

# SILVA FENNICA

Vol. 3 1969 N:o 4

Sisällys Contents	ESKO LEINONEN ja PENTTI RIKKONEN: Puutavaran kuorma- ja kuormaotantamittaus	215
	Summary: Load and Load sampling measurement of timber	224
	J. G. IYER, G. CHESTERS, and S. A. WILDE: Recovery of growth potential of nursery stock produced on biocide-treated soils	226
	Seloste: Biosiideillä käsitellyssä taimitarhamaassa kasvaneiden taimien kasvupotentiaalin palautta- misesta	233
	ERKKI LÄHDE ja ANTTI OKSANEN: Morfologiset, gravimetriset ja fotometriset tunnuksot männyn tai- mien juuristojen kuvaajina	234
	Summary: Morphological, gravimetric, and photo- metric characteristics in describing of the root sys- tems of pine transplants	249
	N. A. OSARA: Polttoaineiden ja puutalouden sään- nöstely Suomessa toisen maailmansodan aikana ja sen jälkeen	251
	Summary: Government control of fuels and forestry in Finland during and after world war II	280
	ECE:n puutavarakomitean ja FAO:n Euroopan metsäkomitean kokoukset vuonna 1970 — The forth- coming meetings of ECE Timber Committee and FAO European Forestry Commission in 1970	285

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA  
SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

## Silva Fennica

A QUARTERLY JOURNAL FOR FOREST SCIENCE

**PUBLISHER:**

THE SOCIETY OF FORESTRY IN FINLAND

**EDITOR:**

PENTTI HAKKILA. Address: Unioninkatu 40 A, Helsinki 17, Finland.

**EDITORIAL BOARD:**

PÄIVIÖ RIIHINEN (Chairman), VEIJO HEISKANEN (Vice Chairman), KUSTAA KALLIO, KULLERVO KUUSELA, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI and YRJÖ VUOKILA (Secretary)

*Silva Fennica* is published quarterly. It is a 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 Library: Unioninkatu 40 B, Helsinki 17, Finland.

## Silva Fennica

NYLJÄNNESVUOSITTAIN ILMESTYVÄ METSÄTIETEELLINEN AIKAUSKIRJA

**JULKAISIJA:**

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA

**TOIMITTAJA:**

PENTTI HAKKILA. Osoite: Unioninkatu 40 A, Helsinki 17.

**TOIMITUSKUNTA:**

PÄIVIÖ RIIHINEN (puheenjohtaja), VEIJO HEISKANEN (varapuheenjohtaja), KUSTAA KALLIO, KULLERVO KUUSELA, KALLE PUTKISTO, SAKARI SAARNIJOKI ja YRJÖ VUOKILA (sihteeri).

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

Tilaukset ja julkaisuja koskevat tiedustelut osoitetaan Seuran kirjastolle, Unioninkatu 40 B, Helsinki 17. *Silva Fennica*n tilaushinta on Seuran jäseniltä 10 mk, muilta 20 mk.

## PUUTAVARAN KUORMA- JA KUORMAOTANTAMITTAUS

ESKO LEINONEN JA PENTTI RIKKONEN

SUMMARY:  
LOAD AND LOAD SAMPLING MEASUREMENT OF TIMBER

Saapunut toimitukselle 1. 8. 1969

Tutkimuksessa on selvitetty puutavaran mittausta kuljetusmuodostelmassa sekä otannan käyttöä siinä. Kuormamittausmenetelmiä ovat kappalemittaus eli kappaleiden luku, pinomittaus, painomittaus eli punnitus ja upotusmittaus. Kuormamittauksen tulosta voidaan tarkentaa käyttämällä otantaa. Otantamittausmenetelmiä ovat kappale-, pino- ja paino-otanta. Kuormamittaus suoritetaan tehtaalla, jolloin on mahdollista työn tehokas järjestely ja mekanisointi. Kuormaotantamittaus lisäksi pienentää käsiteltäviä puumääriä.

Saavutettavat kustannussäästöt ovat huomattavia, esim. ruotsalaisten kokemusten mukaan otantamittaus on alentanut kustannuksia noin 20 prosenttiin tavanomaisesta, ja erään kotimaisen kokeiluluonteisen mittauksen säästöt ovat olleet samaa suuruusluokkaa. Lisäksi on otettava huomioon ne kustannussäästöt, jotka kuorma- ja kuormaotantamittaus aikaansaa välillisesti mahdollistamalla rationalisoinnin muissa puunkorjuun vaiheissa.

