

HAVAINTOJA KOKOPUUHAKKEEN TIHEYDEN LASKEMISESTA

MATTI KÄRKKÄINEN

SUMMARY:

OBSERVATIONS ON THE CALCULATION OF THE BASIC DENSITY OF TOTAL TREE CHIPS

Saapunut toimitukselle 1977-12-19

Tutkimuksessa tarkastellaan, kuinka samanlaisia tuloksia saadaan kokopuuhakkeen kuiva-tuoretiheydestä, kun vertailtavana on MÄKELÄN (1977) laskennallinen puiden ikään ja puulajisuhteisiin perustuva menetelmä, sekä pieneen hakenäytteeseen perustuva mittaumenetelmä.

Osoittautui, että em. menetelmillä saadaan samansuuntaisia tuloksia ($r = 0,730$). Mikäli puiden ikä ei vaihtele paljon, voidaan käyttää myös pelkkiä puulajisuhteita laskennallisessa menetelmässä.

Lisäksi voitiin todeta pienintä pituusjacetta lukuunottamatta, että kuiva-tuoretiheys kohosi hakkeen palakoon kasvaessa.

1. JOHDANTO

Äskettäin on esitetty menetelmä, jota käyttäen voidaan arvioida kokopuuhakkeen kuuluvan puuaineen, kuoren, neulasten yms. yhteinen kuiva-tuoretiheys (MÄKELÄ 1977). Arvioinnin lähtötietoina tarvitaan ainoastaan puuston kuutiomäärän jakautuminen männyn, kuusen, koivun ja lepän kesken sekä puuston ikä. Kun menetelmä on yksinkertainen ja mitattavien tunnusten määrä vähäinen, voi olettaa, että riittävän tarkkoja tuloksia antaessaan sitä voidaan soveltaa käytännön työmailla.

Kun menetelmän tarkkuudesta ei ole empiirisiä tuloksia, käsillä olevassa julkaisussa esitetään havaintoja lasketun ja mitatun

kokopuuhakkeen tiheyden suhteista eräillä työmailla. Toisena tavoitteena on selvittää kokopuuhakkeen eri pituusjakeiden kuiva-tuoretiheys. Lisäksi huomiota kiinnitetään mittaumenetelmään ja sen kehittämistarpeeseen.

Tutkimusaineisto on kerätty Olli Uusvaaran kokopuuhakkeen ominaisuuksia koskevan tutkimuksen yhteydessä. Laboratoriomittauksista on vastannut Marjo Nordberg. Lisäksi ovat avustaneet Tarja Björklund (atk-käsittely), Leena Kunari (piirroksat) ja Aune Rytönen (konekirjoitus). Käsikirjoituksen ovat lukueneet Pertti Harstela, Markku Mäkelä ja Olli Uusvaara. Kiitän tuesta.

Taulukko 1. Tutkimusaineisto.

Table 1. Investigation material

Leimikko Stand	% tilavuudesta Per cent of volume				Ikä, a Age, years
	Mänty Pine	Kuusi Spruce	Koivu Birch	Muu lehtipuu Other broadleaved	
1	—	—	95	5	30
2	—	—	95	5	30
3	10	90	—	—	30
4	—	—	100	—	30
5	25	25	25	25	30
6	—	—	95	5	30
7	—	—	95	5	30
8	10	70	20	—	40
9	—	—	10	90	30
10	75	—	25	—	45
11	—	—	100	—	40
12	—	100	—	—	30
13	—	5	45	50	30
14	5	15	50	30	25
15	—	—	100	—	40
16	10	30	60	—	25
17	10	30	60	—	25
18	100	—	—	—	40
19	30	10	60	—	25
20	—	5	45	50	30
21	—	—	10	90	25
22	10	60	30	—	35
23	10	60	30	—	35

