

SILVA FENNICA

Vol. 10 1976 N:o 4

Sisällys
Contents

- MATTI KÄRKKÄINEN: Lisähavaintoja haapatukkien poikkipinta-alan mittaamisesta 257
Summary: Auxiliary observations on the measurement of the cross-sectional area of aspen logs 265
- HEIKKI HEISKANEN: Metsätyön palkkauksen perusongelmat 266
Summary: Basic problems of the wage system for forest work 276
- I. LEHTONEN, C. J. WESTMAN ja S. KELLOMÄKI: Ravinteiden kierto eräässä männikössä: II Sadannan määrä ja laatu riukasteen männikössä 277
Summary: Nutrient cycle in a Scots pine stand: II Amount and quality of precipitation in a Scots pine stand at the pole stage 287
- SEPPÖ KELLOMÄKI and PERTTI HARI: Rate of photosynthesis of some forest mosses as a function of temperature and light intensity and effect of water content of moss cushions on photosynthetic rate 288
Seloste: Eräiden metsäsammalien fotosynteesinopeus lämpötilan ja valon funktiona sekä kasvuston kosteuden vaikutus fotosynteesinopeuteen 295
- C. J. WESTMAN: Förrädsgödsling av rotade tallplanter med olika kvävegödselmedel 296
Summary: Fertilization of containerized Scots pine seedlings with different nitrogen fertilizers 312
- Puutavaraselvitys 1976. Suomen raakapuu-, teollisuusjätepuuja metsätähdetase vuoteen 1980 sekä metsäteollisuuden puuraaka-ainenäköymät vuoteen 2000 314
Summary: Timber report 1976. Finland's roundwood, industrial residue and forest residue balances by 1980 as well as the wood raw material situation of Finnish forest industries by the year 2000 331
- PAAVO YLI-VAKKURI and PAAVO PELKONEN: Rooting of Scots pine needle fascicles with different growth substances and media 337
Seloste: Eräiden kasvuaineiden ja kasvualustojen vaikutus männyn lyhytversojen juurtumiseen 341

Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

PUBLISHER:

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

OFFICE:

Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland

EDITOR:

MATTI KÄRKKÄINEN

EDITORIAL BOARD:

AULIS E. HAKKARAINEN (Chairman), MATTI NUORTEVA (Vice Chairman), VELI-PEKKA JÄRVELÄINEN, SEPPÖ KELLOMÄKI, MATTI LEIKOLA, EERO PAAVILAINEN, and KUSTAA SEPPÄLÄ (Secretary).

Silva Fennica is published quarterly. It is sequel to the Series, vols. 1 (1926)—120(1966). Its annual subscription price is 20 Finnish marks. The Society of Forestry in Finland also publishes *Acta Forestalia Fennica*. This series appears at irregular intervals since the year 1913 (vol. 1).

Orders for back issues of the publications of the Society, subscriptions and exchange inquiries can be addressed to the office.

Silva Fennica

NELJÄNNESVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN
AIKAKAUSKIRJA

JULKAISIJA:

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

TOIMISTO:

Unioninkatu 40 B, 00170 Helsinki 17

TOIMITTAJA:

MATTI KÄRKKÄINEN

TOIMITUSKUNTA:

AULIS E. HAKKARAINEN (puheenjohtaja),
MATTI NUORTEVA (varapuheenjohtaja), VELI-PEKKA
JÄRVELÄINEN, SEPPÖ KELLOMÄKI, MATTI LEIKOLA,
EERO PAAVILAINEN ja KUSTAA SEPPÄLÄ (Sihteeri).

Silva Fennica, joka vuosina 1926—66 ilmestyi sarjajulkaisuna (niteet 1—120), on vuoden 1967 alusta lähtien neljännesvuosittain ilmestyyvä aikakauskirja. Suomen Metsätieteellinen Seura julkaisee myös *Acta Forestalia Fennica*-sarjaa vuodesta 1913 (nide 1) lähtien.

Tilauksia ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran toimistolle. *Silva Fennican* tilaushinta on 20 mk.

LISÄHAVAINTOJA HAAPATUKKIEN POIKKIPINTA-ALAN MITTAAMISESTA

MATTI KÄRKKÄINEN

SUMMARY:

*AUXILIARY OBSERVATIONS ON THE MEASUREMENT OF THE
CROSS-SECTIONAL AREA OF ASPEN LOGS*

Saapunut toimitukselle 1976-09-20

Tutkimuksessa on mitattu 174 haapakiekon pinta-ala, 16 sädettä ja 8 läpimittaa. Kiekot on saatu tulitikkutehtaan raaka-aineeksi menevistä tukeista. Mittausten mukaan suurimman ja pienimmän läpimitan ero oli keskimäärin 18 mm eli 7 % suurimmasta läpimitasta. Suurimman ja pienimmän säteen ero oli vastaavasti 29 mm eli 22 %. Läpimitta oli keskimäärin 2,4 mm suurempi kuin vastaavat säteet.