### 1. JOHDANTO

Puutavaran mittauksella tarkoitetaan uuden mittauslain mukaan puutavaran määrän ja laadun toteamista joko kauppahinnan tai työtuloksen paljouden perusteella suoritettavan palkan määräämistä varten. Perinteelliset mittaustavat — pinokuution ja teknillisen kiintokuution mittaaminen — ovat olleet tarkoituksen mukaisia ja riittävän luotettavia.

Puun korjuuseen on kehitetty uusia menetelmiä. Yhä tehokkaampia koneita ja välineitä pyritään käyttämään. Markkinoille on tullut uusia puutavaralajeja, joiden mittaukseen perinteelliset menetelmät eivät sovellu. Tällaisia ovat esim. hajamittainen, vajaakarsittu kuitupuu sekä kokonaiset rungot. Koneellisesti tehtyjen pinojen mittaus on hankalaa ja epätarkkaa. Puun kulku kannolta tehtaalle on nopeutunut. Korjuun joustava suorittaminen ei salli puun pysähtyvän varastoihin pelkästään mittauksen vuoksi.

Puutavaran mittausta on kehitettävä, jotta puunkorjuun rationalisointi olisi mahdollista. Lisäksi on otettava huomioon itse mittauskustannusten alentamisen tarve. Pystymittauksen lisäksi tarvitaan ilmeisesti myös muita mittaustapoja, joista ns. kuorma- ja kuormaotantamittaukset ovat lupaavan tuntuksia.



## 2. KUORMAMITTAUS

Puutavaran kuormamittaus perustuu ajatukseen, että puutavara on ajoneuvon kuormattuna tai muussa kuljetusmuodostelmassa myös mittauskelpoisessa muodostelmassa. Mittaus voidaan keskittää kuljetuksen päätepiesteeseen (tehtaalle) tai muualle, missä puutavara joutuu pysähtymään muista syistä kuin mittauksen takia (keskitetyille varastoille, uittoväylien pudotuspaikoille jne). Suurien puumäärien ansiosta tulee mahdolliseksi mittaustyön koneellistaminen ja otannan käyttö.

Kuormamittauksen kohde voi olla auton, traktorin tai rautatievaunun kuorma taikka uittonippu. Seuraavassa käytetään lyhyiden vuoksi vain nimitystä »kuorma». Kuormamittausmenetelmät ovat seuraavat:

1. Kappalemittaus, jolla tarkoitetaan pölkkyjen, runkojen tai kuormien lukumäärän toteamista. Se soveltuu käytettäväksi ainoana mittausmenetelmänä hyvin harvoin.

2. Pinomittaus, jolla tarkoitetaan kuorman pinokuution määrittämistä. Se soveltuu käytettäväksi perinteellisen määräpituisen ja hyvin karsitun pinotavaran mittaukseen.

3. Painomittaus, jolla tarkoitetaan kuorman punnitsemista vaa'alla. Pelkkä paino soveltuu vain kuorellisen koivun mittaukseen. Muilla puulajeilla ovat kosteuden vaihtelut niin suuret, ettei paino ole riittävän tarkka puumäärän kuvaaja.

4. Uputusmittaus, jolla tarkoitetaan puutavaranipun kiintokuution määrittämistä veteen upottamalla. Menetelmä voi perustua joko nipun syrjäyttämän vesimäärän tilavuuteen tai nosteen suuruuteen. Uputusmittaus soveltuu kaikenlaisen puutavaran kiintokuution määrittämiseen.

Pelkkä kuormamittaus ei monessakaan tapauksessa riitä puutavaran määrän selvittämiseen. Lisäksi on otettava huomioon, että kuormamittauksen tulos voi olla väärässä mittayksikössä, sillä esim. kilottain ei koivupaperipuuta voida vielä myydä, vaikka kilo kuvaisikin tarkasti puun määrää. Kuormamittauksen tulosta on monessa tapauksessa tarkennettava otannan avulla.

## 3. OTANNAN PERUSKÄSITTEET

### 31. OTANNAN PERIAATE

Tilastollinen perusjoukko eli populaatio koostuu määrättyt vaatimukset täyttävistä yksiköistä, alkioista. Perusjoukkoa voidaan tutkia tutkimalla erikseen jokaista alkiota, mutta useimmiten on edullista kohdistaa tarkastelu vain osaan perusjoukkoa. Tämä tapahtuu ottamalla perusjoukosta näyte, joka tutkitaan ko. ominaisuuden osalta. Näin menetellen ennenkaikkea säästetään aikaa ja

kustannuksia, koska käsiteltävä materiaali muodostuu vain osaksi alkuperäisestä.

