METSÄTEHON TIEDOTUS
METSÄTEHO REPORT

230

METSÄTEHO SUOMEN PUUNJALOSTUSTEOLLISUUDEN KESKUSLIITON METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
FOREST WORK STUDY SECTION OF THE CENTRAL ASSOCIATION OF FINNISH WOODWORKING INDUSTRIES

SÄILYTYS: 10

Tutkimus A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimislaitteen mittaustarkkuudesta

A STUDY OF THE MEASURING ACCURACY OF THE BUNDLE-VOLUME MEASURING DEVICE OF A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ

RAIMO SAVOLAINEN

HELSINKI 1964

M E T S Ä T E H O

Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton metsätyöntutkimusosasto

Forest Work Study Section of the Central Association of Finnish Woodworking Industries

T U T K I M U S A. A H L S T R Ö M O S A K E Y H T I Ö N N I P U N K U U T I O I M I S L A I T T E E N M I T T A U S T A R K K U U D E S T A

A Study of the Measuring Accuracy of the Bundle-Volume Measuring Device of A. Ahlström Osakeyhtiö

Raimo Savolainen

T i i v i s t e l m ä

Tutkimus Arkhimedeen lakiin perustuvan A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimislaitteen mittaustarkkuudesta suoritettiin Metsätehon toimesta Varkaudessa syyskuussa 1964.

Tutkimusaineisto käsitti 15 nippua 2 m kuusipaperipuuta, josta 8 nippua oli puolipuhtaaksi kuorittua ja 7 kuorellista tavaraa. Viimeksi mainittujen joukkoon oli aineiston hajontaa silmällä pitäen otettu yksi ohutpuunippu. Niput kuutioitiin ensin nipunkuutioimislaitteella ja sen jälkeen ksylometrillä, jolla mittaus tapahtui n. 0.4 m^3:n erissä.

Mitattujen 15 nipun yhteistilavuudeksi saatiin nipunkuutioimislaitteella 211.21 k-m^3 ja ksylometrillä 210.69 k-m^3. Nipunkuutioimislaitteen mittausvirheeksi tuli siten + 0.52 k-m^3 eli 0.25 %. Puolipuhtaalla kuusipaperipuulla virheprosentti oli + 0.15 ja kuorellisella tavaralla + 0.37 %.

Yksityisen nipun mittauksessa virheprosentti vaihteli -1.99... + 2.69 välillä ääriarvojen sattuessa puolipuhtaalle kuusipaperipuulle ja ohutpuulle. Virheprosenttien aritmeettiseksi keskiarvoksi tuli + 0.23 ja keskihajonnaksi 1.26. Keskiarvon keskivirhe oli 0.33 %.

Tilastollista t-testiä käyttäen testattiin nipunkuutioimislaitteen ja ksylometrimittauksen tulosten keskiarvojen eron merkitsevyys laskettuna koko aineistoa käyttäen sekä erikseen puolipuhtaan ja erikseen kuorellisen tavaran suhteen. Kaikissa kolmessa tapauksessa todettiin, että tulosten keskiarvojen ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Mittaustulosten keskiarvot ovat siis tilastollisesti katsoen yhtä suuret.

Pearson'in korrelaatiokertoimen avulla tutkittiin virheprosentin riippuvuutta nippujen koosta, niiden sisältämien pölkkyjen lukumäärästä ja pölkkyjen keskimääräisestä koosta. Nipun koon ja virheprosentin väliseksi korrelaatiokertoimeksi tuli $r = + 0.194 \pm 0.267$. Tämän mukaan nipun koon ja virheprosentin välillä ei vallitse ainakaan suoraviivaista korrelaatiota. Tämä voidaan tulkita niin, että nipunkuutioimislaite antaa kaikenkokoisille nipuille yhtä oikean tuloksen.

Pölkkyjen lukumäärän ja virheprosentin väliseksi korrelaatiokertoimeksi saatiin $r = + 0.602 \pm 0.177$. Kappalemäärän ja virheprosentin välillä vallitsee siis suhteellisen selvä positiivinen korrelaatio. Tämä merkitsee sitä, että kappalemäärän ja virheprosentin muutokset ovat samansuuntaiset.