Kun oikeana pinta-alana pidettiin planimetrilla mitattua pinta-alaa, suurimman ja pienimmän läpimitan keskiarvoon perustuvalla menetelmällä saatiin 1,7 % liian suuri tulos. Kun laskettiin kahdeksaa läpimittaa vastaavien ympyröiden pinta-alojen keskiarvo, saatiin 1,8 % liian suuri tulos. Tämä yliarviointi vastaa tilannetta, jolloin läpimitta mitataan satunnaisessa suunnassa.

Tutkimuksessa käytettiin pääosin samanlaista tekniikkaa kuin aiemmassa tutkimuksessa (Kärkkäinen 1975 a). Nyt saadut tulokset tukevat aiempia johtopäätöksiä siltä osin kun vertailu on mahdollinen.

1. JOHDANTO

Aiemmin tehdyissä tutkimuksissa on voitu todeta, että kotimaisten puulajien rungon poikkileikkauksen epäpyöreyttä on selvitetty vain vähän (KÄRKKÄINEN 1974, 1975 a, b). Tästä on aiheutunut, ettei esim. tarkoissa muotolukututkimuksissa ole voitu käyttää sellaisia menettelytapoja, joilla poikkileikkauksen pinta-ala olisi saatu luotettavasti määritetyksi. Paremman tiedon puuttuessa on jouduttu turvautumaan menetelmiin, joiden tarkkuudesta ei ole ollut täsmällistä käsitystä. Myös puutavaran mittaussäännössä on jouduttu antamaan

tulkinnanvaraisia ohjeita epäpyöreiden pölkkyjen mittaamista varten. — Poikkileikkauksen pinta-alan mittaamisen epämääräisyys näkyy mm. siinä, että stereometrisella eli avaruusgeometriaan perustuvalla mittauksella ja upotusmittauksella on joskus vaikea saada samanlaisia tuloksia mitattavien puutavarakappaleiden tilavuudesta. — Poikkileikkauksen pinnan epäpyöreys on kuitenkin vain yksi eron syytä.

Käsillä olevassa tutkimuksessa esitetään uusia tuloksia haapatukkiin poikkipinta-alan mittaamisesta. Aiemmin julkaistun tutki-

muksen lisäksi (KÄRKKÄINEN 1975 a) nämä lienevät ainoat Suomessa tehdyt havainnot haavan epäpyöreystä.

Tutkimuksen aineisto on kerätty OLLI UUSVAARAN haavan puuaineen ominaisuuksia koskevan tutkimuksen yhteydessä. Tutkimuksessa ovat avus-

taneet TARJA BJÖRKLUND (pinta-alamittaukset, piirroksat ja atk-käsittely), PIRKKO JÄRVINEN (aineiston mittaus), KAARINA KOSKINEN (aineiston mittaus) ja AUNE RYTKÖNEN (konekirjoitustyöt). Käsikirjoituksen ovat lukeneet VEIJO HEISKANEN ja JUHANI SALMI. Kiitän tuesta.

2. AINEISTO

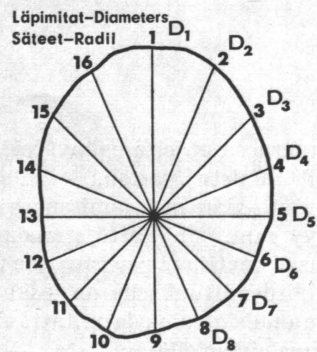
Tutkimusta varten saatiin 174 muuttaman senttimetrin vahvuista kiekkoa tulitikkutehtaalle saapuvien tukkien latvasta. Aineisto pyrittiin keräämään siten, että kiekot edustaisivat tietynä aikana tehtaalle tulevia tukkeja. Varsinaista otantaa ei tehty.

Sisätyönä kuorettomien kiekkojen ääri- viivat kopioitiin paperille, johon merkittiin myös ytimen sijainti. Jokaisesta piirroksista todettiin silmävaraisesti suurin ytimen ja reunaviivan välinen etäisyys, ja tässä suunnassa piirrettiin ensimmäinen halkaisija. Tätä vastaan piirrettiin kohtisuorassa toinen halkaisija, ja saadut neljäkkäät puolitettiin kaksi kertaa. Näin saatujen 16 säteen pituus mitattiin ytimestä pintaan. Näiden säteiden lisäksi mitattiin myös säteitä vastaavat 8 läpimittaa. Kun läpimitana pidettiin kahden samansuuntaisen tangentin välistä etäisyyttä, vastakkaisten

säteiden yhteinen pituus oli yhtä suuri tai pienempi kuin vastaava läpimita. Ks. kuva 1.

