

JAKELUKPL

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Puutavaran mittaustutkimusten neuvottelukunta

LEIMIKON PYSTYMITTAUKSEN

PERUSTEITA JA OHJEITA

II

Helsinki 1970



## ALKUSANAT

Metsäntutkimuslaitoksen asettama Puutavaran mittautustutkimusten neuvottelukunta, jonka puheenjohtajana on professori VEIJO HEISKANEN, totesi syyskuussa 1968 pitämässään kokouksessa, että pystymittauksen yleistyessä leimikoiden mittausten menetelmänä oli eri osissa maata nojaututtu osittain toisistaan poikkeaviin mittausten perusteisiin ja -menetelmiin. Neuvottelukunta katsoi, että käytännön kannalta olisi tärkeätä pyrkiä mahdollisimman yhdenmukaiseen, ehkä vain yhden ainoan menetelmän käyttöön. Todettiin, että yhdenmukaistaminen edellytti edullisimmiksi katsottavien perusteiden ja menetelmien kokoamista kirjallisiksi ohjeiksi keväääseen 1969 mennessä. Tehtävän suorittamista varten muodostettiin työryhmä, johon tulivat PAAVO TIIHONEN puheenjohtajana ja ANTERO KURONEN, RAIMO LINDLÖF, ANTTI RENKO ja UNTO SILVENNOINEN jäseninä, viimeksi mainitun tilalla syksystä 1969 alkaen SOINI SILANDER, sekä työryhmän valitsemana sihteerinä JORMA RAJALA.

Puutavaran mittautustutkimusten neuvottelukunnan esityksestä sai työryhmä käyttöönsä useilla eri tahoilla (Metsähallinto, useat yhtiöt jne.) laadittuja alustavia tai väliaikaisia mittausohjeita. Työryhmä järjesti maaliskuussa 1969 kaksi neuvottelutilaisuutta, joihin työryhmän lisäksi osallistuivat MATTI PONSI, PAAVO RÄSÄNEN, HANNU SAARINEN, SOINI SILANDER, JUKKA SORSA ja TAUNO TURUNEN. Neuvotteluihin ystävällisesti osallistuneiden henkilöiden lisäksi työryhmä sai neuvottelukunnan jäseniltä ja lukuisilta muilta metsäammattimiehiltä runsaasti arvokkaita tietoja. Työryhmä esittää kunnioittavat kiitokset saamastaan monipuolisesta tuesta.

Ohjeiden valmistamista suunnitellessaan työryhmä päätyi ratkaisuun, ettei ollut perusteltua eikä mahdollista rajoittaa vain yhtä menetelmää kuvaavien suppeiden ohjeiden laadintaan. Eräiden vaihtoehtojen esittely oli myös aiheellista. Mittaustyön käytännöllisen suorituksen lisäksi oli syytä esittää lyhyesti mittaustyön keskeisimmät perusteet. Työryhmä päätyi

tehtävässään "Leimikon pystymittauksen perusteita ja ohjeita" suppeasti esittelevän monisteen laadintaan. Moniste valmistui toukokuun lopulla 1969.

Monisteen valmistumisen jälkeen tehtiin mittaus- ja laskenta-perusteisiin eräitä muutoksia. Työryhmä katsoi, että laadittuun monisteeseen oli syytä tehdä muutosten edellyttämät tarkistukset. Tarkistustyön tuloksena valmistui oheinen uusi moniste.

Helsingissä marraskuussa 1970

Paavo Tiihonen

Antero Kuronen

Raimo Lindlöf

Antti Renko

Soini Silander

Jorma Rajala

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
YLEISPERUSTEET . . . . .	1
<u>Kuutioimismenetelmä</u> . . . . .	1
Mittayksikkönä kiintokuutiometri . . . . .	1
Mittayksikkönä pinokuutiometri ja kuutiojalka . . . . .	4
<u>Mittausmenetelmä</u> . . . . .	6
<u>Kasvu</u> . . . . .	7
<u>Mittausten suorittamisesta</u> . . . . .	9
KENTTÄTYÖT . . . . .	10
<u>Osatyövaiheet</u> . . . . .	10
<u>Puidenluku</u> . . . . .	11
<u>Koepuiden mittaus</u> . . . . .	14
Mittaustehtävät . . . . .	14
Koepuiden lukumäärä . . . . .	17
Koepuiden poiminta(otanta-)menetelmät . . . . .	20
TARKISTUSMITTAUKSET . . . . .	22
<u>Ennen hakkuuta</u> . . . . .	22
<u>Hakkuun yhteydessä ja sen jälkeen</u> . . . . .	25
<u>Mittausryhmän omat tarkistukset</u> . . . . .	26
LASKENTATYÖT . . . . .	27
<u>Vaihtoehtoisia menetelmiä</u> . . . . .	27
<u>Käsinlaskenta</u> . . . . .	30
<u>Konelaskenta</u> . . . . .	31
KIRJALLISUUTTA . . . . .	33
Liitteet 1 - 6	

## YLEISPERUSTEET

### Kuutioimismenetelmä

Leimikon pystymittauksessa kertyneiden mittaustietojen käsittely ja mittaustietoihin perustuva kuutiointi tulisi suorittaa mahdollisimman laajamittaisesti tietokonelaskentana PMP-systeemiä käyttäen. Menetelmää selostetaan lähemmin jäljempänä (s. 32). Toista vaihtoehtoa, käsinlaskentaa, joudutaan käyttämään vielä lähiaikana vaihtelevassa määrin sekä varsinaisena perusmenetelmänä että erityisesti tarkistuslaskelmissa. Kenttätöissä käytettävät lomakkeet tulisi siten suunnitella sellaisiksi, että mittaustietojen käsittely voidaan tehdä sekä kone- että käsinlaskentana. Kuutioimismenetelmän samoin kuin muidenkin osatyövaiheiden suunnittelussa on tietysti ensi sijassa kiinnitettävä huomiota tavoitteisiin, joihin leimikon pystymittauksella pyritään. Todettakoon, että tehtävänä on lähinnä tietojen hankinta puunkorjuun suunnittelua sekä työvaihetaksojen ja kantohinnan (kuutiomäärän) laskentaa varten.

### Mittayksikkönä kiintokuutiometri

Kiintokuutiometrin käyttö mittayksikkönä rajoittui aikaisemmin lähinnä palkkaperusteiden määrittämiseen liittyviin pystymittauksiin. Yksikön käyttö myös eri puutavaralajien kokonaismäärien määrittämisessä on yleistynyt viime aikoina. Keväällä 1970 aloitetut kokeet selventänevät tämän mittayksikön vastaisia käyttömahdollisuuksia. Tässä viitattakoon myös useilla tavoilla esitettyyn toivomukseen, että mittaukset perustettaisiin yksinomaan kiintokuutiometrin käyttöön.

Käytettäessä kiintokuutiometriä yksikkönä ovat perustana prof. YRJÖ ILVESSALON "Pystypuiden kuutioimistaulukot" (Metsäntutkimuslait. julk. 34.4, v. 1947; Keskusmetsälautakunta Tapion kustantama "Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot", ilmestyi v. 1948, Kirjayhtymän kustantama uusi painos v. 1969). Taulukoiden tunnukset eli luokitusperusteet ovat rinnankorkeuslähimitta (d1.3, kuoren päältä, luokkaväli pääosiltaan 1 cm, tasaava luokitus), pituus (metrin tasaavin luokin) ja kapeneminen, jolla tarkoitetaan rinnankorkeudelta ja 6 m korkeudelta

(kuoren päältä, 6-7 m pituisilla puilla 3.5 m korkeudelta) mitattujen läpimittojen erotusta (1 cm tasaava luokitus). Läpimittojen ja pituuden mittauksen lähtökohtana on puun juurenhaarojen määrittämä alin mahdollinen kaatokorkeus (juurenniska). Taulukoiden sisältämät kuorelliset yksikkökuutiomäärät ( $\text{m}^3/\text{runko}$ ) on laskettu niin, että edellä mainitun mitausten lähtökohdan mukaisen tason (juurenniskan) yläpuolella olevasta rungon kuutiomäärästä (latvanhuippuun asti) on vähennetty ennen sotia yleisesti käytön ulkopuolelle jäävänä kannon osuutena keskimäärin  $1 - 2\frac{1}{2}$  %. Suoritetut selvitykset osoittavat, että pyrittäessä tarkkaan puun talteenottoon jää kannon osuus mainittua, sotia edeltäneen ajan kannon keskimääräiskokoa hieman pienemmäksi. Taulukoiden yksikkökuutiomääriä voidaan siten, mainitun edellytyksen vallitessa ja rajoittuen edelleen vain mäntyyn ja kuuseen, suurentaa keskimäärin seuraavasti: maan eteläpuoliskossa 1 %, maan pohjoispuoliskossa 7-17 cm d1.3-luokissa  $1\frac{1}{2}$  %, 19+ cm luokissa 1 %. Jos lisäys tehdään, supistuu juurenniskan yläpuolelle jäävän kannon koko aivan vähäiseksi, kannon korkeuden jäädessä muutamaa senttimetriin.