Pölkkyjen keskimääräisen koon ja virheprosentin välinen korrelaatiokerroin oli $r = - 0.581 \pm 0.184$. Kysymyksessä on siis suhteellisen selvä negatiivinen korrelaatio. Pölkkyjen koon pienetessä virheprosentti kasvaa ja päinvastoin.

Tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan nipunkuutioimislaitteen mittaustarkkuutta voidaan yksityisen nipun mittauksessa pitää hyvänä, varsinkin jos sitä verrataan muiden käytännössä olevien menetelmien tarkkuuteen. Kun taas on kysymys nippuerän mittauksesta, kumoavat yksityisten nippujen mittausvirheet suurimmaksi osaksi toisensa, ja lopputulos muodostuu suhteellisesti katsoen sitä paremmaksi, mitä suuremmasta nippuerästä on kysymys.

J o h d a n t o

Pinotavaranippujen kuutiosisällön selvittäminen on muodostunut keskeiseksi ongelmaksi puutavaran nippukäsittelyn yleistyttyä. Nippujen geometriset mittauskeinot ovat usein osoittautuneet hankaliksi ja epätarkoiksi. Nippujen kuutioiminen altaassa mittaamalla niiden syrjäyttämä vesimäärä taas on osoittautunut tarkaksi, mutta suhteellisen hitaaksi mittaustavaksi. Lisäksi allasmittaus on sidottu niihin kohteisiin, joihin allas on rakennettu. Ne haittatekijät, jotka rajoittavat allasmittauksen käyttömahdollisuuksia, on pystytty melko hyvin eliminoimaan A. Ahlström Osakeyhtiön konstruoimassa ja prof. Keltikankaan johtaman tutkijaryhmän suunnittelemassa, toimintaperiaatteeltaan Arkhimedeen lakiin perustuvassa nipunkuutioimislaitteessa. Laitehan on vapaasti uivana helppo siirtää paikasta toiseen, ja mittausnopeuskin on allasmittaukseen verrattuna lähes nelinkertainen.

A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimislaitteen mittaustarkkuuteen on myös suhtauduttu toiveikkaasti, sillä laitteen suunnittelijoiden ja konstruoijien taholta on esitetty mittaustarkkuudesta hyviä numerotietoja. A. Ahlström Osakeyhtiön puolesta pyydettiin myös Metsätehoa suorittamaan tutkimuksia ko. nipunkuutioimislaitteen mittaustarkkuuden selvittämiseksi. Asiaa ryhdyttiin Metsätehon toimesta selvittämään ja tutkimukset suoritettiin Varkaudessa kesällä 1964.

N i p u n k u u t i o i m i s l a i t t e e n t o i m i n t a p e r i a a t e

A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimislaitteen rakennetta ja toimintaperiaatetta on viime aikoina selostettu useissa julkaisuissa (mm.

Leo Ahonen 1964, Heimo Kallinen - Peter Michelsén 1964, Valter Keltikangas, Leo Ahonen, Seppo Korppoo 1964), joten laitteen yksityiskohtaiseen esittelyyn ei liene aihetta.

Nipunkuutioimislaitteen toimintaperiaatehan perustuu Arkhimedeen lain nimellä tunnettuun luonnonilmiöön, jonka mukaan kappale veteen upotettuna menettää painostaan niin paljon kuin kappaleen syrjäyttämä vesimäärä painaa. Tällöin nipun suuruisen vesimäärän paino eli nipun veteen upotettuna kärsimä painohäviö, joka on sama kuin nipun tilavuus vastaavissa tilavuusyksiköissä lausuttuna, saadaan vähentämällä nipun painosta ilmassa nipun paino vedessä. Kaavan muodossa asia voidaan ilmaista seuraavasti.

$$P = P_i - P_v ,$$

jossa P = nipun tilavuus, m^3, P_i = nipun paino ilmassa ja P_v = nipun paino vedessä, tn.