Jos perusjoukosta otettu näyte edustaa pieneniskoossa koko populaatiota, on kysymyksessä edustava näyte eli otos. Jotta näyte olisi edustava, on se otettava perusjoukosta tavalla taikka toisella sattumanvaraisesti, niin että kaikilla alkioilla on jossakin valinnan vaiheessa yhtäsuuret mahdollisuudet joutua näytteeseen. Tällöin voidaan näytteen perusteella saatuja tietoja käyttää edustamaan koko perusjoukkoa, ja lisäksi saatujen tulosten tarkkuus (luotettavuus) voidaan laskea. Menetelmää kutsutaan otannaksi.

Otantatutkimuksen kulku voidaan lyhyesti selittää seuraavalla tavalla: Määritetään perusjoukko ja siitä poimitaan sopivan näytteenottomenetelmän mukaan sattumanvaraisesti näytteeksi tulevat alkiot eli otos. Otoksesta selvitetään halutut tiedot ja suurennetaan ne vastaamaan koko perusjoukkoa käyttämällä kertoimena populaation ja näytteen suuruksien suhdetta. Saatuja tuloksia voidaan tutkia laskemalla erilaisia tunnuslukuja. Tavallisimmat otannan yhteydessä tarvittavat tilastolliset peruskäsitteet ovat keskihajonta, variaatio-kerroin, keskiarvon keskivirhe, luotettavuusväli sekä korrelaatio- ja regressio-kerroin. Näiden osalta viitataan tilastotieteen oppikirjoihin (mm. MATTILA 1964, ALAMERI ja PÖYHÖNEN 1967).

### 32. NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT

Tapa, millä menetelmällä näytteet valitaan, vaikuttaa suuresti siihen, millaisia tuloksia otannan avulla saadaan. Tärkein periaate näytteenotossa on, kuten edellä jo ilmeni, että jokaisella alkiolla on ainakin jossakin vaiheessa oltava yhtäsuuri mahdollisuus joutua näytteeseen, ts. otannan on oltava satunnainen, umpimähkäinen.

Puutavaran otantamittauksessa kysymykseen tulevat näytteenottomenetelmät ovat seuraavat (MATTILA 1964):

1. Rajoittamaton satunnaisvalinta, jolle on ominaista, että jokaisella alkiolla on sama, ennakolta tiedetty todennäköisyys joutua näytteeseen.

2. Systemaattisessa näytteen valinnassa jaetaan aineisto yhtäsuuriin (esim. 10 kappaleen) luokkiin ja valitaan satunnaisesti yksi ensimmäisen luokan alkioista (esim. 5.). Lopullisen näytteen muodostavat tämän alkion lisäksi järjestyksessä vastaavat alkiot jokaisesta populaation luokasta (15., 25., 35. jne. alkiot).

### 33. NÄYTTEEN KOKO JA TULOSTEN TARKKUUS

Otannan avulla saatavalle tulokselle (= populaation estimaatille) asetetaan yleensä jokin tarkkuusvaatimus, joka riippuu olennaisesti siitä tarkoituksesta, mihin tuloksia tarvitaan. Tarkkuusvaatimus ilmoitetaan estimaatin suurimpana todennäköisenä erona todelliseen arvoon, yleensä keskiarvon keskivirheenä tai

luotettavuusvälinä (tarkkuusvälinä). Olennaisena osana tarkkuusvaatimukseen kuuluu todennäköisyystaso, jolle vaatimus asetetaan, sillä koskaan ei otantamenetelmällä päästä 100 %:n todennäköisyyteen tarkkuudessa, vaan aina jää jonkinlainen riski ellei »näyte» ole 100 % populaatiosta.

Näytteen koko saadaan kaavasta (LÖNNER 1966):

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

jossa

$n$  = näytealkioiden lukumäärä

$N$  = perusjoukon alkioden lukumäärä

$S$  = perusjoukon keskihajonta

$t$  =  $t$ -arvo (taulukosta)

$d$  =  $\frac{\text{luotettavuusväli}}{2}$

Yleisesti voidaan sanoa, että tulosten tarkkuus paranee, kun näytteen kokoa suurennetaan, ja että kuta pienempi on perusjoukon hajonta, sitä pienemmällä näytteellä saavutetaan määrätty tarkkuus. Näytteen avulla määrätty perusjoukon estimaatti onkin kompromissi toisaalta tarkkuusvaatimuksen ja toisaalta ajan, työmäärän ja kustannusten kesken. Pienestä perusjoukosta joudutaan ottamaan suhteellisesti suuri näyte, ja kovin pienet perusjoukot on tutkittava kokonaan. Otantamenetelmän edut tulevat näin ollen esille vasta suurilla perusjoukkoja tutkittaessa.