2. AINEISTO JA TIHEYDEN MITTAUSMENETELMÄ

Taulukossa 1 on esitetty tutkimusaineisto. — Kultakin leimikolta otettiin leimikkoa edustava hakenäyte, jonka tuoreena mitattu massa oli keskimäärin 4,7 kg. Näyte oli likimäärin samankokoinen kaikilla leimikoilla. Tämä hakemäärä seulottiin tavalliseen tapaan Williams-seulalla pituusjakautuman selvittämiseksi. Jokaisesta jakeesta pyrittiin tekemään viisi mittausta kuiva-tuoretiheyden selvittämiseksi. Mikäli jacta oli vähän, tähän tavoitteeseen ei aina päästy. Tiheysmäärittäystä tehtiin kaikkiaan 751. Keskimääräinen mitatun näytteen koko oli kuivana massana ilmaisten 16,3 g. Keskimäärin mitattiin kultakin leimikolta kuiva-tuoretiheys kokopuuhakemäärästä, jonka

kuiva massa oli 532 g. — Leimikoittainen kuiva-tuoretiheys on siis määritetty erittäin vähäisestä puumäärästä.

Aikaisempien kokemusten (KÄRKKÄINEN 1976) perusteella kuiva-tuoretiheyden määrittäminen tehtiin seuraavalla tavalla. — Mitattava kokopuuhakkeen jae suljettiin ilman mitään edeltänyttä liotusta reiälliseen säiliöön, jonka tilavuus oli 107 cm³. Tämä säiliö upotettiin kokopuuhakkeineen vaa'an päällä olevaan vesiasiaan, jonka vetoisuus oli n. 500 cm³. Vedessä oli pintajännitystä vähentävää ainetta (Nonidet P. 42) 0,2 ml/l. Vaa'asta otettiin lukema ennen säiliön upotusta sekä säiliön upotuksen jälkeen minuutin ja viiden minuutin kuluttua. Lukema-

tarkkuus oli 0,01 g. Tämän jälkeen kokopuuhake poistettiin säiliöstä ja kuivattiin lämpökaapissa 105° C lämpötilassa absoluuttisen kuivaksi. Kuiva-tuoretiheys saatiin lasketuksi ottamalla huomioon, että hakenäytteen tilavuus on B-A-C, jossa A on vaa'an lukema ennen näytteen upotusta, B vastaava lukema upotuksen jälkeen sekä C reiällisen säiliön seinämien tilavuus, ja em. tiheys kuiva massa jaettuna tilavuudella.

Kun hakenäytettä ei liotettu ennen mittauksen suorittamista, ylimääräistä turpoamista ei ole voinut olennaisesti tapahtua toisin kuin erässä aiemmassa tutkimuksessa (KÄRKÄINEN 1976). Toisaalta ilmakuplista on saattanut olla haittaa pintajännitystä pienentävästä aineesta huolimatta, koska liottamattoman näytteen pinnalla on enemmän ilmakuplia kuin liotetun näytteen pinnalla. Mittauksen kuluessa osa ilmakuplista poistui irtoamalla näytteestä tai imeytymällä veteen. Määrästä ei ole tietoa. Mainittakoon kuitenkin, että pelkän läkkipellistä tehdyn reiällisen astian tilavuus pieni ilmakuplien poistumisen vaikutuksesta neljän minuutin kuluessa n. prosentin verran. Keskimääräinen reiällisen mitta-astian koko oli nimittäin yhden minuutin liotuksen jälkeen 6,210 cm³ ja viiden minuutin upotuksen jälkeen 6,146 cm³. Nämä arvot perustuvat useaan kymmeneen havaintoon, jolloin standardipoikkeama oli 0,0965 cm³.

Kun kysymyksessä oli kaikista pienin jae,

alle 3 mm, purkissa jouduttiin käyttämään tiheää puuvillasta tehtyä kangaspussia. Tämän kangaspussin massa ja tilavuus otettiin laskennassa huomioon. Pussin ansiosta ainoastaan vähäinen määrä näytteestä pääsi veden joukkoon. Tällä ainemäärällä ei ollut mitään merkitystä mittauksen tarkkuuteen, sillä tehdyn selvityksen mukaan pienikoisinta ainesta sisältävän jakeen määrästä alle 0,1 % huuhtoutui veteen.