Puutavaranippu on tavallisesti tilavuusyksikköä kohti vettä kevyempi eikä painu itsestään upoksiin. Paino vedessä voidaan tällöin ajatella negatiiviseksi painoksi, jolloin kaava saa muodon $P = P_i - (- P_v) = P_i + P_v$.

Kaavan mukaan nipun puutilavuus saadaan lisäämällä nipun painoon ilmassa se voima painomitoissa lausuttuna, jolla nippu pyrkii upoksissa ollessaan nousemaan ylöspäin. Tämän voiman ja nipun painon erotusta voidaan kutsua nosteeksi P_n, jolloin kaava saa muodon $P = P_i + P_n$.

Nipunkuutioimislaitteessa nipun upottaminen tapahtuu nipun aluslevyyn kytketyn vastapainon avulla. Mittaus tapahtuu siten, että kiinnityselinten väliin puristettu nippu nostetaan vedestä siten, että aluslevyn vastapaino jää veden alle. Tämän jälkeen todetaan mittarilukemat (kg/cm^2). Nyt nippu lasketaan veteen, ja vastapaino vetää sen veden alle. Katsotaan mittarilukemat ja niiden summa vähennetään nipun ilmassa punnitsemista vastaavien mittarilukemien summasta. Lopulliseen nipun kuutiomäärään päästään kertomalla saatu erotus hydraulisen vaaan sylinterin poikkipinta-alalla ja vähentämällä tulosta nipun ilmassa ja vedessä punnittujen kiinnityselinten tilavuus.

Tutkimusmenetelmän valinta

Nipunkuutioimislaitteen tarkkuustutkimuksiin ryhdyttäessä on valittavissa kaksi linjaa. Kokeet voidaan suorittaa mittaamalla laitteella kappaleita, joiden tilavuus on geometrisesti tarkoin laskettavissa, tai tietysti mittaamalla nipunkuutioimislaitteella nippuja ja kuutioimalla nämä niput uudelleen jollakin tarkaksi tunnetulla menetelmällä.

Edellisellä keinolla päästään tarkkaan tulokseen, ja se paljastaa nipunkuutioimislaitteen konstruktiosta johtuvat systemaattiset virheet, varsinkin jos otetaan huomioon veden tiheyden muutokset eri lämpötiloissa (Ahonen s. 11, 1964).

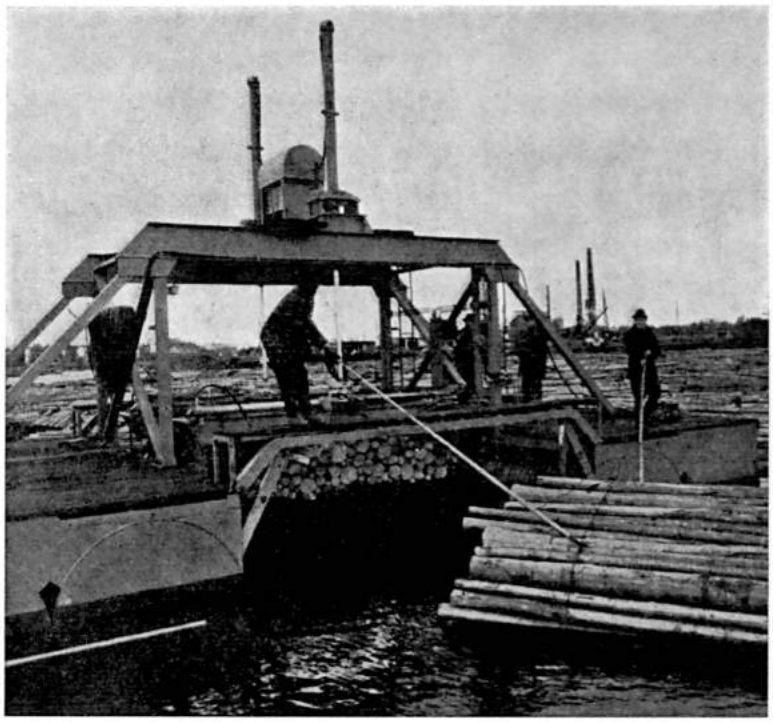
Jälkimmäisen menetelmän heikkoutena on, että tuskin löytyy absoluuttisen tarkkaa mittausmenetelmää, johon vertaamalla voitaisiin ilmoittaa tarkasti nipunkuutioimislaitteen virheprosentti. Menetelmällä on kuitenkin painava etunsa. Sillä voidaan ilmaista tämä virheprosentti kohtalaisella tarkkuudella sekä selvittää mahdolliset puutavaranipuista itsestään johtuvat virhemahdollisuudet.