#### 4. KUORMAOTANTAMITTAUS

##### 41. YLEISTÄ

Otannon yleistä periaatetta, jota on käsitelty sivulla 216, sovelletaan puutavaran mittaukseen seuraavalla tavalla:

Koko puumäärästä mitataan jokin helposti selvitettävä tunnus ( $X$ ), kuten kappalemäärä, pinokuutiomäärä tai paino. Tätä toimenpidettä nimitetään perusmittaukseksi. Saatu tulos voi joissakin tapauksissa kuvata puumäärää riittävän tarkasti, eikä silloin tietenkään enää tarvittaisi mittauksia tarkentavaa otantamenetelmää. Kuitenkin on esim. pinokuutiometri liian epävarma tunnus kuvaamaan sahapuun määrää, sillä sen sisältämällä sahapuun määrällä on suuri hajonta. Siksi on tulos muutettava tarkempaan mittayksikköön, esim. kuutiojaloksi ( $Y$ ) seuraavalla tavalla: Otetaan sopivan näytteenottomenetelmän mukaan perusjoukosta otos, ja määrätään näille näytteille  $x$  ( $p - m^3$ ) ja  $y$  ( $j^3$ ). Otoksesta lasketaan keskiarvot  $\bar{y}$  ja  $\bar{x}$ , ja näiden suhteella  $\bar{y}$  kerrotaan koko

perusjoukon tunnus  $X$ , jolloin saadaan tulokseksi o s a m ä ä r ä - e l i s u h d e - e s t i m a a t t i  $Y$ :lle ( $y^3$ ). Edellä esimerkkinä mainittuja mittayksiköitä,  $p - m^3$  ja  $j^3$ , käyttäen voidaan asiaa selventää seuraavalla kaavalla:

$$Yj^3 \approx y^3j^3 = X p - m^3 \cdot \frac{\bar{y}j^3}{\bar{x} p - m^3} = X p - m^3 \cdot \bar{y}$$

Mitä pienempi perusjoukon hajonta on, sitä tarkempi estimaatti saadaan.

Otannon periaatteista johtuu, että itse mittaustoimenpide on sijoitettava sellaiseen vaiheeseen korjuuprosessia, johon kerääntyy suuria puumääriä, siis esim. teollisuuslaitoksen puuvarastolle, erottelun yhteyteen tai keskitetylle varastolle. Koska pienet perusjoukot on paras mitata kokonaisuudessaan, on pienet hankintaerät yhdistettävä suuremmiksi kokonaisuuksiksi, mikäli halutaan käyttää otantamittauksia.

##### 42. KAPPALEOTANTA

Menetelmässä määritetään perusjoukko lukemalla kappalemäärä. Kappalelukuyksikkönä voi olla pölkky, runko, nippu tai kuorma. Näytekuormista mitataan kiintomitta ja lasketaan kappalemäärän sekä kiintomittan keskiarvot. Kun keskiarvojen suhteella eli kappaleen keskikoolla kerrotaan kappaleluku saadaan perusjoukon kiintomitalle suhde-estimaatti.

Kappaleotantaa sovelletaan kuormamittaukseen kahdella eri tavalla:

1. Näytteenottoyksikkönä on kuorma, ja kappalelukuyksikkönä on pölkky. Puutavaramäärä saadaan kertomalla pölkkyjen lukumäärä näytteen avulla määrättyllä pölkyn keskikuutiolla.
2. Sekä näytteenotto- että kappalelukuyksikkönä on kuorma. Puutavaramäärä saadaan kertomalla kuormien lukumäärä näytteen perusteella määrättyllä kuorman keskikuutiolla.

##### 43. PINO-OTANTA

Menetelmässä suoritetaan perusmittaus mittaamalla kuorman pinokuutio ( $p - m^3$ ). Näytekuormista mitataan kiintomitta ja lasketaan pinomittan sekä kiintomittan keskiarvot. Kun keskiarvojen suhteella kiintomitta/pinomitta kerrotaan perusjoukon pinomitta, saadaan perusjoukon kiintomitalle suhde-estimaatti. Sekä näytteenotto- että mittaussyksikkönä on kuorma.