Jos laskelmiin ei sisällytetä rungon kuutiomäärää latvan huippuun asti, vaan rajoitutaan tavanomaiseen tapaan ns. käyttöpuuhun, on "Pystypuiden kuutioimistaulukoiden" yksikkökuutiomääriin tehtävä sovellettujen perusteiden mukainen latvusvähennys. Seuraavan asetelman d1.3-luokittaiset keskimääräisluvut valaisevat latvuksen suuruusluokkaa ( $\text{dm}^3$  kuorineen/runko), jos rungoista tehdään 2 m pölkkyjä 5 cm minimiläpimittaan (kuoren päältä) asti.

Puulaji	d1.3, cm								
	9	11	13	15	17	19	21	23	25+
	Latvus, $\text{dm}^3$ kuorineen/runko								
Mänty ja kuusi	6	5	5	4	4	4	4	3	3
Koivu	6	6	6	6	5	5	5	5	4

Jos määräpituisten pölkkyjen asemesta sovelletaan vain tiettyä minimiläpimittaa, vaihtelee latvuksen osuus lähinnä pieniläpimittaisilla rungoilla myös pituusluokittain. Seuraavat asetel-





Koivu, latvus (tarkist. luvut) d min. 7 cm kuoren alta

d1.3 cm	Pituus, m																				
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21+				
7	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	17										
9	6	7	8	8	9	9	10	11	13	14	15	16	16								
11	6	7	8	8	8	8	8	9	9	10	11	12	12	13							
13		6	7	7	7	7	7	7	8	8	9	10	11	11	12						
15				6	6	7	7	7	7	7	8	8	9	9	9	10	10				
17					6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	9				
19						5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7				
21							5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6				
23+								5	5	5	5	6	6	6	6	6	6				

Esitettyjen d1.3- ja pituusluokittaisten latvusosuuksien asemesta voidaan käyttää puulajeittaisia tai kaikille puulajeille sovituttuja keskimääräislukuja. Valmistettaessa 2 m pölkkyjä keskimääräisosaus on männyllä ja kuusella 4 dm<sup>3</sup> kuorineen/runko ja koivulla 6 dm<sup>3</sup>/runko suuruusluokkaa. Jälkimmäisessä tapauksessa, 6 cm:n minimiläpimittoja käytettäessä on keskimääräisluku pääasiassa pinotavaraa käsittävässä leimikossa (d1.3 yleensä 7-19 cm) männyllä ja kuusella 4 dm<sup>3</sup> sekä koivulla 8 dm<sup>3</sup> suuruusluokkaa, mänty- ja kuusitukkipuilla 3 dm<sup>3</sup> ja koivutukkipuurungoilla 6 dm<sup>3</sup>/runko.

Todettakoon, että latvuksen koko saattaa yksityistapauksissa vaihdella suurestikin.

Latvuksen lisäksi voidaan rungoista erottaa eri puutavaralajien osuudet. Tehtävä saatetaan perustaa esim. eri puutavaralajien osuuksia ilmaiseviin %-sarjoihin tai pystyapteeraukseen.

Mittayksikkönä pinokuutiometri ja kuutiojalka

Puutavaralajeittaiset laskelmat voidaan suorittaa monella eri tavalla. Seuraavassa esitetään keskeisimmät perusmenetelmät:

- tietokonelaskenta
- käsinlaskenta kiintokuutiometripohjalta
- puutavaralajitaulukot.

T i e t o k o n e l a s k e n n a s s a käytetään paperi- ja tukkipuille eri menetelmää. K u i t u (hallo-) p u i d e n kuutiointi on edullisinta perustaa työvaihetaksojen laskennassa saatuihin kuorellisina kiintokuutiometreinä ilmaistuihin puulajeittaisiin kokonaismääriin, joihin ei sisälly käytön ulkopuolelle jääviä latvuksia (esim.  $5 \text{ dm}^3/\text{runko}$ ). Koska latvusosuus vaihtelee olosuhteista riippuen, on käytettävä keskimääräisluku syytä määrittellä ja sopia ennen mittausta tai sen yhteydessä. Tuloksena saadut  $\text{m}^3$ -määrät muunnetaan pinokuutiometreiksi metsäntutkimuslaitoksen Folia Forestalia-sarjan nitessä n:o 57 esitetyillä muuntoluvuilla.

T u k k i p u i d e n kuutiointi voidaan tietokonelaskennassa tehdä kahdella eri menetelmällä. Vaihtoehdot ovat: 1. totunaiseen tukkien erottamiseen perustuva apterausmenetelmä, jossa tulos on ilmaistu tavanomaiseen tapaan kuorettomina (teknillisinä) kuutiojalkoina ja 2. kiintokuutiometreinä saatu tukkiosuus muunnetaan kuutiojaloiksi muuntolukua käyttäen. Laskelmien perusteina ovat ILVESSALON "Pystypuiden kuutioimistaulukot", puun runkomuotoa kuvaavat kapenemistaulukot (PAAVO TIIHONEN. 1961. Männyn, kuusen ja koivun kapenemistaulukot. Metsäntutkimuslait. julk. 54.1) ja muuntoluvut, edellisessä vaihtoehdossa vain latvakuitupuulle, jälkimmäisessä myös tukkiosuudelle. Kevät-syyskautena 1970 suoritettiin useiden puunjalostusteollisuusyhtiöiden metsäosastojen, yksityismetsätalouden edustajien ja metsäntutkimuslaitoksen yhteistyönä laajamittaisia mänty- ja kuusitukkipuiden kuutioimisperusteita koskevia tutkimuksia. Lokakuussa 1970 valmistui kuutioimismenetelmä, jossa voidaan nojautua yhdenmukaisiin tuloksiin johtaviin vaihtoehtoisiin menetelmiin, joko numeerisiin taulukkoihin tai ATK-laskentaan. Kuutioimismenetelmää on selostettu Metsälehdessä numerossa 48/1970. Tutkimusselostus ja numeeriset taulukot julkaistaan metsäntutkimuslaitoksen Folia Forestalia (FF) sarjassa. Julkaisu ilmestyy v. 1970 lopussa.

K i i n t o k u u t i o m e t r i p o h j a l t a t a p a h t u v a n k ä s i n l a s k e n n a n perustana ovat ILVESSALON taulukoiden yksikkökuutiot. Eri puutavaralajien osuuksia

ilmaisevia %-sarjoja (kuitupuilla latvusosuus myös  $\text{dm}^3$ :ssä kuten edellä) ja muuntolukuja käyttäen siirrytään teknillisiin mittoihin. Tietoja eri puutavaralajien keskimääräisosouksista on esitetty mm. metsäntutkimuslaitoksen Folia Forestalia-sarjan niteissä n:o 19 ja 58. Menetelmän käyttömahdollisuus paranee, kun valmisteilla olevat, keskimääräistä tukkiosuutta koskevat selvitykset saadaan päätökseen.

P u u t a v a r a l a j i t a u l u k o i d e n osalta viitataan edellä mainittujen uusien tukkipuutaulukoiden ohella myös aikaisemmin valmistettuihin taulukkoihin (PAAVO TIIHONEN. 1966 ja 1969. FF-niteet 19, 58, 59, 60). Koivutukkipuille on käytettävissä vain rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat taulukot (FF-nide n:o 71). Painatusvaiheessa ovat koivupaperipuiden taulukot (FF-nide n:o 94). Tukkipuutaulukoiden käytössä on toistaiseksi yleensä syytä rajoittaa maan eteläpuoliskoon. Todettakoon, että edellä esitettyä mänty- ja kuusitukkipuiden kuutioimismenetelmää suositellaan käytettäväksi maan eteläpuoliskossa.

### Mittausmenetelmä

Leimikon pystymittauksessa on edelleenkin syytä käyttää perusmenetelmänä yksinpuinlukua, rajoittuen kuitenkin vain läpimittojen mittauksessa täydelliseen selvitykseen. Palkkaperusteita määritettäessä nojaututaan työmarkkinajärjestöjen edellisen sopimuksen mukaisesti aina yksinpuinlukuun. Muiden kuutioimistekijäin, pituuden ja muodon, sekä lisäksi vikaisuuksien ym. erikoispiirteiden selvittämisessä on syytä nojautua riidattoman menetelmän perusteella mitattuihin koepuihin.