Tutkimukseen ryhdyttäessä päädyttiin jälkimmäiseen vaihtoehtoon. Vertailumenetelmäksi valittiin tähän saakka tarkimmaksi menetelmäksi tunnettu ksylometrimittaus. Ksylometrimittaushan antaa huolellisesti suoritettuna hyvin tarkkoja tuloksia. Siksi tässä tutkimuksessa sen antamia tuloksia pidetään oikeina, ja ksylometrimittauksen ja nipunkuutioimislaitteen antamien tulosten erotusta pidetään nipunkuutioimislaitteen virheenä.

Tässä yhteydessä voidaan mainita, että tutkimuksia tultaneen jatkamaan geometrisesti tarkoin mitattujen kappaleiden kuutioimista käyttäen. Tämä menetelmähän olisi sopiva myös nipunkuutioimislaitteen vaaituksen jatkuvaksi kontrolloimiseksi.

Tutkimuksen suorittaminen

Tutkimus suoritettiin Varkaudessa syyskuussa 1964. Mittausta varten jouduttiin konstruoimaan ksylometrilaite, jonka suunnittelusta



Kuva 1. A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimislaite. Työryhmä käsittää 3 miestä. — Valok. A. Ahlström Osakeyhtiö.

Fig. 1. A. Ahlström Osakeyhtiö's bundle-volume measuring device. The team consists of 3 men. — Photo A. Ahlström Osakeyhtiö.

Kuva 2. Ksylometrimittausta. Tutkimuksessa käytettiin ksylometriä, jolla mittaus tapahtui noin 0.4 k-m^3:n erissä. — Valok. Metsäteho.

Fig. 2. Xylometer measuring. With the xylometer the timber was measured in lots of c. 0.4 solid cu.m. — Photo Metsäteho.

A. Ahlström Osakeyhtiön puolesta vastasi metsänhoitaja P. Michelsén. Ksylometri rakennettiin allastyyppiseksi (kuva 2). Sen pituus on 2.5 m, leveys 0.5 m, korkeus n. 1 m ja tilavuus n. 1 m^3. Ksylometrialtaan kylkeen on asennettu muovinen lukemaputki, josta voidaan nähdä vedenpinnan korkeus ksylometrissä. Lukemaputki varustettiin mitta-asteikolla, joka saatiin lisäämällä altaaseen tarkasti mitattuja vesimääriä ja merkitsemällä vedenpinnan korkeuden muutokset. Asteikko laadittiin sellaiseksi, että siltä on mahdollisuus saada lukema m^3:n 1000-osina.

Allastyyppiseen ksylometriin päädyttiin siksi, että tällaisella laitteella voidaan mitata useita pölkkyjä samanaikaisesti, jolloin lukemia joudutaan katsomaan vähemmän kuin yksin pölkyin kuutioitaessa ja lukemavirhekin näin ollen pienenee. Kyseisellä ksylometrillä voidaan mitata pölkkyjen koosta riippuen 10-20 kpl kerrallaan. Tämä vastaa noin 0.4...0.5 k-m^3.

Tutkimus tapahtui siten, että nipunkuutioimislaitteella normaaliin tapaan kuutioidut puutavaraniput nostettiin ensin maalla olevalle pressulle. Näin siksi, että nipuista varisevat kuoret ja roskat voitiin tällöin kerätä ja kuutioida. Välittömästi maallenoston jälkeen aloitettiin nippujen kuutioiminen ksylometrillä, etteivät puut olisi ennättäneet kuivua ja aiheuttaa tulospoikkeamaa (Ahonen ss. 11-12, 1964).