Aikaisemmasta tutkimuksesta poiketen (KÄRKKÄINEN 1975 a) poikkileikkauksesta ei määritetty suurinta ja pienintä läpimittaa, vaan suurimmaksi ja pienimmäksi läpimitaksi oletettiin suurin ja pienin mainituista kahdeksasta läpimitasta. Aiemmasta tutkimuksesta poikettiin myös sikäli, että tasokuvion tarkka pinta-ala määritettiin 16 säteeseen perustuvan menetelmän lisäksi myös planimetrillä. Käsillä olevassa tutkimuksessa tasokuvion todellisena pinta-alana pidetään planimetrillä mitattua pinta-alaa.

Kaikki läpimita- ja sädemittaukset tehtiin millimetrin tarkkuudella. Pinta-alat laskettiin neliömillimetrin tarkkuudella. Nämä tarkkuudet eivät teoreettisesti vastaa



Kuva 1. Läpimittojen ja säteiden määrittely. Läpimita D_1 on suurimman säteen suunnassa.

Fig. 1. Definition of the diameters and the radii. Diameter D_1 lies in the direction of the longest radius.

Taulukko 1. Haapa-aineiston tärkeimpiä tunnuksia

Table 1. Most important characteristics of aspen material

| Muuttuja — Variable | Arvo Value |
|--|------------|
| Kiekkojen lukumäärä Number of discs | 174 |
| Keskimääräinen suurin läpimita, mm ... Average largest diameter, mm | 248 |
| Suurimman läpimitan keskihajonta, mm Standard deviation of largest diameter, mm | 46,8 |
| Suurimman läpimitan suurin arvo, mm Maximum largest diameter, mm | 369 |
| Suurimman läpimitan pienin arvo, mm ... Minimum largest diameter, mm | 169 |

toisiaan, koska suurin teoreettinen poikkeama säteen tai läpimitan mittauksessa oikeasta arvosta ei vastaa pinta-alan esityksessä käytettyä tarkkuutta. Tämä näkökohta on pidettävä mielessä tuloksia tulkittaessa.

Kun käsillä olevassa tutkimuksessa tarkasteltiin kiekkojen sijasta niistä tehtyjä piirroksia, aikaisemmasta tutkimuksesta poiketen ei mitattu ympärysmittaa kolot huomioon ottaen tai ottamatta. Myös eräitä

aiemmassa tutkimuksessa mitattuja läpimitatunnuksia jätettiin mittaamatta niiden vähäisen merkityksen vuoksi.

Taulukossa 1 on esitetty tutkimusaineiston tärkeimpiä tunnuksia. Kiekkojen lukumäärä on vähäisempi kuin aiemmassa tutkimuksessa (KÄRKKÄINEN 1975 a) ja keskimääräinen koko hieman suurempi. Likimain aineistot kuitenkin vastaavat toisiaan.

3. TULOKSET

31. Epäpyöreiden luonne

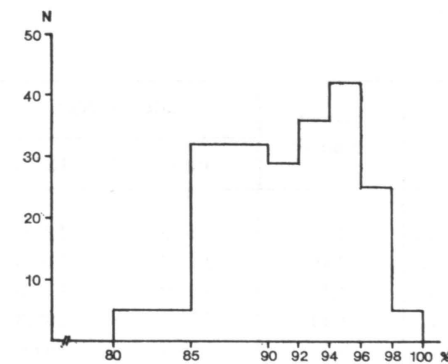
Käsillä olevan tutkimuksen tulokset vahvistavat aiemmassa tutkimuksessa saavutettua kuvaa epäpyöreiden luonteesta ja määrästä. Nyt saatiin suurimman ja pienimmän läpimitan eroksi keskimäärin 18,3 mm ja aiemmassa tutkimuksessa 18,5 mm. Tämä on kummassakin tutkimuksessa noin 7...8 % suurimmasta läpimitasta. Samoin suurimman ja pienimmän säteen ero on samaa suuruusluokkaa molemmissa tutkimuksissa. Käsillä olevassa tutkimuksessa keskimääräinen ero oli 29,4 mm, aiemmassa 27,0 mm. Kummassakin tutkimuksessa tämä on n. 22 % suurimman säteen pituudesta.