Alkuhankaluuksien nyt jo poistuttua on perusteitua pyrkiä koeala-, linja- tai relaskooppimenetelmän käyttöön leimikoiden

koon suosittamissa rajoissa. Maatilanetsälöiden pienehköissä leimikoissa näyttäisi olevan vielä varsin vähäiset mahdollisuudet otantamenetelmien käyttöön puidenluvussa. Suurissakin leimikoissa on edullisinta rajoittua - ainakin toistaiseksi - sopiviin osittaisratkaisuihin. Niinpä pääosa puidenluvusta voidaan suorittaa yksinpuinlukuna, esim. 11-13 cm d1.3-luokasta alkaen, ja runsaasti pienikuutioisia runkoja sisältävät ja yleisesti kokonaistulokseen vähiten vaikuttavat pienimpien d1.3-luokkien kuutiomäärät selvitetään esim. koeala-arviointina tapahtuvan koepuiden mittauksen yhteydessä. Erityisesti viime aikoina on keskusteltu usein siitä, että hakkuumies selvittäisi lähinnä runkojen lukumäärän palstoittain. Todettakoon, että siirtyminen mittaukseen kevennystä aiheuttavan otantamenetelmän käyttöön aiheuttaa toisaalta tiettyjä uusia ongelmia, kuten esim. epävarmuutta minimikokoisen rungon määrittämisessä.

### Kasvu

Jos leimikon pystymittaus suoritetaan ennen kasvukauden alkua tai sen aikana ja hakkuu tai kaupasta sopiminen tapahtuu kasvukauden alun jälkeen, on tulosten laskennassa otettava huomioon - mikäli eri osapuolet eivät tee muunlaista sopimusta - puuston kasvu. Kasvukaudella tarkoitetaan tässä toukokuun 25 päivän ja heinäkuun 26 päivän välistä aikaa. Käytännöllisistä syistä on päädytty 9 viikon pituiseen aikaan.

Kasvun laskenta voidaan suorittaa joko ILVESSALON "Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukkoissa" selostetulla tavalla (maastomittaukset ja kaavan  $p_v = p_g + p_{fh}$  käyttö) tai käyttämällä keskimääräisiä kuutiokasvusadanneksia. Jälkimmäistä vaihtoehtoa sovellettaessa suositetaan käytettäväksi seuraavassa asetelmassa esitettyjä keskimääräisiä kasvuprosentteja, jotka Etelä-Suomen osalta perustuvat vuosina 1964-69 suoritettuun valtakunnan metsien V inventointiin. Prosentti määräytyy piiri- metsälautakunnittain ikäluokan ja vallitsevan puulajin mukaisesti. Lehtipuuvaltaisille metsille voidaan käyttää männyn prosentteja.

Pohjois-Suomessa on toistaiseksi käytettävä vuosina 1960-63 suoritettun IV inventoinnin prosentteja, jotka on annettu ikäluokka- ja metsätyyppiryhmittäin.

Keskimääräiset kasvuprosentit piirimetsälautakuntaryhmittäin

Piirimetsä- lautakunnat	Puulaji- valtaisuus	Ikäluokkaryhmä			
		alle 40	41-80	81-120	121-160
Helsinki	mäntyvaltaiset	6.5	3.6	2.3	1.9
Vaasa	kuusivaltaiset	8.8	4.4	2.4	1.9
Lounais-Suomi	mäntyvaltaiset	8.3	4.3	2.7	2.2
Satakunta	kuusivaltaiset	8.6	4.9	2.9	2.5
Etelä-Karjala					
Uusimaa-Häme					
Itä-Häme	mäntyvaltaiset	8.4	4.4	2.7	2.1
Etelä-Savo	kuusivaltaiset	8.8	5.1	3.1	2.6
Itä-Savo					
Pirkanmaa-Häme					
Keski-Suomi	mäntyvaltaiset	9.4	4.9	2.8	1.9
Pohjois-Savo	kuusivaltaiset	9.9	5.5	3.3	2.5
Pohjois-Karjala					
Etelä-Pohjanmaa	mäntyvaltaiset		4.8	2.7	2.2
Keski-Pohjanmaa	kuusivaltaiset		5.1	2.9	2.5
Pohjois-Pohjanmaa	mäntyvaltaiset		4.8	2.6	1.8
	kuusivaltaiset		5.3	2.9	1.8
Kainuu	mäntyvaltaiset		5.0	2.3	1.6
	kuusivaltaiset		4.7	2.6	1.7
		41-80	81-120	121-160	161+
Lappi	MT-ryhmä	3.0	2.5	2.1	1.9
Koillis-Suomi	VMT-ryhmä	3.1	2.2	1.9	1.6
	EVT-ryhmä	3.2	2.4	2.2	1.5

MT-ryhmä = MT+, KpI ja ojitetut suot

VMT-ryhmä = HMT ja VMT

EVT-ryhmä = EVT, EMT, ErClT ja RÄI

Jos kasvulaskelmaan sisältyvä aika on vain osa ko. kasvukaudesta, määritetään käytettävä kasvusadannes edellä esitetyn asettaman tai maastossa suoritettujen mittausten perusteella saatujen

keskimääräissadannesten ja toisaalta kasvukaudesta jäljellä olevan ajan perusteella. Laskelmien yksinkertaistamista silmällä pitäen suositetaan käytettäväksi seuraavassa asetelmasa esitettyä %-sarjaa.

Mittausta seuraava viikko								
25.-	1.-	8.-	15.-	22.-	29.6-	6.-	13.-	20.-
31.5	7.6	14.6	21.6	28.6	5.7	12.7	19.7	26.7
Osuus koko kasvukauden kasvusta (kasvuprosentista), %								
90	80	70	60	50	40	30	20	10

Kertomalla sovelletulla menetelmällä saatu "koko kasvukauden" kasvusadannes asetelman %-luvulla saadaan mittausaikaa vastaava kasvusadannes.

Määrällisen kasvun lisäksi saattaa leimikossa tapahtua myös arvokasvua. Lähinnä on viitattava runsaasti tukkipuun mittoja läheneviä pinopuita sisältäviin leimikkoihin, edelleen nuoria, hyväkasvuisia tukkipuurunkoja käsittäviin leimikkoihin, joissa ilmenee merkittävää yksitukkisten runkojen muuttumista kaksitukkisiksi jne. Arvokasvua ilmenee toisaalta yleisesti vain osassa runkoja, joten sen merkitys jää käytännössä usein vähäiseksi. Kun arvokasvun täsmällinen laskenta on yleensä vaivalloista, olisi sen liittämistä leimikon pystymittaukseen pyrittävä välttämään. Näin voidaankin varmaan helposti menetellä suorittamalla niiden leimikoiden mittaus, joissa arvokasvun määrittäminen olisi perusteltua tai arvokasvu sinänsä saattaisi aiheuttaa erimielisyyttä, sellaisena ajankohtana (esim. kasvukauden päätyttyä, välittömästi ennen hakkuun aloittamista jne), jolloin arvokasvua ei tarvitse ottaa huomioon tulosten laskennassa.

#### Mittausten suorittamisesta

Leimikon pystymittauksen käytännöllisen suorituksen tulisi perustua seuraavanlaisiin ominaisuuksiin:

- tarkkuus
- taloudellisuus
- tarkistusten mahdollisuus.

T a r k k u u d e l l a tarkoitetaan tässä, että mittaukset ja laskennat suoritetaan huolellisesti ja teknisesti moitteet-  
tomalla tavalla. On syytä erityisesti painottaa kenttätöissä toimivien mittamiesten perus- ja täydennyskoulutuksen keskeis-  
tää merkitystä. Koulutustilaisuuksia on helppo järjestää, eikä niistä aiheudu suuria kustannuksia. Huolehtiminen mittausväli-  
neiden tarkkuudesta ja huollosta on olennainen tehtävä pysty-  
mittauksessa. Tehdyt kokeet osoittavat, että huolellisesti suo-  
ritetuissa pystymittauksissa jää kuutioimistuloksen virhe alle  $\pm 2-3 \%$ :n.