Ksylometrillä kuutioiminen tapahtui seuraavasti. Ensin todettiin mitta-asteikolta vedenpinnan korkeus ksylometrissä. Tämän jälkeen ladottiin pölkyt altaaseen ja altaan molemmissa päissä oleviin koukkuihin pujotetuilla kangilla painettiin niitä niin, että ne juuri peittyivät vedenpinnan alle. Tällöin kankien päät eivät sanottavasti päässeet vaikuttamaan mittaustulokseen, varsinkin kun niiden alapäät oli tehty ohuesta teräslevystä. Kaikkien pölkkyjen ollessa vedenpinnan alla katsottiin taas vedenpinnan korkeus mitta-asteikolta. Kun mitta-asteikon loppulukemasta vähennettiin lukema alussa, saatiin suoraan pölkkyerän tilavuus k-m^3:inä. Laskemalla samaan nippuun kuuluvien pölkkyerien tilavuudet yhteen ja lisäämällä summaan vielä varisseiden kuorien ja roskien sekä nipunsiteiden tilavuudet päästiin nipun kuutiomäärään.

Taulukko - Table 1

Tutkimusaineisto - Investigation material.

Nippu Bundle	Tavaralaji Kind of timber	Nipunkuutioimislaite, k-m³ Bundle-volume measuring device, cu.m.(s)	Ksylometri, k-m³ Xylometer, cu.m.(s)	Erotus, k-m³ Difference, cu.m.(s)	Erotus, % Difference, %	Pölkkyjä, kpl Number of logs	Pölkkyjen keskim. tilavuus, k-m³ Mean volume of the logs, cu.m.(s)
A	2 m puolip. ku pap.puu barked spruce pulpwood	16.80	16.52	+ 0.28	± 1.69	769	0.0215
B		16.68	16.83	- 0.15	- 0.89	837	0.0201
HP-28		11.81	12.05	- 0.24	- 1.99	334	0.0361
RR-8		14.50	14.49	+ 0.01	+ 0.07	635	0.0228
RR-9		14.50	14.59	- 0.09	- 0.62	645	0.0226
RR-11		14.35	14.12	+ 0.23	+ 1.63	490	0.0288
RR-12		13.60	13.57	+ 0.03	+ 0.22	578	0.0235
RR-13		13.45	13.35	+ 0.10	+ 0.75	517	0.0258
KD-21	2 m kuorellinen ku pap.puu unbarked spruce pulpwood	13.30	13.51	- 0.21	- 1.55	488	0.0277
C-8		13.30	13.35	- 0.05	- 0.37	515	0.0259
C-14		14.20	14.08	+ 0.12	+ 0.85	706	0.0199
C-16		12.86	12.72	+ 0.14	+ 1.10	549	0.0232
C-26		14.65	14.70	- 0.05	- 0.34	372	0.0395
C-71		12.71	12.69	+ 0.02	+ 0.16	538	0.0236
HP-1	2 m kuorellinen ohutpuu unbarked small-sized pulpwood	14.50	14.12	+ 0.38	+ 2.69	1333	0.0107
Yhteensä ja keskimäärin - Total and average		211.21	210.69	+ 0.52	+ 0.25	9306	0.0226

T u t k i m u s a i n e i s t o

Tutkimusaineisto käsitti 15 nippua 2 m kuusipaperipuuta, josta 8 nippua oli puolipuhtaaksi kuorittua ja 7 nippua kuorellista. Viimeksi mainittujen joukossa oli yksi ohutpuunippu. Koko aineiston yhteistilavuus oli 211 k-m^3.

Koska tutkimuksessa pyrittiin selvittämään myös puutavaranipuista aiheutuvia virhemahdollisuuksia, valittiin ominaisuuksiltaan hyvin vaihteleva aineisto. Tämän vuoksi aineisto käsitti sekä kuorellisia että puolipuhtaaksi kuorittuja nippuja ja nippujen koko vaihteli 12... 17 k-m^3:iin. Nippujen sisältämä kappalemäärä vaihteli rajoissa 334... 1333 kpl ja pölkkyjen keskimääräinen koko rajoissa 0.0107...0.0395 k-m^3.