Taulukossa 2 on esitetty laskennassa käytetyt arviot kokopuuhakkeen puuaineen, kuoren, neulasten yms. yhteisestä kuiva-tuoretiheydestä. Nämä arviot on laatinut MÄKELÄ (1977). Näistä luvuista laskettiin kullakin leimikolla painotettu keskiarvo pitämällä painona kunkin puulajin osuutta leimikon tilavuudesta. Esim. leimikolla 3 arvioksi saatiin $0,1 \cdot 374 + 0,9 \cdot 383 \text{ kg/m}^3 = 382 \text{ kg/m}^3$.

Taulukossa 2 esitettyä leppästä tehdyn kokopuuhakkeen kuiva-tuoretiheyttä käytettiin myös muille lehtipuulajeille kuin koivulle. Kun muut lehtipuut kuin koivu olivat pääasiassa leppää, mainittavaa virhettä ei tästä menettelystä synny.

Verrattaessa leimikoittaisia arvioita mitattuun kuiva-tuoretiheyteen mittauksen tuloksena pidettiin eri jakeiden kuiva-tuoretiheyksien painotettua keskiarvoa, jolloin painoina käytettiin kunkin jakeen osuutta kokonaisnäytteestä.

Taulukko 2. Kokopuuhakkeen tiheyden laskemisessa käytetyt arviot eri puulajeista (MÄKELÄ 1977).

Table 2. Values for basic densities of various tree species used in the estimation of the basic density of total tree chips (MÄKELÄ 1977).

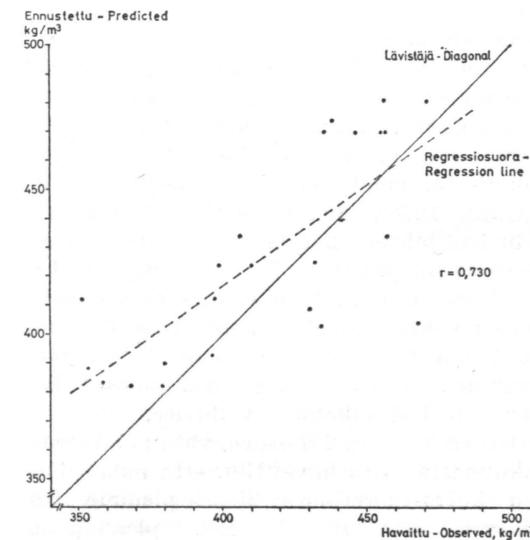
Puulaji — Tree species	Ikä, a — Age, years			
	20	30	40	50
	Kuiva-tuoretiheys — Basic density kg/m ³			
Mänty — Pine	365	374	382	389
Kuusi — Spruce	381	383	385	387
Koivu — Birch	466	474	481	486
Leppä — Alder	377	384	391	398

3. TULOKSET

3.1. Laskennallisten arvioiden ja mitauksien suhde

Kuvassa 1 on esitetty, millaisessa suhteessa toisiinsa olivat 22 leimikolla¹⁾ laskennallisesti ennustettu kuiva-tuoretiheys sekä aiemmin kuvatulla menetelmällä mitattu tiheys. Jos ennustettu ja havaittu kokopuuhakkeen tiheys olisivat samoja, havainnot sijaitisivat kuvaan piirretyllä halkaisijalla. Mitä kauempana pisteet ovat, sitä heikommien ennustettu ja havaittu tiheys vastaavat toisiaan.

Kuvasta 1 voidaan havaita, että ennustamisen tarkkuus on tyydyttävä asian luonteen huomioon ottaen. Tiheyden ollessa



Kuva 1. MÄKELÄN (1977) menetelmällä ennustettu kokopuuhakkeen kuiva-tuoretiheys ja sen korrelaatio pienestä näytteestä mitattuun kuiva-tuoretiheyteen 22 työmaalla.