Kuvassa 2 on esitetty pienimmän ja suurimman läpimitan suhteen jakauma, joka hyvin vastaa aiemmin saatua kuvaa (KÄRKKÄINEN 1975 a). Vertailuna mainittakoon, että WUJCIAKIN (1975, s. 41) pyökkiä koskevassa tutkimuksessa pienin läpimita oli 92 % suurimmasta. Tulos on siis samaa suuruusluokkaa.

Käsillä olevassa tutkimuksessa voitiin aiemmasta tutkimuksesta poiketen mitata myös läpimitan ja sitä vastaavien kahden säteen pituusero. Keskimääräinen ero oli 2,4 mm eli n. 1 % läpimitasta. Tämä ero kuvaa sitä, ettei läpimittamittauksella voida päästä käytännössä oikeaan poikkileikkauksen pinta-alaan, mitattiinpa läpimittoja kuinka paljon tahansa.

Läpimitan ja niitä vastaavan kahden säteen erotus ei ole kuitenkaan vakio. Pienimmillään tämä ero on suurinta sädetä vastaavan läpimitan ollessa kyseessä. Suurimmillaan ero on taas lähellä tätä läpimittaa. Maksimikohdan jälkeen ero pienenee melkoisesti. — Nämä eri suunnissa mitattujen läpimittojen ja säteiden erot on esitetty seuraavassa jaotelmassa.

| Läpimitat | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|-------|
| D_1 | D_2, D_8 | D_3, D_7 | D_4, D_6 | D_5 |
| Ero, mm | | | | |
| 1,00 | 2,82 | 2,71 | 2,37 | 2,17 |



Kuva 2. Haapakiekkon pienin läpimita prosentteina suurimmasta läpimitasta. Havaintojen määrä histogrammassa on 174.

Fig. 2. The smallest diameter of aspen disc as percentage of the largest diameter. Number of observations in the histogram is 174.

Taulukossa 2 esitettyjen epäpyöreystun- nusten lisäksi epäpyöreiden luonnetta voidaan tarkastella myös muilla keinoin. Eräs mahdollisuus on laskea säteiden keskimääräiset pituudet eri suuntiin. Käsillä olevassa tutkimuksessa on menetelty siten, että suu-

Taulukko 2. Haapa-aineiston keskimääräisiä epäpyöreystunnuksia hajontoineen

Table 2. Averages and standard deviations of variables describing the cross section of aspen disks

| Muuttuja — Variable | \bar{x} | s |
|--|-----------|-------|
| Suurimman ja pienimmän läpimitan ero, mm — Difference between largest and smallest diameter, mm | 18,29 | 10,06 |
| — Prosentteina suurimmasta — As percentage of the largest | 7,38 | .. |
| Suurimman ja pienimmän säteen ero, mm — Difference between largest and smallest radius from pith to edge, mm | 29,44 | 15,35 |
| — Prosentteina suurimmasta — As percentage of the largest | 21,92 | .. |
| Läpimitan ja sitä vastaavien säteiden ero, mm — Difference between diameter and radii corresponding it, mm | 2,37 | .. |
| — Prosentteina läpimitasta — As percentage of diameter | 0,99 | .. |

\bar{x} = keskiarvo — mean, s = standardipoikkeama — standard deviation

rimmasta säteestä oikealle ja vasemmalle olevat säteet on laskettu pareittain keskiarvoksi. Näin on voitu menetellä sen johdosta, ettei kiekkoja mitattaessa ole erotettu tyveen ja latvaan päin olevia pintoja. Näin ollen keskimääräiset tunnuukset ovat likimain symmetrisesti suurimman säteen suhteen.

Kuten taulukosta 3 voidaan todeta, suurimman säteen ympäristössä säteen lyhene-

minen on voimakasta ja sitä vastapäätä varsin heikkoa. Kun suurinta sädettä vastapäätä olevaa sädettä merkitään luvulla 100, sitä vastaan kohtisuorasti olevien säteiden keskiarvo oli vain 105,6. Suurin säde sai tällöin arvon 122,0. Tällainen tulos merkitsee sitä, että suurinta sädettä vastapäätä poikkileikkaus on likimain ympyrä. — Vastaavanlainen tulos on havaittu aikaisemmassa haapaa koskevassa tutkimuksessa (KÄRKKÄINEN 1975 a). Kun suurinta sä-