Tarkkuutta unohtamatta on ajateltava toiminnan t a l o u d e l -  
l i s u u t t a , siis kenttä- ja laskentatöiden kustannuksia. Edellä korostetulla koulutuksella on myös kustannusten pienentämisen kannalta ratkaiseva merkitys. Tärkeää on myös pystymit-  
tauksen sijoittuminen organisaatioon siten, että ryhmä voi erikoistua tehtäväänsä. Leimikon pystymittaus on avoin luottamus-  
tehtävä, jonka kaikkiin osatyövaiheisiin on mahdollista liit-  
tää tarpeellisina pidettävät t a r k i s t u s m a h d o l -  
l i s u u d e t . Eri osapuolet voivat ensiksi seurata yksi-  
tyiskohtaisesti työn suoritusta. Eri osatyövaiheista voidaan tehdä vertailevia kokeita. Mahdollisten erimielisyyksien vält-  
tämiseksi on ennen mittausta syytä sopia yksityiskohtaisesti, mitä erikoistoimenpiteitä, kuten esim. koepuiden merkintää ja ryhmittelyä, jäljennösten ottoa palstoittaisista mittaustie-  
doista jne. leimikon pystymittauksen yhteydessä on tarpeen suorittaa.

## KENTTÄTYÖT

### Osatyövaiheet

Leimikon pystymittauksessa voidaan erottaa kaksi osatyövaihet-  
ta: p u i d e n l u k u ja k o e p u i d e n m i t -  
t a u s . Osatehtävät voidaan suorittaa joko samanaikaisesti tai erillisinä työvaiheina.

Jos koepuiden mittaus suoritetaan puiden luvun yhteydessä, ete-  
nee mittaustyö samanaikaisesti kaikki osatyövaiheet käsittäen

tietystä alkupisteestä sovittua kulikutapaa noudattaen asteittain läpi koko leimikon. Koepuiden mittaukseen liittyvä kävely jää vähäisemmäksi kuin mitattaessa koepuut eri osatyövaiheessa. Koepuiden mittaus voidaan perustaa tavanomaiseen tasaväliseen poimintaan, joka 20:s, joka 10:s puu jne. Jos leimikosta ei ole ennakkotietoa, saattaa tällainen poimintamenetelmä tuottaa liian paljon koepuita, jolloin työmäärä tarpeettomasti lisääntyy. Tietyistä puu- tai läpimittaluokista saattaa toisaalta tulla liian vähän koepuita.

Puidenluvun suorittaminen ja koepuiden mittaaminen eri työvaiheina merkitsee työn yksinkertaistamista ja siten mittaustarkkuuden, yleensä ammattitaitoa edellyttävien ratkaisujen teon, valvonnan ja ohjauksen yms. tehostumista. Koepuiden mittaus esim. tietyn verkoston mukaisilta koelaloilta merkitsee mitaustöiden keskittämistä tiettyihin pisteisiin, siis jatkuvaan etenemiseen verrattuna voimakkaampaa keskittymistä ko. erikoistehtävään, koepuiden mittaukseen. Koemittausten tulokset osoittavat, että koepuiden mittaus erillisenä työvaiheena on myös luotettavuuden kannalta perusteltua. Suositeltavampi tapa on koepuiden mittaaminen erillisenä työvaiheena puidenluvun jälkeen.

### Puidenluku

Ennen puidenluvun aloittamista on syytä täsmällisesti määritellä (mitat ja laatu) erotettavat puulajit ja puutavaralajit (runkolajit), esim. mäntytukkipuurungot, mänty- ja kuusipaperipuorungot jne, edelleen muunlaisin perustein erotettavat luokat kuten kelot, lumen yms. katkomat rungot, maapuut jne. On myös päätettävä, antaako tietyn tai tiettyjen puulajien runkojen poikkeuksellinen laatu, vikaisuus tms. aiheen eri luokkien muodostamiseen. Perussääntönä voidaan pitää: yksittäisissä rungoissa, tietyssä läpimittaluokassa yms. suppeissa puitteissa ilmenevät erikoispiirteet voidaan ottaa huomioon ko. runkoerän kokonaistuloksessa, runsaanlaisesti tai yleisesti esiintyvät keskimääräisrungoista poikkeavat rungot on sen sijaan syytä erottaa omaksi puuluokaksi. Esim. mäntyjen luokittelu voi siten käsittää tukkipuut ja paperipuorungot tai tukkipuut, tyvilahoiset tukkipuut, paperipuorungot ja kelot jne.



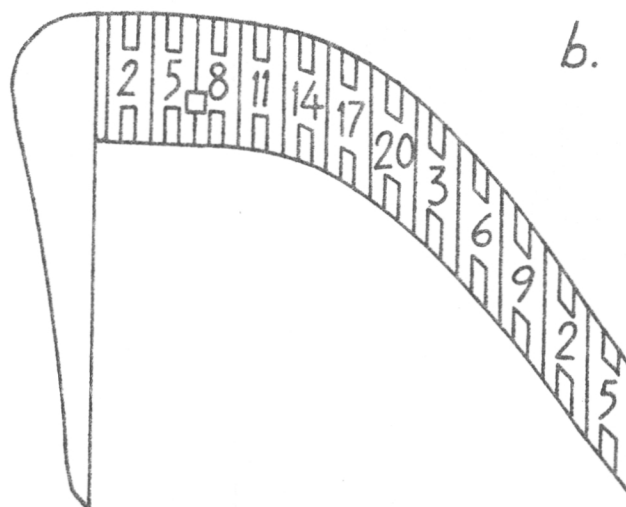
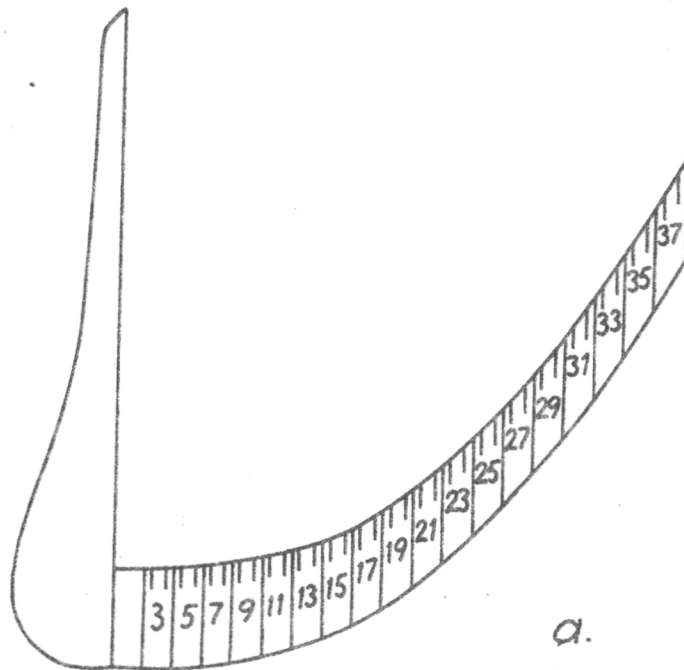
Puidenluku on syytä perustaa ainakin toistaiseksi yksinpuinlukuun, jolla tarkoitetaan tavanomaiseen tapaan leimikon kaikkien runkojen rinnankorkeusläpimitan (d1.3) mittaamista. Se suoritetaan eteen sattuvalta puolelta kuoren päältä, käytettävien kuutioimistaulukoiden perusteiden mukaisesti 1.3 m:n korkeudelta ylimmän katkaisua häihtaavan juureuhaaran "niskalta" (puun alimmalta mahdolliselta kaatokorkeudelta) lukien 2 cm:n tassaaavin luokkin, luokkakakeskusten ollessa 7, 9, 11, 13 ... jne., siis parittomia lukuja. Milloin merkittävää tyvi-laajenemaa ei esiinny, on mittausten alkukohta maan pinnan raja puun tyveä vastaan (ks. YRJÖ ILVESSALO. 1965. Metsänarvioiminen, kuva 37 sivulla 56). Toistuvasti esittäen: puiden luvussa ryhmitetään leimikon rungot erotettaviin (puu- ja puutavara-laji-) puuluokkiin eli runkolajeihin ja niiden puitteissa edelleen 2 cm:n d1.3-luokkiin.

Sekä kenttä- että laskentatöissä on otettava huomioon, että tulosten laskennassa käytetään kuutioimistaulukoita, joiden laadinnan perustana ovat terveet, "normaalit" rungot. Seuraavassa esitetään suppeasti eräiden edellä viitattujen "normaaleista" rungoista poikkeavien puiden mittausterusteet.