Fig. 1. Correlation between the predicted basic density of total tree chips (method of MÄKELÄ (1977)) and observed from a small sample in 22 logging areas.

¹⁾ Aineistona oli kaikkiaan 23 leimikkoa, mutta erään leimikon laskennassa tarvittava palakokojakauma osoittautui puutteelliseksi jakeiden yhdistämisen vuoksi.

alhainen esiintyy kuitenkin tiheyden yliarviointia. Korrelaatio ennustetun ja havaitun kokopuuhakkeen kuiva-tuoretiheyden välillä on korkea, 0,730. Tämä on tilastollisesti erittäin merkitsevä arvo.

Vaikka kuvan 1 perusteella voidaan todeta lievää kuiva-tuoretiheyden yliarviointia, MÄKELÄN (1977) esittämään menetelmään ei kannata ehdottaa muutoksia käsillä olevan tutkimuksen empiirisen aineiston perusteella. On otettava huomioon, että leimikon keskimääräinen kokopuuhakkeen kuiva-tuoretiheys perustuu hakenäytteeseen, jonka kuiva massa on alle 1 kg. Tämä määrä on niin vähäinen, että huolimatta hakepalaspopulaation helposta homogeenisuudesta tarkkaan kuiva-tuoretiheyteen ei näin pienellä näytteellä päästä. Saman jakeen kuiva-tuoretiheyden määrittämisessä leimikon sisäinen tiheyden keskihajonta oli alhainen, useissa tapauksissa 10...15 kg/m³, mutta tämän lisäksi on otettava huomioon puulajien osuuden ja seulontajakaumien mahdolliset vaihtelut. — Etenkin puulajin vaikutus voi olla huomattava. Arviot leimikon puulajien tilavuusosuuksista ovat vain arvioita, ja lisäksi hakenäyte voi edustaa puulajeja virheellisesti leimikon sisäisen vaihtelun vuoksi.

Kun havaittua kokopuuhakkeen tiheyttä ei voida pitää sen luotettavampana kuin laskennallisesti ennustettua, korjaukset laskentajärjestelmään eivät siis ole paikallaan. Merkittävää kuitenkin on, että kuvassa 1 esitetyt tulokset osoittavat laskennallisen ja mitatun tiheyden riippuvuuden olemassaolon.

On myös mielenkiintoista tarkastella, voidaanko MÄKELÄN (1977) esittämää menetelmää helpottaa luopumalla hankalasta puiden iän määrittämisestä. Voidaan ajatella, että kokopuuhaketuksen kohteeksi joutuvien metsiköiden ollessa iältään esim. 20...45 a iällä on sen verran vähäinen merkitys, että sen vaikutus peittyi satunnaisten tekijöiden alle.

Kun jokaisella leimikolla vallitsevaa keskimääräistä puuaineen tiheyttä laskettaessa kunkin puulajin tiheytenä käytettiin taulukosta 2 saatavaa arvoa 30 a vanhoille puille, voitiin havaita, että korrelaatio ennustetun

ja mitatun tiheyden välillä heikkeni hieman. Kun iän määrittystä käytettäessä korrelaatiokerroin oli aiemmin todetun mukaisesti 0,730, vastaava arvo oli ilman iän määrittystä 0,712. Heikkeneminen ei siis ole olennaisen suuri.

Voidaan näin ollen päätellä, että kokopuukorjuun kohdistuessa likimääräisesti samanikäisiin metsiin iän määrittämisestä voidaan luopua ja käyttää keski-ikää vastaavia arvoja.