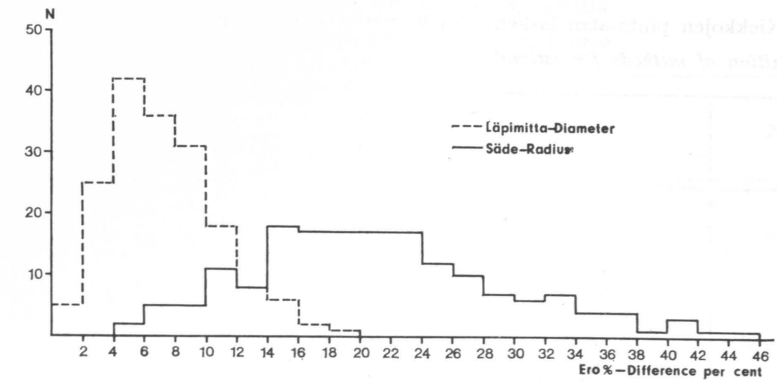
Taulukko 3. Keskimääräiset säteiden pituudet eri suuntiin

Table 3. Average distance from pith to edge (radii) in various directions

| Suunta — Direction | Säteet Radii ¹⁾ | Säde — Radius | |
|------------------------------------|----------------------------|---------------|--------------------|
| | | mm | Rel. ²⁾ |
| Suurin säde — Longest radius | 1 | 134,3 | 122,0 |
| ± 1/8 π rad (± 22,5°) | 2,16 | 128,7 | 116,9 |
| ± 2/8 π rad (± 45°) | 3,15 | 122,9 | 111,6 |
| ± 3/8 π rad (± 67,5°) | 4,14 | 119,2 | 108,3 |
| ± 4/8 π rad (± 90°) | 5,13 | 116,3 | 105,6 |
| ± 5/8 π rad (± 112,5°) | 6,12 | 113,7 | 103,3 |
| ± 6/8 π rad (± 135°) | 7,11 | 111,5 | 101,3 |
| ± 7/8 π rad (± 157,5°) | 8,10 | 110,4 | 100,3 |
| + π rad (+ 180°) | 9 | 110,1 | 100,0 |

¹⁾ Ks. kuva 1 — See Fig. 1

²⁾ Suurin säde + 180° = 100,0 — Longest radius + 180° = 100,0



Kuva 3. Pienimmän ja suurimman läpimitan ero prosentteina suurimmasta läpimitasta (katkoviiva) sekä pienimmän ja suurimman säteen ero prosentteina suurimmasta säteestä (ehyt viiva). Havaintojen määrä histogrammassa on 174.

Fig. 3. Difference between smallest and largest diameters as percentage of largest diameter (dashed line) and difference between shortest and longest radii from pith to edge as percentage of the longest radius (even line). Number of observations in the histogram is 174.

dettä vastapäätä olevaa sädettä merkittiin luvulla 100, kohtisuorasti olevien säteiden keskiarvo oli 104,6 ja suurin säde 121,0. Näitä lukuja vertaamalla voidaan todeta, että aiemmassa tutkimuksessa epäpyöreys oli kovin lievästi pitkulaisempaa kuin käsillä olevassa tutkimuksessa.

Taulukosta 3 ei saa tehdä sitä johtopäätöstä, että haapakiekot olisivat symmetrisiä suurimman säteen määräämän janan suhteen. Käsillä olevassa tutkimuksessa puolikkaiden absoluuttinen ero oli keskimäärin 3 041 mm² ja standardipoikkeama 2 909 mm². Kuten seuraavasta jaotelmasta ilmenee, kiekkoista vain 4,1 % on sellaisia, joissa puolikkaiden ero on yli 20 % kiekon pinta-alasta. Samoin jaotelmasta havaitaan, että 65,5 % kiekkoista kuuluu joukkoon, jossa puolikkaiden pinta-alojen ero on alle 8 % kokonaispinta-alasta.

Puolikkaiden pinta-alojen ero % pinta-alasta

| | | | |
|-------------|-----------|------------|-------------|
| 0 ... 4 | 4,1 ... 8 | 8,1 ... 12 | 12,1 ... 16 |
| 37,9 | 27,6 | 17,8 | 10,9 |
| 16,1 ... 20 | yli 20 | Yhteensä | |
| 1,7 | 4,1 | 100,0 | |

Eräänlaisesta symmetrisyydestä mainittakoon vielä, että 54,0 % kiekkoista oli sellaisia, joissa suurin läpimita oli suurimman säteen suunnassa, ja 20,7 % sellaisia, joissa se oli kehän kuudestoistaosan verran oikealle tai vasemmalle. Kaikista kiekkoista noin neljännes oli sellaisia, joissa pienin läpimita oli tarkasti kohtisuorassa suurinta läpimittaa vastaan.