Jos runko on haaroittunut rinnankorkeudelta tai sen alapuolelta, luetaan kumpikin haara eri rungoksi. Milloin haaroittuminen alkaa rinnankorkeuden yläpuolelta, tapahtuu puiden luku perussäännön mukaisesti. Keloista voidaan muodostaa kaksi luokkaa: kuorelliset ja kuorettomat kelot. Molemmissa luokissa sovelletaan puiden luvun perussääntöä kuitenkin siten, että kuorettomista keloista mitataan kuoreton rinnankorkeusläpimitta. Katkenneista rungoista muodostetaan samoin kaksi luokkaa: rungot, joissa katkenut latvaosa on ehjänä ja käyttökelpoisena tyviosan läheisyydessä ja toisaalta sellaiset rungot, joiden latvaosa on jostakin syystä katkeillut, murskaantunut tai lahonnut käyttökelvotto-

maksi tai peräti hävinnyt. Rungot, joiden latvaosa on nähtävissä, mitataan perussäännön mukaisesti, siis d1.3 eteen sattuvalta puolelta. Jälkimmäisessä puuluokassa sovelletaan seuraavia sääntöjä. Jos koepuut mitataan puiden luvun yhteydessä, niin katkenneista rungoista mitataan käyttökelpoisen rungonosan pituus metrin tasaavin luokin ja sen jälkeen läpimitta 1 cm tasaavin luokin eteen sattuvalta puolelta kuoren päältä seuraavasti: männyllä 1/2 m mainitun pituuden keskikohdan alapuolelta, kuusella keskikohdalta, koivulla kuten männylläkin 1/2 m pituuden keskikohdan alapuolelta, jos rungon tyviosan pituus on korkeintaan 14 m, tätä pitemmistä rungoista kuten kuusellakin pituuden puolivälistä. Mikäli koepuiden mittausta tapahtuu puiden luvun jälkeen, käytetään jäljempänä koepuiden mittausta käsittelevässä kappaleessa esitettyä menetelmää. - Kuorellisten katkenneiden runkojen rinnalla voidaan erottaa katkenneet kelot. Mittaukset suoritetaan samalla tavalla kuin kuorellisista katkenneista rungoista.

D1.3-luokan määrittäminen voidaan suorittaa joko tavanomaisella puisella käyräkaulaimella tai teräskaulaimella. Seuraavalla sivulla esitetyt piirroksot kuvaavat rinnankorkeusläpimitan ja 6 (3.5) m kork. läpimitan mittaukseen soveltuvia käyräkaulaimia. Kaulaimen suurinta d1.3-luokkaa vahvempien runkojen läpimitta mitataan tehtävään soveltuvalla mittanauhalla (talmeter). Tärkeää on, että luokkien rajat ja lukuarvot näkyvät kaulaimessa selvästi. Kaulaimen on kiinnitettävä 1.3 m:n pituinen keppi tms. Lähiaikoina tulevat markkinoille pystymittausta varten kehitetyt rinnankorkeus- ja latvakaulainmallit. Mitatut rungot merkitään väri- tai maalivasaralla, putkimaisella merkklauslaitteella, kovelimella jne. Tärkeintä on, että runkoihin tehdään selvät, riittävän kauan säilyvät merkit. Tukkipuut, paperipuurungot ym. erilaiset rungot, ja erityisesti koepuut, on syytä merkitä eri tavoin. Perussääntönä tulisi olla: l e i m a u s j a p u i d e n l u k u s u o r i t e t a a n s a m a n a i k a i s e s t i . Osatyövaiheisiin viitaten tehtävään voi liittyä myös koepuiden mittausta. Koepuut voidaan toisaalta vain merkitä puidenluvun yhteydessä.



Käyräkaulaimia: a. rinnankorkeusläpimitan ja b. 6 m kork. läpimitan mittausta varten (Valmistanut metsäntutkimuslaitoksessa metsätekn. O.E. Töyry). Väritys, joka ei ilmene piirroksista, selventää luokitusta.

Mahdollisia tarkistusmittauksia ja eri osatyövaiheena suoritettavaa koepuiden mittausta silmällä pitäen on eduksi, jos runkojen merkintä tehdään niin, että merkki osoittaa aina mitaussuuntaa ja merkin alareuna mittauskorkeutta.

Mittausten tulokset kootaan tavanomaiseen tapaan puidenlukulomakkeille. Lomakkeen rakennetta valaisevat liitteet 1-3. Milloin leimikko sisältää palkkaperusteiden määrittämisen vuoksi eri osa-alueina käsiteltäviä palstoja tai puuston rakenteen puolesta selvästi toisistaan eroavia suurehkoja osa-alueita (koepuualueita), kuten esim. tavanomaisia (kasvullisia) kivennäismaita ja toisaalta pienikokoista puustoa käsittäviä kalliomaita tai soita jne, kootaan puidenluvun tulokset kultakin erotetulta osa-alueelta omalle lomakkeelle. Vierekkäisillä palstoilla voidaan lukumerkit tehdä eri väreillä, vastakkaisille puolille runkoja jne. Pienialaisten tai vähäisiä runkoeria sisältävien osa-alueiden erottamista on syytä välttää. Kysymystä tarkastellaan vielä koepuiden mittausta käsittelevässä kappaleessa.

Puidenlukua suorittava m i t t a u s r y h m ä käsittää ryhmänjohtajan (kirjamiehen, ylösottajan) lisäksi 1-3 lukumiestä eli läpimittojen mittaajaa. Yleisimmin on päädytty kahden lukumiehen käyttöön. Jos koepuiden mittausta suoritetaan puiden luvun yhteydessä, on mittamiesten lukumäärää yleensä syytä lisätä yhdellä.

### Koepuiden mittausta

#### Mittaustehtävät

Koepuun puu- ja tavaralajia, runkolajia, koskevat merkinnät tehdään ensin. Sitten - samoin kaikista koepuista - tehdään seuraavat (perus)mittaukset:

d1.3 kuoren päältä tasaavin 2 cm tai 1 cm luokin tai haluttaessa 1 mm luokin

d6 tai d3.5 kuoren päältä 1 cm:n tasaavin luokin, pituus täysin metrein.

Läpimittojen ja pituuden mittauksen alkamiskohta on, kuten puidenluvussakin, puun juurenharojen määrittämä alin mahdollinen kaatokorkeus (ks.s.2). D6-(3.5-)mittaus ja d1.3-mittaukset suoritetaan samasta suunnasta. Jos läpimitan (d1.3, d6 tai d3.5) mittauskorkeudella on oksakiehkura, mittaus suoritetaan hieman sen ylä- tai alapuolelta rungon oksattomasta osasta, siitä riippuen onko täsmällinen mittauskorkeus oksakiehkuran keskikohdan ylä- vai alapuolella. Ellei d6:n tai d3.5:n mittaus ole mahdollinen d1.3:n mittausuunnassa olevien oksien vuoksi, se tehdään lähinnä sopivimmasta suunnasta.

Molemmat d1.3-mittaukset (luokka ja tarkka) tehdään puidenluvussa käytettävällä kaulaimella. Ylempi läpimitta (d6 tai d3.5) mitataan edellisestä hieman poikkeavalla, 5 m pitkän tangon päähän kiinnitetyllä, ns. latvakaulaimella (ks. piirroksat). Pituuden mittaus voidaan nykyisin suorittaa useilla erilaisilla laitteilla: Suunto, Blume-Leiss, Lönnrothin tai Christenin pituusmittarilla.

Milloin katkenneiden runkojen kuutiointi perustetaan koepuumittauksiin, tehdään koepuista samat mittaukset kuin edellä esitettyssä puiden luvun yhteydessä tapahtuvassa katkenneiden runkojen mittauksessa. Toistaen, mainitut mittaustehtävät ovat: katkenneista rungoista mitataan käyttökelpoisen rungonosan pituus täysin metrein, sitten läpimitta 1 cm tasaavin luokin männyllä ja koivulla  $\frac{1}{2}$  m mainitun pituuden keskikohdan alapuolelta, kuusella keskikohdalta. Poikkeuksina yli 14 m pituiset koivun tyviosat, joiden läpimitta, kuten kuusella, pituuden puolivälistä.