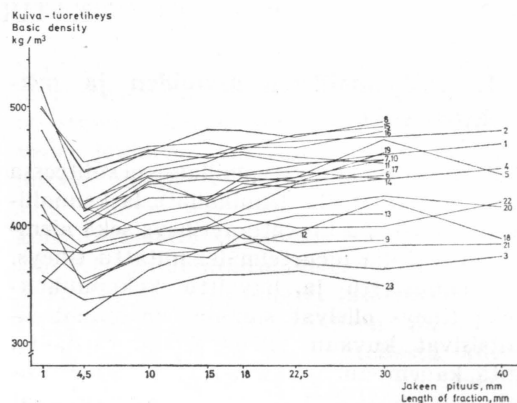
3.2. Eri pituusjakeiden kuiva-tuoretiheys

Kun hake seulottiin reikäseulalla pituusjakauman selvittämiseksi, eri levyjen reikien läpimitat olivat sellaiset, että tuloksena saatiin seuraavan jaotelman mukaiset jakeet. Jaotelmaan on myös merkitty, mitä arvoa on käytetty jakeen palasten keskipituutena kuvissa ja regressioanalyysissä.

Jakeen pituus, mm	Keskipituus, mm
alle 3	1
3...6	4,5
7...13	10
14...16	15
17...19	18
20...25	22,5
26...32	30
yli 32	40

Kuvassa 2 on esitetty leimikoittain kunkin jakeen kuiva-tuoretiheys. Yleisenä trendinä on tiheyden kasvaminen hakepalasten suurenemisen myötä, kun pienintä jaetta ei oteta huomioon. Saman tuloksen on aiemmin saanut KÄRKKÄINEN (1976) koivusta ja männystä, mutta ei harmaalepystä, jolla tiheys pikemminkin pieneni palasten koon kasvaessa. Nämä aiemmin tehdyt havainnot saavat vahvistusta siten, että ainoastaan työmaalla 9 laskettu tiheyden kuvaaja osoitti tiheyden pienenevän palasten koon kasvaessa, ja tällä työmaalla puustosta 90 % oli leppää. Kaikilla muilla työmailla hakepalasten kuiva-tuoretiheydellä ja koolla oli positiivinen riippuvuus.

Useimmilla työmailla (16 kpl) regressio oli tilastollisesti merkitsevä tai erittäin merkitsevä. Riippuvuus oli likimain ole-maton mm. työmaalla 21, jolla 90 % puu-



Kuva 2. Hakkeen kuiva-tuoretiheys eri seulon-tajakeissa. Numerot tarkoittavat leimikkoja.

Fig. 2. Basic density of chips in various screening fractions. The numbers refer to logging areas.

määrästä oli muuta lehtipuuta kuin koivua.

Keskimäärin kuiva-tuoretiheys kasvoi pituusjakeesta 3...6 mm jakeeseen yli 32 mm n. 25 kg/m³. Tämä on huomattavasti pienempi ero kuin mitä on havaittu puhtaalla koivu- tai mäntykokopuuhakkeella (KÄRKKÄINEN 1976). Paremmasta mittaustelmästä johtuen käsillä olevan tutkimuksen tuloksia on pidettävä luotettavampina. Lisäksi on otettava huomioon, että sekahakkeesta voidaan saada erilaisia tuloksia kuin puhtaista hakkeista, koska puulajien mekaaninen lujuus ja mm. siksi myös hakepalasten kokojakauma vaihtelee.

Kuten kuvasta 2 ilmenee, yhtä poikkeusta lukuunottamatta havaittiin, että hakepalasten kuiva-tuoretiheys alenee pienimmästä pituusjakeesta (alle 3) toiseksi pienimpään (pituus 3...6 mm). Tämän yllättävän ilmiön syytä on vaikea selittää. Ilmakuplat eivät voi olla syynä, koska käytetyllä tekniikalla ilmakuplien lisääntyminen alentaa havaittua kuiva-tuoretiheyttä. Eräs selitys on, että helposti murenevan kuoren tiheys on korkeampi kuin kevyimmän puun tiheys. Jos kuori murenee keskimäärin vielä pienemmiksi palasiksi kuin kevyt puu, ilmiö on ainakin mahdollinen. Toinen mahdollisuus on se, että hienoimmassa materiaalissa vettä imeytyi jo 1...5 min aikana niin paljon, että tämän vuoksi tiheys saatiin liian suureksi. Tähän mahdollisuuteen viittaavat mm. NEUSSER ym. (1971).

