuorepaino, kg/m ³ Green weight, kg/cu.m.(s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- keskiarvo mean	-	624	697	661	-	653	675	703	671	-	722	683	636.2	669.4	665.6	686.8	669.4	677.8
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	-	12.1	0.0	2.1	-	7.0	5.1	16.8	6.3	-	3.2	5.4	10.1	6.4	6.8	5.4	6.4	6.9
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	-	-	-	-	-	2.8	1.8	2.7	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
Kuorellista kuiva-ainetta, kg/m ³ Unbarked dry substance, kg/cu.m.(s)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- keskiarvo mean	-	432	395	398	-	416	422	410	403	-	379	405	425.8	416.6	417.7	401.2	416.6	409.1
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	-	4.9	0.0	5.3	-	5.2	6.5	8.0	7.4	-	5.5	7.3	4.1	6.2	5.5	6.4	6.2	6.3
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	-	-	-	-	-	2.2	1.3	3.3	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9
Kuorellista kuiva-ainetta, painoprocentti Unbarked dry substance, weight per cent	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- keskiarvo mean	-	64.7	56.7	60.3	-	64.0	62.7	59.7	59.7	-	52.5	59.5	63.4	62.1	62.3	58.3	62.1	60.2
- variaatiokerroin, % coefficient of variation, %	-	0.5	0.0	6.6	-	6.0	10.6	20.6	12.2	-	6.8	9.7	0.4	9.9	8.8	7.7	9.9	8.8
- konfidenssiväli, % confidence limit, %	-	-	-	-	-	2.4	3.6	3.4	5.3	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3
Tuoretta puuta, % Green timber, %	-	-	30	-	-	-	3	27	-	-	-	1	5.0	3.6	3.8	1.7	3.6	2.7
Puolikuivaa puuta, % Semi-dry timber, %	-	67	70	55	-	25	22	-	50	-	43	66	67.5	28.2	32.7	60.7	28.2	43.9
Yliuotista puuta, % Seasoned timber, %	-	33	-	45	-	75	75	73	50	-	57	33	27.5	68.2	63.5	37.7	68.2	53.5
Arvioitu ikä, kk Estimated age, months	-	22.0	10.0	13.3	-	12.8	17.3	24.0	15.0	-	13.0	11.1	20.0	15.9	16.4	12.6	15.9	14.3

KIINTOMITTAPROSENTIN REGRESSIOANALYYSI

Kehysmitasta laskettuun kiintomittaprosenttiin vaikuttavia tekijöitä on tutkittu valikoivan regressioanalyysin avulla. Kiintomittaprosenttiin vaikuttaviksi muuttujiksi 3 m kuitupuulla saatiin seuraavat tekijät.

- x_1 = tutkijan tekemä ladontavähennys, %
- x_2 = pölkkyjen järeys, jm/m^3
- x_3 = oksaisuus (luokat 1...3)
- x_4 = kuorellisen kuiva-aineen määrä, kg/m^3
- x_5 = karsinnan laatu (luokat 1...3)

Kiintomittaprosenttia selittävä regressioyhtälö 3 m kuitupuulla on

$$y_1 = -0.928 x_1 - 0.046 x_2 - 0.742 x_3 - 0.0087 x_4 - 0.282 x_5 + 74.8$$

Mallin selitysaste on 30.6 %.

Kuitutukilla saatiin kiintomittaprosenttiin vaikuttaviksi tekijöiksi:

- z_1 = tutkijan tekemä ladontavähennys, %
- z_2 = tukkien järeys, jm/m^3
- z_3 = oksaisuus (luokat 1...3)
- z_4 = latvustavaran osuus, %

Kuitutukin kiintomittaprosenttia selittäväksi regressioyhtälöksi saatiin:

$$y_2 = -0.965 z_1 - 0.092 z_2 - 0.898 z_3 + 0.018 z_4 + 73.3$$

Mallin selitysaste on 14.1 %.

Regressioanalyysissä käytetyn Rauman ja Turun alueen sekä Seinäjoen ranta-alueen aineistojen keskiarvo-, variatio- ja määrätiedot sekä kiintomittaprosentin ja sitä selittävien muuttujien väliset korrelaatiokertoimet on esitetty taulukossa 11 (s. 13).