Mainittujen, koepuiden kuutioinnissa tarvittavien perustietojen lisäksi koepuiden mittaukseen voidaan liittää erillistehdäviä, kuten vikaisuuden määrittäminen, laatuluokittelu, pystyapteenaus jne. Kun  $k\text{-m}^3$  tai  $p\text{-m}^3$  on mittayksikkönä, vikaisuuden määrittäminen perustetaan vikanaisten rungonosien pituuksien ja keskiläpimittojen mittaukseen. Jos yksikkönä on kuutiojalka ( $j^3$ ), mittausten suoritustapa riippuu sovellettavasta kuutioimismenetelmästä seuraavasti. Kuutioinnin tapahtuessa

pysty-(maassa suoritettuna) apteerauksen perusteella, vikaiset rungot apteerataan täysin samoin laatuvaatimuksin ja apteeraus-säännöin kuin muutkin rungot. Vikaisten rungonosien määrästä on kuitenkin syytä tehdä edellä mainitunlaisia muistiinpanoja. Kuten aikaisemmin on todettu, vikaiset rungot voidaan erottaa omaksi luokaksi (runkolajiksi), jos tällaisen luokan muodostaminen on käytännön kannalta tarkoituksenmukaista. Jos tukkipuiden kuutiointi perustetaan tiettyihin keskimääräissääntöihin rakentuviin (puutavaralaji-) taulukkoihin, on syytä suorittaa kohtuullinen määrä (joka toinen, viides jne koepuu) apteerauksia erityisesti vikaisista puista, jotta saataisiin selville, missä määrin vikaisten runkojen d1.3-luokittaiset keskikuutiot poikkeavat vastaavista taulukkokuutiomääristä. Tällaista vertailua on syytä tehdä tarkistusmielessä myös terveistä rungoista. Vikaisuuksia koskevia havaintoja tehtäessä on selvitettävä, voidaanko vikaiset rungonosat kokonaisuudessaan siirtää johonkin toiseen puuluokkaan vai onko osa esim. liian pieninä, lyhyinä tai pituudeltaan sopimattomina pölkkyyinä luettava hakkuutahteisiin.

Koneellista laskentaa varten mitataan vikaisista rungoista sahatukkiosan pituus. Menettely, jota voidaan soveltaa myös normaaleille rungoille, erityisesti koivulle, tukki- tai muun erikoispuuosuuden laskemiseksi, on ohjelmassa vaihtoehtoisena menettelynä. Hylkyosuuden laskemiseksi merkitään koepuista lisäksi hyllyn pituus, keskiläpimitta ja tunnuksin sen paikka.

Mittaustiedot kootaan koepuulomakkeelle. Liite 2 havainnollistaa konelaskentaa ja liite 4 käsinlaskentaa soveltuvia koepuulomakkeita. Yleensä kannattaa käyttää liitteen N:o 2 mukaisista lomakkeista. Sille merkityt koepuutiedot antavat mahdollisuuden konelaskentaa. Toisaalta siltä nähtäviä yksityiskohtaisia tietoja voidaan "muokata" sopimaan eri käsinlaskentamenettelyihin. Liitteen N:o 4 mukaisen lomakkeen käyttö rajoittaa laskennan koepuutunnusten keskiarvoin tehtäväksi. Todettakoon, että tätä luokkakeskuksen mukaista kuutiointia voidaan suositella käytettäväksi vain silloin, kun koepuiden lukumäärä on d1.3-luokittain vähintään 10-20 rungon suuruusluokkaa.

## Koepuiden lukumäärä

Koepuiden lukumääriä ratkaistaessa on otettava huomioon toisaalta tarkkuus, johon koepuiden otannassa pyritään ja toisaalta pystymittauksen käyttömuodot: palkkaperusteiden laskenta ja kantohinnan määrittäminen. Edellä on todettu, että pystymittauksen kuutioimistuloksen virhe on mahdollistarojoittaa  $\pm 2-3$  %:iin. Yläraja, 3 %, luonnehtii myös maksimiarvoa, johon mittauksissa olisi pystyttävä rajoittumaan. Ottamalla huomioon aina mahdolliset mittausvirheet (helposti  $\pm 1-2$  %:n suuruusluokkaa) ja ns. taulukkovirhe (arviolta  $\pm 0.5-1.5$  %) voidaan päätellä, että koepuiden otannassa on päästävä mahdollisimman tarkkaan edustavuuteen, virherajojen  $\pm 0.5-1$  % luonnehtiessa edustavuusvirheen (satunnaisvirheen, keskiarvon keskivirheen) maksimiarvoa leimikon merkittävissä puuluokissa.

Molemmissa pystymittauksen käyttömuodoissa on päähuomio kiinnitettävä - palkkaperusteiden luokitukselta johtuen - d1.3-luokittaisten ja puulajeittaisten tulosten tarkkuuteen, kantohinnan määrittämisessä edelleen puutavaralajeittaisiin tuloksiin. Ottamalla huomioon tarkkuusvaatimukset sekä leimikoiden koon ja rakenteen vaihtelu on käytännöllisintä määrittää koepuiden lukumäärä ainakin runsaasti runkoja sisältävien puuluokkien osalta d1.3-luokittain.

Koepuiden lukumäärää koskeneiden tutkimusten perusteella voidaan todeta, että 5-10 koepuuta d1.3-luokkaa kohden näyttäisi kohtuulliselta etenkin tasarakenteisissa leimikoissa. Toisaalta tiedetään, että runkojen koon vaihtelu on jo 2 cm:n laajuisen d1.3-luokan puitteissa usein huomattavan voimakasta; kuutiolisällöltään luokan pienin ja suurin runko saattaa erota luokan keskiarvosta yleisesti 40-50 %. Yleisluonteisena sääntönä voidaan siten pitää: jos ollaan vakuuttuneita (esim. ko. metsikössä aikaisemmin suoritettujen mittausten perusteella) runkojen koon suppeasta vaihtelusta, voidaan lähinnä pinotavaran osalta rajoittua edellä esitettyä suuruusluokkaa oleviin d1.3-luokittaisiin koepuumääriin. Pystymittauksia aloitettaessa ja edellä mainitun varmuuden puuttuessa pinotavaraa sisältävistä d1.3-luokista on perusteltua pyrkiä mittaamaan 10-15 koe-

puuta. Tukkipuuleimikoiden pienimmissä d1.3-luokissa (19-23) voidaan rajoittaa mainittua suuruusluokkaa oleviin koepuumääriin. Runkojen koon suuretessa (d1.3=25+ cm), koepuiden määrä on syytä suurentaa 15-20 runkoon. Vahvimpien (d1.3=30-35+ cm) d1.3-luokkien runkoja on leimikoissa usein niin vähän, että koepuiksi on otettava esim. joka toinen tai peräti jokainen runko.

Korostettakoon, että rungon koon suuretessa sen arvo myös yleisesti suurenee. Etenkin kantohintaa määritettäessä suuriläpimittaisia runkoja on otettava koepuiksi suhteellisesti enemmän kuin pieniläpimittaisia puuta. Suurehkoissa ( $> 500 \text{ m}^3$ ) leimikoissa tulisi pyrkiä vähintään esitettyjen minimirajojen mukaisiin koepuumääriin.

Runkojen ja leimikoiden koon vaihtelusta johtuen koepuiden lukumäärien esittelyssä on rajoituttava vain edellä esitettyihin suuruusluokkaa osoittaviin lukuihin. Onkin erittäin tärkeää, että mittausryhmän johtaja tai mittauksien ylösottaja tarkkailee työn edistyessä d1.3-luokittain saatavia pituus- ja kapenemishavaintoja ja pyrkii tietojen perusteella hahmottelemaan kuvaa runkojen koon vaihtelusta. Tulosten laskenta selventää keskimääräiskuvaa. Vain tuloksia tarkastelemalla on mahdollista selventää kuvaa siitä, milloin tietynlaisissa leimikoissa tulisi lisätä koepuiden lukumäärää, milloin keskimääräislukujen alittaminen olisi perusteltua jne.