3.3. Hakepalasten turpoaminen

Kuten menetelmää selostettaessa todettiin, tilavuus mitattiin 1 ja 5 minuutin kuluttua veteen upottamisesta. Tällöin tilavuuden muutokseen vaikuttaa kolme seikkaa. 1) Veden imeytyessä hakepalaseen vaa'an lukema pienenee, ts. tilavuus pienenee ja kuiva-tuoretiheys suurenee. 2) Puun turvotessa tilavuus suurenee ja kuiva-tuoretiheys pienenee. 3) Ilmakuplien poistuessa havaittava tilavuus pienenee ja vastaavasti kuiva-tuoretiheys suurenee.

Näitä samanaikaisesti tapahtuvia muutoksia ei saada erotetuksi toisistaan, vaan havaintoja voidaan tehdä ainoastaan niiden yhteisvaikutuksesta. Ennalta arvioiden turpoaminen on vähäistä, koska solujen kyllästymispistettä korkeammissa kosteuspitoisuuksissa tilavuus ei periaatteessa muutu. Näin ollen vaikuttaviksi tekijöiksi jää lähinnä veden imeytyminen hakepalasiin sekä ilmakuplien poistuminen, jotka molemmat kohottavat havaittavaa kuiva-tuoretiheyttä. Voidaan siis olettaa, että 5 mi-

nuutin kuluttua veteen upottamisesta saatavat tiheydet ovat korkeampia kuin 1 minuutin kuluttua saatavat.

Käsillä olevassa tutkimuksessa keskimääräinen ero osoittautui pieneksi ja suunnaltaan odotusten vastaiseksi. Kuiva-tuoretiheys oli keskimäärin 0,04 % alhaisempi 5 minuutin kuluttua kuin 1 minuutin kuluttua. Millään leimikolla ero ei ollut suuri. Eron vaihteluväli oli -0,41...0,47 %.

Kun on ilmeistä, että hakepalasiin imeytyy vettä ja ilmakuplia poistuu, jolloin kuiva-tuoretiheys kasvaa, saatu tulos on tulkitettava siten, että hakepalasten turpoamista tapahtuu mittauksen aikana. Tämä tukee aiemmin tehtyä otaksumaa, että pieniä hakepalasia vedessä mitattaessa turpoaminen saattaa vaikuttaa tuloksiin huomattavasti enemmän kuin suuria puokappaleita mitattaessa (KÄRKKÄINEN 1976).

Eri jakeet poikkesivat toisistaan hieman, mutta mitään systemaattisuutta ei voitu havaita. Tiheys pieneni eniten toiseksi pienimmässä jakeessa (-0,11 %) ja suureni eniten pienimmässä jakeessa (+0,05 %).

4. TULOSTEN TARKASTELUA

MÄKELÄN (1977) esittämä laskennallinen menetelmä kokopuuhakkeen kuiva-tuoretiheyden määrittämiseksi osoittautui käytökelpoiseksi. Korrelaatio ennustetun ja pienestä, joskin homogenisoidusta näytteestä mitatun tiheyden välillä oli asian luonteen huomioon ottaen tyydyttävä 0,730. Jos leimikoiden puut ovat vuo-ria, esim. 20...45 a, menetelmää voidaan vielä yksinkertaistaa ja jättää leimikoittainen iän määrittäminen pois. Tällöin arvio kokopuuhakkeen kuiva-tuoretiheydestä perustuu yksinomaan puulajisuhteisiin. Ainakin tässä muodossa menetelmä vaikuttaa kokeilun arvoiselta käytännön mittakaavassa.