T u t k i m u s t u l o k s e t

Koko aineiston tilavuudeksi saatiin ksylometrimenetelmällä 210.69 k-m^3 ja nipunkuutioimislaitteella 211.21 k-m^3. Nipunkuutioimislaitteen mittausvirhe oli siis + 0.52 k-m^3 eli + 0.25 %. Puolipuhtaaksi kuoritulla tavaralla mittausvirhe oli + 0.15 % ja kuorellisella + 0.37 %.

Yksityisen nipun mittauksessa virheprosentti vaihteli - 1.99... + 2.69 välillä ääriarvojen sattuessa puolipuhtaalle kuusipaperipuulle ja ohutpuulle. Virheprosenttien aritmeettiseksi keskiarvoksi tuli + 0.23, keskimääräiseksi poikkeamaksi 0.98 ja keskihajonnaksi 1.26. Keskiarvon keskivirheeksi saatiin 0.33 %.

Tilastollista t-testiä käyttäen testattiin nipunkuutioimislaitteen ja ksylometrimittauksen mittaustulosten keskiarvojen eron merkitsevyys laskettuna koko aineistoa käyttäen sekä erikseen puolipuhtaan ja kuorellisen tavaran suhteen. Testauksessa käytettiin kaavaa

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s\sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$ [Bailey 1959, s. 48 (21)],

jossa $\bar{x}_1$ ja $\bar{x}_2$ ovat ksylometrimittauksen ja nipunkuutioimislaitteen mittaustulosten keskiarvot, s = molempien mittaustulosten yhteinen keskihajonta ja n_1 ja n_2 merkitsevät mitattujen nippujen lukumääriä.

Kaikissa kolmessa tapauksessa, siis koko aineistolle, puolipuhtaalle ja kuorelliselle tavaralle $|t|$ oli huomattavasti pienempi kuin $t_{0.10}$, mikä tarkoittaa, että nipunkuutioimislaitteen ja ksylometrimittauksen tulosten keskiarvojen ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Toisin sanoen mittausten keskiarvot ovat tilastollisesti katsoen yhtä suuret.

Korrelaatiolaskentaa käyttäen pyrittiin selvittämään yksityisen nipun mittauksessa esiintyvän virheprosentin riippuvuutta nipun eri ominaisuuksista kuten nipun koosta, sen sisältämien pölkkyjen lukumäärästä ja niiden keskimääräisestä koosta. Laskennassa käytettiin Pearsonin korrelaatiokertoimen kaavaa

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 (y - \bar{y})^2}} \quad \text{[Bailey 1959, s. 82 (39)].}$$

Tässä $\bar{x}$ = kulloinkin kyseessä olevan nipun ominaisuuden estimaattien keskiarvo ja x = kysymyksessä oleva estimaatti, $\bar{y}$ = virheprosenttien estimaattien keskiarvo ja y = virheprosentin estimaatti.

Pearson'in kertoimen keskivirhe laskettiin kaavan

$$\varepsilon (r) = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n - 2}} \quad \text{mukaan (Vahervuo 1946, s. 204).}$$

Tässä n = kokonaisfrekvenssi.

Nipun koon ja virheprosentin väliseksi korrelaatiokertoimeksi saatiin r = + 0.194 ± 0.267. Tämän mukaan nipun koon ja virheprosentin välillä ei vallitse ainakaan suoraviivaista korrelaatiota. Asia voidaan tulkita siten, että nipunkuutioimislaite antaa kaikenkokoisille nipuille yhtä oikean tuloksen.

Nipussa olevien pölkkyjen lukumäärän ja virheprosentin väliseksi korrelaatiokertoimeksi tuli r = + 0.602 ± 0.177. Pölkkyjen lukumäärän ja virheprosentin välillä vallitsee siis suhteellisen selvä positiivinen korrelaatio. Tämä merkitsee sitä, että pölkkyjen lukumäärän ja

virheprosentin muutokset ovat samansuuntaiset. Kappalemäärän lisääntyessä virheprosentti siis kasvaa.