Edellä esitetyt keskimääräissäännöt tarkoittavat leimikon pääpuulajia (-puutavaralajia) tai kaikkia niitä puulaji- ja tavaralajiluokkia (runkolajeja), joihin sisältyy runsaasti runkoja, pienehköissäkin leimikoissa yleisesti d1.3-luokittain useita kymmeniä runkoja. Milloin johonkin puuluokkaan kertyy vain yksittäisiä tai korkeintaan muutamia kymmeniä runkoja, kuutiointi voidaan perustaa pääpuulajin tai yleensä sopivimman luokan koepuihin. Mittausten yhteydessä on kuitenkin tarkkailtava, millaisia yhdenmukaisuuksia tai mahdollisia eroja ilmenee mainittujen vähäisen runkoerän sisältävän luokan ja muiden luokkien



runkojen pituuksien ja kapenemisten (yksikkökuutiomäärien) kesken. Runkoluvun ylittäessä muutaman kymmenen rungon määrän - 10 % osuuden - vertailu vaikeutuu usein niin, että ko. puuluokan kuutiointi on syytä suorittaa "omilla koepuilla". Tavanno-  
 maisiin lukumääriin pyrkiminen ei kuitenkaan ole perusteltua usein jo siitä syystä, että useat d1.3-luokat sisältävät vain vähäisen runkomäärän. On tyydyttävä vähäisempään koepuumäärään. Kuutiointin luotettavuutta voidaan usein tehostaa käyttämällä jäljempänä tarkasteltavaa graafista tasoitusta ja, kuten edellä jo on todettu, vertaamalla tuloksia muiden puulajien mit-  
 taustietoihin. Jos leimikko jaetaan lähinnä puuston rakenteessa ilmenevien eroavuuksien vuoksi osa-alueisiin, voidaan yleis-  
 sääntönä pitää, että kullekin alueelle mitataan omat koepuunsa. Erillisten koepuiden mittaus voidaan kuitenkin rajoittaa vain tiettyyn tai tiettyihin puulajeihin tai puutavaralajien runkoi-  
 hin (runkolajeihin). Mittausten päätyttyä verrataan eri alueil-  
 ta saatuja mittaustietoja ja suoritetaan mahdolliset mittaus-  
 tietojen yhdistelyt. Leimikosta erotetuille hakkuu- ja ajopals-  
 toille ei ilman erityistä syytä mitata erillisiä koepuita. Sekä puudenluvun että koepuiden mittauksen yhteydessä on ai-  
 heellista tehdä havaintoja eri palstojen puuston rakenteessa (= kuutioimisperusteissa) ilmenevistä mahdollisista eroista. Vähäiset erot esim. muutamien d1.3-luokkien keskimääräisissä yksikkökuutioissa voitaneen ottaa huomioon ilman erillisten koepuiden mittaamista.

Edellä esitetty koskee sellaisenaan käsinlaskentaan tulevia pystymittauseriä ja pitkälle myös konelaskentaan päätyviä koepuutietoja. Jälkimmäisen tuloksia voidaan tarkistaa käsin las-  
 kien. Merkittävä virhe johtaa konelaskennan uusimiseen. Kun koepuita mitataan konelaskentaan, sen rajoituksena on muistet-  
 tava, ettei se mm. voi tehdä em. vertailuja. Kunkin koepuualu-  
 een (koepuuryhmän) kuutiointit toimitetaan siltä saaduin koepuutiedoin. Toisaalta konelaskennan ohjelmassa on mm. menette-  
 lyt yksikkökuution määrittämiseksi silloinkin, kun jostakin luokasta puuttuvat koepuut. Konelaskennan mahdollisuuksiin ja rajoituksiin on syytä erikseen perehtyä ao. ohjeista ja selos-  
 tuksista.

### Koepuiden poiminta(otanta-)menetelmät

Mittausten osatyövaiheita käsittelevässä kappaleessa on mainittu kaksi vaihtoehtoista koepuiden mittauksen perusmenetelmää: mittaus puidenluvun yhteydessä tai erillisenä toimituksena. Edelleen on viitattu molempiin vaihtoehtoihin liittyviin myönteisiin ja kielteisiin näkökohtiin.

Puidenluvun yhteydessä tapahtuvassa koepuiden mittauksessa on vaikeutena oikean otantavälin ratkaiseminen, koska runkolukusarja ei ole vielä tässä vaiheessa tiedossa. On varmistuttava siitä, että otanta antaa riittävän määrän koepuita, mutta ei kuitenkaan kustannusten vuoksi muodostu kohtuuttoman suureksi. Tämän vuoksi on pyrittävä selvittämään, montako (leimattavaa) runkoa on esim. hehtaaria kohden ja kaikkiaan, sekä edelleen eri läpimittaluokkien runkomäärien likimääräisarviot. Jos esim. arvioidaan, että 11 cm:n d1.3-luokan runkoja on likimäärin 2000 kpl, 13 cm:n d1.3-luokassa noin 1800 kpl jne, saataisiin 100 rungon poimintaväliä käyttäen likimäärin seuraavat koepuumäärät: 11 cm:n d1.3-luokka 20 kpl ja 13 cm:n luokka 18 kpl. Leimikon yleistuntemuksen perusteella päätellään edelleen, mistä d1.3-luokasta lukien on syytä ottaa kaikki rungot koepuiksi. Mainittujen "ääriluokkien" pohjalta hahmotellaan muiden d1.3-luokkien koepuiden poimintavälit. On käytännöllistä valita poimintaväleiksi nollaan tai viiteen päättyviä lukuja. Järeimmissä d1.3-luokissa poimintaväli voi olla viittä pienempi.

On pyrittävä tasaisesti asteittain pieneneviin poimintaväleihin, esim. seuraavasti:

d1.3-luokka, cm	9	11	13	15	17	19	21-25	27+
poimintaväli,								
runkoa	100	100	50	50	20	10	5	kaikki

Kunkin d1.3-luokan ensimmäiseksi koepuiksi voidaan poimintavälistä riippuen valita ensimmäinen, viides, kymmenes jne puu. Koepuiden lukumäärien yhteydessä on jo tarkasteltu eri puuluokkien koepuita. Toistuvasti korostettakoon, että edellä

tarkasteltua poimintamenetelmää sovellettaessa on syytä nojautua mahdollisimman paljon aikaisemmissa mittauksissa saatuihin kokemuksiin.

Puidenluvun yhteydessä tapahtuva koepuiden mittaus näyttää mahdolliselta vain käsin laskettavissa kohteissa. Koepuutiedot merkitään koneellista laskentaa varten numeroin erikseen kustakin koepuusta. Niiden merkitseminen puiden luvun yhteydessä hidastaisi kohtuuttomasti työtä ja lisäisi virhemahdollisuuksia. Koneelliseen laskentaan menevien erien koepuut on aina syytä mitata erillisenä toimituksena. Koepuiden merkintä voidaan suorittaa puidenluvun yhteydessä, vaikka mittaus tehdään erikseen.

Koepuiden mittaus erillisenä toimituksena voidaan perustaa ennalta merkittyihin koepuihin, koeala- tai kaistaleotantaan ja edelleen myös relaskoopin käyttöön. Kaikkien vaihtoehtojen käytössä sovelletaan samaa perussääntöä: kokeillaan millaisia koepuumääriä näyttäisi todennäköisesti kertyvän erilaisia linja- ja koealavälejä sekä eri suuruisia koealoja tai relaskoopin varren pituus : aukon suuruus -suhteita käytettäessä. Jo suoritettujen puidenluvun perusteella näet tiedetään eri puu- ja d1.3-luokkiin kertyneiden runkojen kokonaislukumäärät.

Seuraava asetelma havainnollistaa kahden valintatavan mukaisia koepuumääriä koeala-otantaa käytettäessä.

d1.3- luokka, cm	Runkoja yhteensä	100 m x 100 m linja- ja koealaväli	
		1 aarin koealat = 1 %:n otanta	3 aarin koealat = 3 %:n otanta
<u>Koepuumäärän arvio</u>			
9	2 570	26	77
11	2 040	20	61
13	1 852	18	56
15	1 413	14	42
17	1 060	11	32
19	855	8	26
21	603	6	18
23	590	6	18
25	470	5	14

Molemmissa esimerkeissä on perustana samanlainen linja- ja koealaverkosto, linja- ja koealaväli 100 m. Jos käytetään aarin koealoja, joilta otettaisiin kaikki leimatut rungot koepuiksi, kertyisi koepuita teoreettisesti ajatellen 1 % kaikista rungoista. Havaitaan, että tällainen otanta johtaisi esitetyn esimerkin pienissä d1.3-luokissa kohtuullisiin koepuumääriin. 17 cm:n d1.3-luokasta alkaen koepuiden määrä näyttäisi jäävän vähäiseksi. Eräänä vaihtoehtona voitaisiin ajatella 3 aarin koealojen käyttöä 17 cm:n ja sitä järeämmille d1.3-luokille. Toisessa esimerkissä on koealojen koko 3 aaria, siis otantasadannes 3. Havaitaan, että sovellettu menetelmä on johtanut keskimääräislukujen valossa tarkastellen ainakin 9-17 cm:n d1.3-luokissa kovin suuriin koepuumääriin.

Kohtuullisiksi katsottuihin koepuumääriin on siis mahdollista päästä valitsemalla sopiva linjaverkosto ja vaihtelemalla koealan kokoa tai kaistaleen leveyttä. Vahvimpien (d1.3 = 30-35+ cm) d1.3-luokkien runkojen koepuiden merkitseminen otantavälein, puiden luvun yhteydessä, voi tarvittaessa täydentää linja-koeala-otantoja.