Ruotsalaisessa pino-otantamittauksessa suoritetaan pinomitasta ns. »tyhjän tilan vähennys», mikäli pinotiheys poikkeaa erikseen määritellystä optimipinotiheydestä (Virkesmätning... 1967).

#### 44. PAINO-OTANTA

Menetelmässä suoritetaan perusmittaus punnitsemalla kuormat (kg). Näytekuormista mitataan kiintomitta ja lasketaan painon sekä kiintomitan keskiarvot. Kun keskiarvojen suhteella kiintomitta/paino kerrotaan perusjoukon paino, saadaan perusjoukon kiintomitalle suhde-esimaatti. Sekä näytteenotto-että punnitsemisyksikkönä on kuorma.

Paino-otannan käyttöä rajoittaa vaakaan investoitavan pääoman suuruus. Punnitus tulee kysymykseen vain hyvin suurilla vastaanottoaikoilla taikka vastaanottoaikoilla, joissa vaakaa tarvitaan muista syistä kuin varsinaisen arvonmäärityksen takia.

#### 45. NÄYTEKUORMIEN MÄÄRÄÄMINEN

Näytekuormien määräämiseksi on olemassa useita eri tapoja (Virkesmätning . . ., 1967):

— Systemaattista valintaa käytetään varsinkin erottelupaikoilla tapahtuvassa otantamittauksessa. Tällöin on kyllä olemassa vaara, että käytetään etukäteen hyväksi tietoa siitä, mikä nippu joutuu näytteeseen.

— Rajoittamatonta satunnaisvalintaa käytetään erityisesti pino- ja paino-otannassa. Valinta voi tapahtua kolmella eri tavalla:

a). »Täplälista» (pricklista). Jos tiedetään perusjoukon suuruus ja vaaditaan näytekuormien lukumäärä, laaditaan »täplälista», jossa kutakin kuormaa edustaa yksi ruutu. Näytekuormia esittävät ruudut määrätään esim. satunnaislukujen taulun avulla ja merkitään väritäplällä. Kaikki ruudut peitetään läpinäkymättömällä teipillä, jota ei voi poistaa huomaamatta. Kun perusmittaus on suoritettu, poistetaan teippi ensimmäisestä peitetystä ruudusta, ja mahdollinen väritäplä osoittaa, että ko. kuorma tulee otettavaksi näytteeseen. Tällä menettelyllä saadaan poistetuksi mahdollisuus, että mittaja tietäisi edeltäkäsinsä, mikä on näytekuorma, ja silti saadaan näytteen suuruus edeltäkäsinsä, tarkasti määrättyksi.

b). Arvonta. Jokaista kuormaa edustaa yksi arpa. Näytekuormia edustavat arvat on määrätty etukäteen. Perusmittauksen jälkeen vedetään yksi arpa kutakin kuormaa kohden ja arpa ilmaisee, onko kysymyksessä näytekuorma.

c). nopanheitto. Edeltäkäsinsä määrätään silmäluku tai silmälukujen yhdistelmä, jonka sattuessa ko. kuorma kuuluu näytteeseen. Perusmittauksen jälkeen heitetään noppa (nopat) ja silmäluku (tai niiden yhdistelmä) määrää, onko kysymyksessä näytekuorma. Tällä menetelmällä ei saada edeltäkäsinsä tarkasti määrättyä näytteen suuruutta. Näytteeseen joutumisen todennäköisyys (p) saadaan kaavasta

$$p = \frac{a}{6^n}$$

a = näytettä osoittavien silmälukuyhdistelmien lukumäärä

n = noppien lukumäärä

#### 5. KUORMAOTANTAMITTAUKSEN KESKEISIÄ KYSYMYKSIÄ

##### 51. MITTAUSMENETELMÄT JA MITTAYKSIKÖT

Ruotsalaisten tutkimusten perusteella ja metsäntutkimuslaitoksen suorittamien tutkimusten ennakkotuloksiin nojautuen voidaan yleisesti sanoa, että otantamittausmenetelmät asettuvat seuraavaan järjestykseen tarkimmasta alkaen: paino-otanta, pino-otanta ja kappaleotanta.