Pölkkyjen keskimääräisen koon ja virheprosentin välinen korrelaatiokerroin oli $r = -0.581 \pm 0.184$. Kysymyksessä on siis kohtalaisen selvä negatiivinen korrelaatio. Pölkkyjen keskimääräisen koon pienetessä virheprosentti kasvaa ja päinvastoin.

Pölkkyjen lukumäärän ja keskimääräisen koon väliseksi korrelaatiokertoimeksi saatiin $r = -0.876 \pm 0.065$. Tässä vallitsee erittäin vahva negatiivinen korrelaatio, mikä tarkoittaa sitä, että pölkkyjen lukumäärän lisääntyessä niiden keskimääräinen koko pienenee. Tämähän onkin luonnollista, sillä tietynkokoiseen nippuun mahtuu pieniä pölkkyjä enemmän kuin suuria pölkkyjä. Näin ollen pölkkyjen lukumäärän ja virheprosentin välinen positiivinen korrelaatio sekä pölkkyjen keskimääräisen koon ja virheprosentin välinen negatiivinen korrelaatio tarkoittavat samaa asiaa.

Tulosten tarkastelu

Kuten tutkimusmenetelmän valintaa selostettaessa todettiin, tutkimustulosten luotettavuus riippuu ksylometrimittauksen tarkkuudesta. Koska sekä ksylometrin konstruoimisessa että mittauksen suorittamisessa noudatettiin mahdollisimman suurta tarkkuutta ja huolellisuutta, ksylometrimittauksen tuloksia voidaan pitää erittäin tarkkoina. Tutkimuksen tuloksiakin voidaan näin ollen pitää kohtalaisen luotettavina.

Tutkimusaineiston tilastollisen käsittelyn antamien tulosten luotettavuutta heikentää pienehköstä aineistosta johtuva epävarmuus. Korrelaatiolaskennan antamat tulokset ovat kuitenkin hyvin helposti selitettävissä ja lienevät siten verraten luotettavia. Koska nipun koon ja virheprosentin välillä ei havaittu riippuvuutta, antaa nipunkuutioimislaite yhtä oikeita tuloksia kaikenkokoisille nipuille. Virheprosentin suhteellisen selvillä korrelaatioilla nipussa olevien pölkkyjen lukumäärän ja niiden keskimääräisen koon välillä on myös hyvin yksinkertainen selitys. Ahonen (1964, s. 13) toteaa, että veden tarttumi-

sesta nippuun aiheutuu ilmapunnituksessa virhe, joka on punnitushetkellä pölkkyjen pinnalla olevan vesimäärän suuruinen. Mitä useampia pölkkyjä nipussa on ja mitä pienempiä ne ovat, sitä enemmän nipulla on pintaa, johon vettä voi jäädä. Lisäksi pölkkyjen pinnalla oleva lima ja raot estävät veden valumista nippua ilmassa punnittaessa.

Yhteenvetona tutkimuksen tuloksista voidaan sanoa, että A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimislaitteen mittaustarkkuus osoittautui hyväksi. Yksityisen nipun mittauksessa tosin saatiin maksimivirheiksi + 2.69 % ja - 1.99 %, mutta virheprosenttien keskiarvoksi tuli vain + 0.23. Kun virheprosenttien keskimääräiseksi poikkeamaksi tuli 0.98 ja keskihajonnaksi 1.26, jää virhe yksityisen nipun mittauksessa huomattavasti alle 2 %:n. Jos tulosta verrataan meillä käytännössä oleviin muihin nipunmittaustapoihin, voidaan sitä pitää jopa erinomaisena.

A. Ahlström Osakeyhtiön nipunkuutioimislaite osoittautui myös selvästi tarkemmaksi kuin vastaavalla periaatteella toimiva neuvostoliittolainen nipunkuutioimislaite, jonka keskimääräiseksi virheprosentiksi on ilmoitettu 2.85 ja maksimivirheeksi 6.9 %.