32. Pinta-alan määrittämismenetelmien tarkkuus

Taulukossa 4 on esitetty ne pinta-alan määrittämismenetelmät, joiden antamia tuloksia on nyt tarkasteltu. Perusmenetelmänä on pidetty menetelmää P, joka on mitattu planimetrilla. Tällä menetelmällä saatuihin pinta-aloihin on verrattu muilla tavoilla saatuja pinta-aloja. Menetelmä A perustuu puolestaan 16 säteen mittaamiseen ja pinta-alan laskemiseen niiden neliöiden avulla. Tätä menetelmää on aiemmassa tutkimuksessa käytetty vertailumenetelmänä (KÄRKKÄINEN 1975 a). Myös menetelmät D, G ja J ovat samoja, joita on kyseisessä tutkimuksessa käytetty. Menetelmässä D

Taulukko 4. Kiekkojen pinta-alan laskennassa käytettyjen menetelmien määrittelyt
Table 4. Definition of methods for estimating disk area

| Menetelmä Method | Kaava Formula | Huomautuksia — Remarks |
|---------------------|--|---|
| P | .. | Planimetrilla mitattu — Measured by planimeter Vertailumenetelmä — Reference method |
| A | $A = \pi \sum_{i=1}^{16} x_i^2$ | A = pinta-ala — area x_i = säde — distance from pith to edge |
| D | $A = \left(\frac{x_{21} + x_{23}}{4} \right)^2 \pi$ | x_{21} = suurin läpimitta — largest diameter x_{23} = pienin läpimitta — smallest diameter |
| G | $A = \left(\frac{x_{21}^2 + x_{23}^2}{8} \right) \pi$ | |
| J | $A = \frac{x_{21}x_{23}\pi}{4}$ | |
| R | $A = \frac{\pi \sum_{i=1}^8 d_i^2}{32}$ | d_i = läpimitta — diameter |
| S | $A = \frac{\pi (k_1x_{21} + k_2x_{23})^2}{4}$ | $k_1 = 0,34$ $k_2 = 0,66$ |

on mitattu pienimmän ja suurimman läpimitan keskiarvo ja käytetty tätä ympyrän kaavassa pinta-alan saamiseksi. Menetelmässä G on laskettu ensin suurinta ja pienintä läpimittaa vastaavat pinta-alat ja sitten otettu niiden keskiarvo. Menetelmä J perustuu puolestaan suurimman ja pienimmän läpimitan geometrisen keskiarvon käyttämiseen ympyrän kaavassa.

Menetelmässä R on laskettu 8 läpimittaa vastaavien ympyröiden keskiarvo. Tämä vastaa tilannetta, jolloin läpimitta mitataan satunnaisessa suunnassa useita kertoja ja näin saaduista pinta-aloista otetaan keskiarvo. Menetelmä S on puolestaan SUGIMOTON menetelmä, jolloin ympyrän kaavassa olevana läpimittana käytetään suurimman ja pienimmän läpimitan painotettua keskiarvoa. Käsillä olevassa tutki-

muksessa suurimman läpimitan painona käytettiin 0,34 ja pienimmän läpimitan painona 0,66. Nämä arvot on saatu aikaisemmasta tutkimuksesta (KÄRKKÄINEN 1975 a, s. 229). — Mainittakoon, että kyseisessä tutkimuksessa oleva kaava (6) antaa pienintä läpimittaa koskevan kertoimen k_2 eikä suurinta läpimittaa koskevaa kerrointa k_1 , kuten kaavassa virheellisesti on esitetty. Kaava on oikeassa muodossa esitetty kaavana (1).

$$(1) \quad k_2 = \frac{d_{\max} - d}{d_{\max} - d_{\min}}, \text{ jossa}$$

- d_{\max} = suurin poikkileikkauksen läpimitta
- d_{\min} = pienin poikkileikkauksen läpimitta
- d = poikkileikkauksen pinta-alaan vastaavan ympyrän läpimitta

Taulukko 5. Poikkileikkauksen pinta-alan määrittämenetelmien vertailu
Table 5. Comparison between various methods for determining disk area

| Menetelmä Method | Ero menetelmään P Difference from method P | | | | |
|-------------------------------|---|----------------------|-------------------------|--|--|
| | \bar{x} mm ² | s mm ² | $\frac{100 \bar{x}}{P}$ | Suurin arvo Maximum mm ² | Pienin arvo Minimum mm ² |
| Ks. taulukko 5 See table 5 | | | | | |
| P | 0 ¹⁾ | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A | 177 ²⁾ | 253 | 0,39 | 1074 | - 894 |
| D | 768 | 843 | 1,69 | 5222 | -1242 |
| G | 854 | 887 | 1,88 | 5520 | -1138 |
| J | 683 | 808 | 1,50 | 4923 | -1346 |
| R | 824 | 709 | 1,81 | 5410 | - 628 |
| S | -362 | 756 | -0,80 | 1826 | -3411 |

¹⁾ Kiekkojen keskimääräinen pinta-ala 45485 mm² ja standardipoikkeama 16972 mm² — Average area of disks 45485 mm² and standard deviation 16972 mm²

²⁾ + tarkoittaa, että menetelmällä saatu pinta-ala on liian suuri ja —, että se on liian pieni. + means that the area is overestimated and — underestimated.