Tätä johtopäätöstä tukee se, että hakkeen kiintotilavuuden määrittäminen on käytännössä hankalaa, eikä erilaisia veteenupottamismenetelmiä yleensä käytetäkään. Tämän vuoksi mm. hakkeen kiintotilavuuden ja irtotilavuuden suhde jää tavallisesti määrittämättä, ja käytetään vain yhtä keskimääräissuhdetta, esim. 0,40. MÄKELÄN (1977) esittämää menetelmää voidaan soveltaa

mm. siten, että mitataan hakkeen irtotilavuus ja massa, vähennetään kosteusnäytteestä todettava veden osuus ja jaetaan saatu kuiva massa tilavuusyksikköä kohti taulukon 2 luvuilla. Tuloksena on hakkeen kiintotilavuuden ja irtotilavuuden suhde. Jos taulukon 2 luvut ovat edes suuntaa antavasti oikeat, saatu kiintotilavuuden ja irtotilavuuden suhde on oikeampi kuin yleisesti käytetty keskimääräinen luku.

Tutkimuksen toinen tulos, kuiva-tuoretiheyden kasvaminen palasten koon suurenemisessa pienintä jaetta lukuunottamatta, on mielenkiintoinen myös käytännön sovel-lutusten kannalta. Tässä tapauksessa erot jakeiden välillä olivat tosin pienet ja ilmeisesti käytännössä merkityksettömiä, mutta periaatteessa voidaan kuitenkin olettaa, että seulomalla pienimmät jakeet pois puuaineen ominaisuuksiin voidaan vaikuttaa myös tiheyden osalta. Syynä lienee se, että palasten suuruus riippune mekaanisesta lujuudesta, joka taas riippuu mm. tiheydestä.

Tiheyden määrittämisessä käytetty mene-

telmä osoittautui yleensä käyttökelpoiseksi, mutta osoitti jälleen kerran, että hakkeen kuiva-tuoretiheyden mittaaminen tarkasti on vaikeaa. On vielä korostettava, etteivät vaikeudet ole voitettavissa siirtymällä johonkin muuhun väliaineeseen kuin veteen, esim. elohopeaan (NEUSSER ym. 1971). Ilmeisesti kuiva-tuoretiheyden voimakas aleneminen pienimmästä jakeesta toiseksi pienimpään jakeeseen aiheutui ainakin osittain

käytetystä tutkimusmenetelmästä, eikä havainto ole ilman muuta yleistettävissä muihin menetelmiin. Samanlaisia vaikeuksia on todettu muissakin tutkimuksissa, ja yleensä hienoin aines onkin seulottu pois ennen määrittäystä (esim. ESLYN 1971, NEUSSER ym. 1971). On aivan ilmeistä tarvetta kehittää menetelmiä, jotka soveltuvat myös hienoja jakeita sisältäviä hakelajeja varten.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ESLYN, W. E. 1971. Reliability of a method for measuring specific gravity to determine wood losses in outside chip storage. *Tappi* 54 (8): 1269–1270.
- KÄRKKÄINEN, M. 1976. Kokopuuhakkeen tiheyden mittaaminen. Summary: Measurement of basic density of total tree chips. *Silva Fenn.* 10 (3): 198–211.
- MÄKELÄ, M. 1977. Metsähakkeen tiheyden las-

- keminen. Summary: Calculating the basic density of whole tree and logging residue chips. *Silva Fenn.* 11(2): 136–147.
- NEUSSER, H., WU, Z. H. & ZENTNER, M. 1971. Über die Erfassung einiger wichtiger Kennzahlen von Holzspänen — Teil II. Versuche zur Bestimmung der Rohholzdichte von Spangemischen. *Holzforsch. u. Holzverwert.* 23(5): 81–95.

SUMMARY:

OBSERVATIONS ON THE CALCULATION OF THE BASIC DENSITY OF TOTAL TREE CHIPS

In this study two methods of determining the basic density of total tree chips are compared. The method of MÄKELÄ (1977) is based on the volumes of pine, spruce, birch, and alder in a logging area, and the age of the trees. In the other method the basic density of total tree chips

is measured by the common displacement method. The correlation was 0,730 in the material 22 logging areas. Besides this it was found that the basic density of chips increases as the size of the chip particles increases with the exception of the smallest particles.