Kovin huomattavaa eroa ei paino- ja pino-otannan tarkkuudessa näytä olevan. Menetelmien edullisuus riippuu tällöin pääasiassa kustannuksista. Punnituksen kustannukset ovat vaakaan investoitava pääoma, vaa'an käyttökustannukset ja vaa'anhoitajan palkka. Ruotsalaisten kokemusten mukaan on paino-otanta edullisempi vasta, kun mitattava puumäärä ylittää 2 milj. j<sup>3</sup> vuodessa. Riittävän suuria vaakoja puutavara-kuormien punnitukseen on maassamme vähän. Eräänä painomittauksen soveltamismahdollisuutena voitaisiin ajatella helposti siirrettävien vaakojen kuljettamista uittoväylän varrella eri pudotuspaikoille tarpeen mukaan.

Tavallisesti vaatii tukki-kuorman pölkkyjen luku ja pinomittaus suunnilleen saman ajan, mutta pinomittauksella voidaan helpottaa rakentamalla telineet auton pankkojen korkeudelle. Koska kappaleotanta em. kokemusten mukaan vaatii suuremman näytteen, tulee pino-otanta edullisemmaksi. Kappaleotannalla on varmasti edullisia sovellutusmahdollisuuksia irtouiton ja mahdollisesti nippu-uitonkin yhteydessä.

Kuorman pinomittauksen suorittaminen vaatii jonkin verran mittajaan kouluttamista, mutta tasaisen mittausrutiinin saavuttaminen ei liene ylivoimaista. Kyseenalaista on, tarvitaanko käytännössä ollenkaan »tyhjättilan vähennystä», sillä sen merkitys on ainakin tähän asti osoittautunut melko vähäiseksi. Tällä kysymyksellä on kiinnekohtia raakkien määrän toteamiseen.

Mittayksiköistä tulee kiintokuutiometri saamaan yhä suuremman merkityksen. Syynä tähän ovat mm. seuraavat seikat:

- kiintomitta soveltuu sekä kokonaiselle rungolle että kaikille tavara-lajeille. Kaupassa olisikin pyrittävä luopumaan tavaralajeittaisuudesta ja myytävä ja ostettava puuta kiintokuutiometreinä (HEISKANEN 1967).
- upotusmittauslaite ja pystymittaus antavat tuloksensa kiintomittana.

Sahateollisuuden kannalta on kiintokuutiometri oikeudenmukainen mittayksikkö. Kuituteollisuuden kannalta olisi puuerän sisältämän kuidun määrän eli kuivapainon määrittäminen optimaalinen mittausmenetelmä, mutta ainakin väli-



vaiheessa on kuitupuun mittauksessa käytettävä kiintokuutiometriä. Kuivapainon määrityksen vaikeimpia probleemoja ovat kuoren osuuden ja ennen kaikkea kosteuden vaihtelut.

## 52. NÄYTTEEN OTTAMINEN JA TULOSTEN TARKKUUS

Näytteen ottamisen on otantamittauksessa tapahduttava ehdottomasti siten, että kaikilla kuormilla on yhtäsuuret mahdollisuudet joutua otokseen, niin kuin edellä mainittiin. Subjektiiiviset seikat eivät saa vaikuttaa valintaan. Aina on varmistauduttava siitä, ettei kuorman tekijä, kuljettaja tai mittaaja saa edeltäkään selville kuorman kuuluvan otokseen. Perusmittauksen jälkeen tapahtuva arvonta on sopiva menettely, mutta esim. uiton yhteydessä saattaa systemaattisen näytteen valinta soveltua hyvin.

Näytteen koko riippuu tarkkuusvaatimuksesta, hajonnasta ja perusjoukon suuruudesta. Tarkkuusvaatimuksena voi olla  $\pm 1$ ,  $\pm 2$  tai  $\pm 3$  %:n luotettavuusväli 95 %:n todennäköisyydellä. On vaikea sanoa, mikä näistä vaatimuksista on oikea tai kohtuullinen. Ruotsissa on käytetty  $\pm 2$  % keskivirhevaatimusta pienille ja  $\pm 1$  % suuremmille erille. Näytteen koon laskemiseen voidaan käyttää sivulla 219 esitettyä kaavaa. Eri puutavaralajien hajonnat vaativat vielä lisätutkimuksia, mutta esimerkiksi mäntytukkien osalta voidaan antaa seuraavat likimääräiset arvot: kappaleotannassa kysymykseen tulevat keskihajonnat ovat 15...20 %, pino-otannassa 5...10 % ja paino-otannassa 3...8 %.