Taulukossa 5 on esitetty käsillä olevassa tutkimuksessa saadut tulokset. — Periaatteelliselta kannalta on mielenkiintoinen vertailumenetelmän P ja aikaisemmasta tutkimuksessa käytetyn vertailumenetelmän A välinen ero. Keskimäärin on menetelmällä A saatu suurempia tuloksia kuin menetelmällä P. Ero on tosin vähäinen, 177 mm² eli 0,39 % pinta-alasta, mutta tilastollisesti merkitsevä. Periaatteessa menetelmillä P ja A pitäisi päätyä samanlaisiin tuloksiin. Ilmeistä on, että havaittu systemaattinen ero johtuu käytetyn tutkimustavan epätarkkuuksista. On nimittäin huomattava, että keskimääräisessä kiekossa pinta-aleroa 177 mm² vastaa läpimitan ero, joka on ainoastaan 0,47 mm. Kun kiekkojen ääri- viivat piirrettiin paperille verraten karkein välinein, on mahdollista, että säteiden mittaamiseen perustuvassa menetelmässä on tarkasteltu reunaviivan muuta kohtaa kuin planimetria käytettäessä. Käytännöllistä merkitystä havaitulla tilastollisesti merkitsevällä erolla ei ole.

Käytännön kannalta mielenkiintoisimmat tulokset koskevat menetelmää D. Käsillä olevassa tutkimuksessa saatiin tällä suurimman ja pienimmän läpimitan keskiarvoon perustuvalla menetelmällä keskimäärin 1,7 %

liian suuria poikkileikkauksen pinta-aloja. Aiemmassa tutkimuksessa ero silloiseen vertailumenetelmään A oli 1,1 %. Kun otetaan huomioon menetelmän P ja A välinen ero 0,39 %, tulokset vastaavat hyvin toisiaan.

Jo ennakolta on selvää, että menetelmällä G saadaan suurempia tuloksia kuin menetelmällä D ja menetelmällä J vastaavasti pienempiä tuloksia. Käsillä olevassa tutkimuksessa yliarviointi oli menetelmällä G keskimäärin 1,9 % ja menetelmällä J 1,5 %. Vastaavat aiemman tutkimuksen yliarvioinnit menetelmään A verrattuna olivat 1,3 ja 0,8 %.

Yllättävimmät tulokset koskevat menetelmää R, joka vastaa läpimitan mittaamista satunnaisessa suunnassa. Aiemmin Ruotsissa tehtyjen, pääasiassa teoreettisten tutkimusten perusteella tosin on tiedetty, että satunnaisessa suunnassa läpimitan mittaaminen aiheuttaa poikkileikkauksen pinta-alan yliarviointia (TIRÉN 1929, MATÉRN 1956). Missään aiemmassa tutkimuksessa ei kuitenkaan ole raportoitu, että virhe voisi olla niin suuri kuin käsillä olevassa tutkimuksessa on havaittu, 1,8 %. Kun tiedetään, että 1,8 % suuruinen yliarviointi poikkileikkauksen pinta-alassa aiheuttaa yhtä suuren virheen

kuutiomäärässä, havaitun virheen merkitävyys on ilmeinen.

Taulukossa 5 on esitetty myös SUGIMOTON

(Ks. KÄRKKÄINEN 1975 a) menetelmällä (S) saadut tulokset. Käsillä olevassa tutkimuksessa menetelmä on onnistunut hyvin.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Siltä osin kuin käsillä oleva tutkimus on aiemman haavan epäpyöreyttä koskevan tutkimuksen toistoa, nyt saatujen tulosten voidaan sanoa tukevan aiemmin tehtyjä johtopäätöksiä epäpyöreyyden määrästä ja laadusta. Niinpä aiemman tutkimuksen tavoin saatiin suurimman ja pienimmän läpimitan eroksi vajaa 20 mm, joka on n. 7...8 % suurimmasta läpimitasta. Tällainen läpimittojen ero on lähes kaksinkertainen eräseen norjalaiseen haapa-aineistoon verrattuna (BØRSET 1952, s. 397). Kun kahdessa erillisessä suomalaisessa aineistossa on päädytty keskenään samanlaisiin tuloksiin, tämä viittaa saatujen tulosten luotettavuuteen.