Nippuerän mittauksessa taas yksityisten nippujen mittausvirheet kumoavat suurimmaksi osaksi toisensa, ja lopputulos on suhteellisesti sitä parempi, mitä suuremman nippuerän kuutioimisesta on kysymys.

Kirjallisuutta
References

Ahonen, Leo. 1964. Menetelmiä nipun puutilavuuden mittaamiseksi. (Summary: A Method for Measuring Volume of a Timber Bundle). Pienpuualan toimikunnan julkaisu 161 - Small-Sized Timber Research Commission, Publication 161. Helsinki.

Bailey, Norman T. J. 1959. Statistical Methods in Biology. London.

Kallinen, Heimo - Michelsén, Peter. 1964. Uusi nipunkuutioimislaite Varkaudessa. Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 1. Helsinki.

Keltikangas, Valter, Ahonen, Leo, Korppoo, Seppo. 1964. Painoon ja nosteeseen perustuva nipun puutilavuuden mittausmenetelmä. Metsätaloudellinen Aikakauslehti n:o 1. Helsinki

Vahervuo, Toivo. 1946. Johdatus matemaattis-tilastollisiin menettelytapoihin. Helsinki.

A Study of the Measuring Accuracy of the Bundle-Volume Measuring Device of A. Ahlström Osakeyhtiö

By Raimo Savolainen

SUMMARY

The study of the measuring accuracy of A. Ahlström Osakeyhtiö's bundle-volume measuring device, which works on Archimedes' principle, was carried out by Metsäteho in Varkaus in September 1964.

The investigation material consisted of 15 bundles of 2-m. spruce pulpwood logs. Eight bundles were barked and 7 unbarked. One bundle of small-sized timber was placed among the unbarked logs to provide deviation of the material. The volume of the bundles was first measured by the volume-measuring device and then by a xylometer. The latter measured lots of c. 0.4 cu.m.

The bundle-volume measuring device gave 211.21 solid cu.m. as the combined volume of the 15 bundles and the xylometer recorded it as 210.69 solid cu.m. The measuring error of the bundle-volume measuring device was thus + 0.52 solid cu.m., i.e. 0.25 per cent. The error percentage was + 0.15 for barked spruce pulpwood and + 0.37 for unbarked logs.

The error percentage varied from - 1.99 to + 2.69 in measuring individual bundles, the extreme values being barked spruce pulpwood and small-sized timber. The arithmetic mean of the error percentages was + 0.23 per cent and mean deviation 1.26 per cent. The standard error of the mean was 0.33 per cent.

The significance of the deviation of the means for the results of the bundle-volume measuring device and xylometer was tested by the t-test for the total material and separately for barked and unbarked logs. In all three cases the deviation of the means of the results was not

statistically significant. The means of the measuring results were thus equally great statistically.

Pearson's correlation coefficient was used to study the correlation between the error percentage and the bundle size, the number of bolts in the bundles and the average size of the bolts.

The correlation coefficient between the bundle size and error percentage was $r = + 0.194 \pm 0.267$. According to this, there is at any rate no linear correlation between bundle size and error percentage. This may be interpreted to mean that the bundle-volume measuring device gives an equally correct result for bundles of all sizes.

The correlation coefficient between the number of bolts and the error percentage was $r = + 0.602 \pm 0.177$. There is thus a fairly distinct positive correlation between the number of units and the error percentage. This means that changes in the number of units and the error percentages show the same trend.

The correlation coefficient between the average bolt size and the error percentage was $r = - 0.581 \pm 0.184$. There is thus a fairly distinct negative correlation. When the bolt size decreases the error percentage grows, and vice versa.

According to the results of the study, the measuring accuracy of the volume-measuring device may be regarded as good in measuring a single bundle, especially when compared with the accuracy of the other methods in use. When a number of bundles are to be measured, the measuring errors for individual bundles cancel out for the greatest part and the end result is better the larger the number of bundles in question.