## 53. KUSTANNUKSET

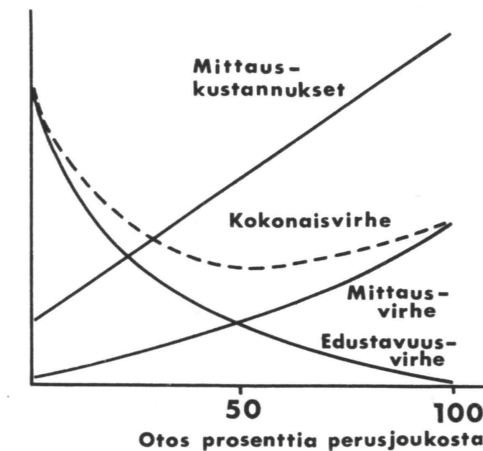
Otantamittauksella pyritään luomaan toteutumismahdollisuuksia puunkorjuun rationalisointipyrkimyksille sekä yksinkertaistamalla mittauksen suoritusta säästämään työtä ja kustannuksia. Vastapainona kustannussäästöille on otettu riski tuloksen epätarkkuudesta. Virhemahdollisuuksien ja kustannusten suhde otantamittauksessa on kuitenkin hieman monimutkaisempi, kuten kuvasta 1 käy ilmi.

Edustavuusvirhe pienenee otoksen kasvaessa, mutta mittausvirhe suurenee, sillä pieni osa voidaan mitata huolellisemmin ja tarkemmin kuin koko perusjoukko. Mittauskustannukset muuttuvat mitattavan puumäärän mukana. Otantamittaus alentaa mittauskustannuksia, koska mitattava puumäärä pienenee. Lisäksi mittauustyö voidaan suorittaa rationaalisesti.

Perinteellisen mittauksen kustannukset ovat VÄISÄSEN (1967) mukaan yli 700 k-m<sup>3</sup>:n leimikossa pinotavaralla n. 15 p/p-m<sup>3</sup> ja tukeilla 1.4 p/j<sup>3</sup>. Leimikon koko vaikuttaa huomattavasti kustannuksiin, esim. 100 k-m<sup>3</sup>:n leimikossa ovat em. luvut 60 p ja 4.5 p. v. SCHOULTZ (1968) mainitsee pystymittauksen maksa-

van n. 2.0 p/j<sup>3</sup> ja metsässä suoritettuna pölkyttäjien mittauksen saman verran. Sahalla tapahtuva pölkyttäjien mittaus on näitä halvempi, vain 1.0 p/j<sup>3</sup>.

Otantamittaus alentaa kustannuksia huomattavasti. Oy. W. Rosenlew Ab:n R-mittauksen kustannukset ovat v. SCHOULTZIN (1968) mukaan 0.3 p/j<sup>3</sup>. On huomattava, että mittaus tässä yhtiössä on vielä kokeiluluontoista ja määrät rajoitettuja. Ruotsissa on pino-otantamittaus alentanut mittauskustannukset 11 äyristä 2...2.5 äyriin kuutiojalalta. Mittauksen aikaansaamat muut rationalisointisäästöt ovat Ruotsissa huomattavat, 10 äyriin suuruusluokkaa kuutiojalalta (BURVALL 1968).



Kuva 1. Virheen ja kustannusten riippuvuus otoksen suuruudesta (Lähde: LÖNNER 1966)

Vaikkei Suomessa vielä voidakaan esittää tarkkoja laskelmia otantamittauksen aikaansaamasta säästöstä, niin on kuitenkin pääteltävissä, että kun otantamittaus saadaan käytäntöön koko laajuudessaan, sen vaikutus kustannusten alentamiseen on huomattava. Ihmistyön hinta nousee jatkuvasti, minkätähden on myös puutavaramittauksessa valittava sellaiset menetelmät, joissa työn vähentäminen ja mekanisointi ovat mahdollisia.

## 6. OTANTAMITTAUKSEN KEHITTÄMINEN

Puutavaran kuormaotantamittaus on maassamme vasta kehitysvaiheessa, mutta sen tarpeellisuutta ennakoivat se kiinnostus, millä metsäteollisuus on siihen suhtautunut. Puutavaran vastaanotto- ja käsittelyasemien rakentaminen tulee ajankohtaiseksi kaikissa suurissa metsäteollisuusyrityksissä, ja tällöin tehtävien ratkaisujen perustaksi tarvitaan tietoa kaikista mittausmahdollisuuksista. Ilman

käsittelijäkin pakottaa kustannusten alentamisen tarve teollisuuden tutki-  
maan eri rationalisointivaihtoehtoja.

Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastossa on käynnissä  
tärkeimpiä puutavaralajeja koskeva ja koko maahan ulottuva kuorma- ja kuor-  
maotantamittaus tutkimus. Tutkimus suoritetaan yhteistoiminnassa metsähalli-  
tuksen, Metsätehon, Uittoteho ry:n ja metsäteollisuuden kanssa. Jo mainittujen  
hajonta- ja riippuvuuslukujen lisäksi ovat tärkeitä tutkimuskohteita lumen,  
jään, oksien ym. huomioonottaminen, raakkien määrän selvittäminen, tukkien  
laadun toteaminen ja eri puulajien osuuksien määrittäminen kuormasta. Myös  
mittauksen järjestely- ym. organisatoriset kysymykset kaipaavat selvittelyä.  
Tutkimus vaatii melko huomattavan aineiston eri puolilta maata. Pyrkimyksenä  
on saada kehitetyksi rationaalisia puutavaranmittausmenetelmiä, jotka osaltaan  
yksinkertaistaisivat raakapuun hankintaa ja kauppaa ja siten edistäisivät maam-  
me metsä- ja puutaloutta.

#### KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALAMERI, ROLF ja PÖYHÖNEN, PENTTI. 1967. Johdatusta tilastolliseen tutkimukseen. Hel-  
sinki.
- BURVALL, TAGE. 1968. TF-mätning, introduction, mottagande och erfarenheter. Moniste.
- HEISKANEN, VEIJO. 1967. Puun mittaus teknillisenä ja korjuun rationalisointikysymyksenä.  
Teho 1967: 11.
- HEMMI, LAURI. 1967. Havainnot Ruotsissa käyttöön otetuista raakapuun mittausmenetel-  
mistä. Uittoteho ry. tiedotus n:o 236. Moniste.
- LÖNNER, GÖRAN. 1966. Stickprovsmetoder. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, handledning  
nr 1. Stockholm.
- MATTILA, SAKARI. 1964. Tilastotiede I. Helsinki.
- RIKKONEN, PENTTI. 1968. Puutavaran pistokoemittaus. Metsätaloudellinen Aikakauslehti  
1968: 11.
- v. SCHOULTZ, HANS. 1968. Käytännön mittaussovellutuksia ja -kokemuksia. Metsätaloudelli-  
nen Aikakauslehti 1968: 11.
- Virkesmätning genom stickprov. 1967. Virkesmättningsrådet. Stockholm.
- VÄISÄNEN, UNTO. 1969. Leimikon koon vaikutus puunkorjuun metsävaiheen kustannuksiin.  
Metsätehon tiedotus 269. Moniste.

#### SUMMARY:

##### LOAD AND LOAD SAMPLING MEASUREMENT OF TIMBER

Mechanised harvesting methods, new timber assortments and the need to  
reduce measuring costs have necessitated the development of new timber  
measuring methods. Measurement of timber in a vehicle load or in a bundle is  
best performed at the mill where the measuring of large quantities can be  
mechanised and sampling is possible.

The load measurement methods are the calculation of the number of units,  
the measurement of pile volume, weight scaling and determination of solid

content in accordance with Archimedes' principle by immersion in water. For  
some timber assortments, load measurement is sufficiently accurate and a suit-  
able unit of measure. The accuracy of load measurement can be increased or  
the result can be converted by sampling to a more appropriate unit of measure.

In load sampling measurement, a sample is taken from the population after  
the load has been measured and the desired more accurate measurement is  
made from the sample. The basic measurement for the whole population can be  
converted into the more accurate measuring unit by means of the ratio between  
it and the basic measure. Unit, pile and weight sampling can be used. The first  
component of the term denotes the basic measuring system; the end result is  
generally expressed as solid volume content. The aim for pulpwood is to cal-  
culate the dry matter content without bark, which means that the amount of  
bark and the dry weight of wood must be determined by sampling.

The size of the sample depends on the size of the population, the variation  
of the ratio between the loads, and the accuracy required.

As the quantity of wood to be measured decreases, sampling measurement  
will reduce the measuring costs by up to 80 per cent, judging by experience. In  
addition there is the saving in costs that comes from the rationalisation of other  
stages of the harvesting process that is possible when using load and load sam-  
pling measurement.