Edelleen voitiin käsillä olevassa tutkimuksessa todeta aiemman tutkimuksen tavoin, että suurimman ja pienimmän läpimitan keskiarvoon perustuva poikkipinta-alan arviointi antaa liian suuria tuloksia ympyrän kaavaa käytettäessä. Geometrisen keskiarvon käyttäminen ei riittävästi pienennä virhettä. Nämä havainnot viittaavat siihen, että esim. tarkoissa eri mittausmenetelmien eroja selvittelevissä tutkimuksissa on aiheellista pyrkiä käyttämään tarkkuudeltaan

parempia menetelmiä. Aiemmin tehdyssä tutkimuksessa on johtopäätöksensä suositeltu pienimmän läpimitan ja sitä vastaan kohtisuorasti mitatun läpimitan käyttämistä poikkipinta-alan arvioinnissa. Käsillä olevassa tutkimuksessa ei ole voitu tehdä tällaisen menetelmän luotettavuutta koskevia arvioita erilaisesta mittaustavasta johtuen. Mitään sellaista ei kuitenkaan ole ilmennyt, joka oikeuttaisi hylkäämään aiemmin tehdyn olettamuksen mainitun menetelmän käyttökelpoisuudesta.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on teoreettisten laskelmien mukaisesti empiirisenä tuloksena havaittu, ettei satunnaisessa suunnassa mitattu läpimita anna keskimäärin läheskään oikeaa poikkipinta-alaa. Kun satunnaista mittaussuuntaa käytettäessä poikkipinta-ala saatiin tutkimuksessa keskimäärin 1,8 % liian suureksi, eroa ei voi pitää vähäpätöisenä. Onkin aiheellista harkita jatkotutkimuksia asian laajemmaksi selvittämiseksi. Lehtipuutukit ovat tässä suhteessa erityisen kiintoisia, kun niiden epäpyöreys on suurempi kuin havupuilla.

KIRJALLISUUTTA

- BØRSET, OLA 1952. Undersøkelser over aspetømmer. Summary: Investigations on aspen logs. Medd. Norske Skogforsøksv. 39: 355-423.
- KÄRKKÄINEN, MATTI 1974. Keskusmuotoluvun perusteita tukkien ja kuitupuun mittaauksessa. Summary: Foundations of middle form factor in the measurement of logs and pulpwood. *Silva Fenn.* 8(1): 47-88.
- » — 1975 a. Koivu- ja haapatukkien poikkipinta-alan mittaaminen. Summary: Measurement of the cross-sectional area of birch and aspen logs. *Silva Fenn.* 9(3): 212-232.
- » — 1975 b. Pohjoissuomalaisten mäntytukkien soikeus. Summary: Ovalness of pine logs

in Northern Finland. *Silva Fenn.* 9(4): 251-258.

MATÉRN, BERTIL 1956. On the geometry of the cross-section of a stem. Sammanfattning: Om stamtvärsnittets geometri. Medd. Stat. Skogsforskn Inst. 46.11.

TIRÉN, LARS 1929. Über Grundflächenberechnung und ihre Genauigkeit. Resumé: Om grundyteberäkning och dess noggrannhet. Medd. Stat. Skogsforsöksanst. 25: 229-304.

WUJCIAK, RAINER 1975. Untersuchungen über die Buchenrindennekrose und deren Einfluss auf den technologischen Gebrauchswert des Buchenschälholzes. Dissertation. Göttingen.

SUMMARY:

AUXILIARY OBSERVATIONS ON THE MEASUREMENT OF THE CROSS-SECTIONAL AREA OF ASPEN LOGS

In this study the area, 8 diameters and 16 radii were measured of 174 discs representing aspen logs in a mill. The average difference between the largest and smallest diameter was 18 mm, or 7 per cent of the longest diameter. The difference between the largest and smallest radius was 29 mm or 22 per cent of the longest radius. The diameter was on the average 2,4 mm longer than the two corresponding radii.

The exact area of each disc was measured using a planimeter. In comparison the area based on

the circle formula the diameter being the arithmetic mean of largest and smallest diameters overestimated the area by 1,7 per cent.

The results also indicated that the use of random direction in the measurement of diameter overestimated the cross-sectional area on the average by 1,8 per cent.

The study is partly a continuation of the earlier study (KÄRKKÄINEN 1975 a) where the bibliography is presented. As far as the results are comparable they support each other.