## TARKISTUSMITTAUKSET

Tarkistusmittausten tulee palvella pystymittauksen kaikkia osapuolia: työntekijää, myyjää, ostajaa ja mittausryhmää. Saadut tulokset on ilmoitettava eri osapuolille.

### Ennen hakkuuta

Yleisperusteissa esitetyn mukaisesti pystymittauksen kenttätyöt on tehtävä niin, että mittausten suoritusta ja tuloksia on mahdollista tarkastella ja arvostella varsinaisten mittaus töiden päätyttyäkin. Tarkistusmittaukset olisi voitava suorittaa helposti ja siten, etteivät kustannukset muodostu kohtuuttoman suuriksi varsinaisen mittaustyön kustannuksiin verrattuna. Tarkistukset on syytä kohdistaa erikseen kenttätöiden eri osatyövaiheisiin, puidenlukuun ja koepuiden mittaukseen.

Tarkistusmittauksissa on aiheellista rajoittua ensin vain pienen näytteeseen, leimikon koosta ja rakenteesta riippuen 3-10 %:iin, puidenluvussa palstojen, koepuiden mittauksessa koealojen tai linjanosien lukumäärästä. Voidaan rajoittua vain tiettyyn puulajiin tai runkolajiin jne., keskittyen siis kysymyksiin, joilla mittausteknillisesti tai leimikon raha-arvon kannalta on keskeisin merkitys. Pyrkimyksenä on siis nopea ja halpa, mutta silti mittaustyön eri yksityiskohtia luotaava tarkistus. Mikäli alustava tarkistus osoittaa virheitä joidenkin tunnusten mittauksessa, on tarkistusmittauksia syytä jatkaa ottamalla toinen tai mahdollisesti useampi samansuuruinen lisäerä. Toisto kohdistetaan vain siihen osatyövaiheeseen, missä virheitä havaitaan ja toiston määrässä otetaan huomioon virheiden määrä ja laatu. Kaikissa vertailuissa on otettava huomioon mahdollinen kasvun vaikutus.

Puidenluvussa ryhmitetään rungot tarvittaessa tarkistusta varten sopivan kokoisiin ryhmiin. Ryhmittelystä ei aiheudu lisätyötä, koska puidenluvun yhteydessä on yleensä tarkoituksenmukaista tehdä myös palstoitus hakkuuta varten. Hakkuupalsta on yleensä sopiva tarkistusmittausyksikkö. Tarkistusmittausryhmä suorittaa siten puidenluvun esim. muutamilla valitsemillaan palstoilla. Saatuja runkolukusarjoja verrataan alkuperäisen mittauksen vastaaviin tuloksiin. Pyritään selvittämään, sisältyykö alkuperäiseen runkolukusarjaan - joko tietyllä palstalla tai laajamittaisemmin (esim. koko koepuualueella)-selviä virheitä, vai aiheutuvatko d1.3-luokittaisissa runkoluvuissa todettavat erot ilmeisesti vain siitä, että läpimitan mittausuunta ei ole ollut sama eri mittaustoimituksissa. Runkolukusarjassa todettujen virheiden merkityksestä saadaan kuva kuutiomalla alkuperäisen ja tarkistusmittauksen runkolukusarjasta samoilta d1.3-luokittaisilla yksikkökuutiomäärillä. Jos tämän leimikon koepuotannon tulokset on käytettävissä, käytetään niitä. Muussa tapauksessa perustetaan kuutiointi jonkin vastaavanlaisen metsän yksikkökuutioihin. Näin saatu kuutiomäärien ja runkojen lukumäärän ero johtuu tällöin yksinomaan puidenluvusta.

Koepuiden mittauksessa ryhmitetään koepuut tarkistuksia silmällä pitäen niin, että koepuiden kokonaismäärästä voidaan ottaa edellä mainitunlainen pienehkö, leimikon eri osissa sijaitsevasta puista koostuva näyte. Ryhmien muodostamisessa olisi pyrittävä siihen, että tarkistuksissa voitaisiin tutkia ja vertailla mittaustuloksia lähes puu puulta. Mahdolliset erot mittaussuunnassa vaikeuttavat läpimittojen mittaustuloksissa ilmenevien erojen tulkintaa. Tarkistustyön aikana, siis useiden koepuiden mittauksen jälkeen, voidaan mainitunlaiset tulkintaerot kuitenkin yleensä selvittää.

Linjoittaisessa otannassa koepuulinja tai sen osa muodostaa oman ryhmänsä. Koepuuryhmän sisällä tehdään merkinnät koepuulomakkeen reunaan koealan vaihtuessa. Kaistaleotannassa voidaan vastaava erittely suorittaa esim. 50 metrin kaistalepituuksin, jolloin vaihtumakohta merkitään myös maastoon esim. muovinauhalla. Mitatut koepuut merkitään maalilla tai kovelimella siten, että merkki osoittaa koealan keskipisteeseen ja kaistaleella sen keskiviivaan päin. Todettakoon, että läpimittojen tarkistusmittauksessa ilmeneviä tulkintaeroja on mahdollista vähentää tekemällä lukumerkit niin, että ne osoittavat mittaussuunnan ja -korkeuden. Koepuuotannasta piirretään linjakartta, johon merkitään linjat, koepuuryhmien numerot, koealojen tai kaistalepätkien numerot ja varsinaisen mittausryhmän kulkusuunta.

Puidenluvun yhteydessä tapahtuvassa koepuiden mittauksessa on koepuut merkittävä riittävän selvästi esim. lukumerkkiä täydentävällä tai siitä eroavalla maalimerkillä tai muovinauhalla. Koepuuryhmitys suoritetaan hakkuupalstoittain tai palstaryhmin. Ryhmiä voidaan myös muodostaa vaihtamalla maalin tai muovinauhan väriä, edelleen sijoittamalla koepuuta osoittavat maalimerkit eri korkeuksille. Koepuuryhmitystä ja mittausten etenemistapaa on nytkin syytä valaista karttaluonnoksella.

Koepuumittaukset voidaan suorittaa tavanomaiseen tapaan pysty-  
puista tai kaadetuista rungoista. Tarkistusmittauksia tehdes-  
sään vertailevat mittaajat saamiaan tuloksia vastaaviin varsi-

naisiin mittaustietoihin. Mittaajilla on siten koko mittauksen ajan "tuntuma" mahdollisten virheiden esiintymisestä. Mittauksia voidaan näin ollen tarvittaessa jatkaa välittömästi alustavan tarkistuksen jälkeen.

Koepuiden mittaustuloksissa todettujen erojen merkityksestä saadaan yleensä suuntaa ja suuruusluokkaa osoittava kuva, jos eri mittausvaiheissa saatuja tuloksia {d1.3, d1.3-d6 (tai d3.5), pituus} vertaillaan toisiinsa. Todettujen tai otaksuttujen erojen täsmällinen määrittäminen edellyttää laskentaa, joko käsin tai tietokoneella. Tarkasteltavan alueen, yleensä koepuualueen, rungot kuutioidaan sekä alkuperäisillä että tarkistusmittauksessa saaduilla keskimääräisillä yksikkökuutioilla. Jos myös puidenluvussa on todettu virheellisyyttä, verrataan alkuperäistä kuutioimistulosta tarkistusmittauksessa saadun runkolukusarjan ja koepuumittausten mukaiseen tulokseen. Tarkistusmittauksen puidenluvun on tällöin edustettava koko koepuualuetta. Runkolajeittaisten kokonaiskuutiomäärien erotuksien perusteella voidaan arvostella mittauksissa ilmenneiden erojen merkitystä.

Edellä esitetynlainen koepuiden tarkistusmittaus, joka kohdistuu tiettyyn määrään varsinaisen mittauksen koepuita, antaa kuvan vain mittausten oikeasta suorittamisesta. Mittaustulokset sellaisinaan eivät ilmaise koepuiden otannan riittävyttä ja edustavuutta. Tämän arvostelu kuuluu myös tarkistusryhmän tehtäviin.

Tulosten tarkastelussa ilmenevät riidattomat mittauserot, merkintä- ja laskentavirheet korjataan. Yli 3 (3.0) %:n mittauserot (kuutiomäärässä), vaikka niille ei löydy selvää todettavissa olevaa syytä, korjataan aina. Tarkistusmittauksissa, joissa ilmenee yli 3 %:n ero kuutiomäärässä, voidaan usein määrittää myös eron aiheuttaneet syyt.

#### Hakkuun yhteydessä ja sen jälkeen

Hakkuun aikana voidaan suorittaa vertailevia mittauksia, jotka kohdistuvat koko leimikkoon tai tiettyihin leimikon osiin tai palstoihin. Mittaus voi kohdistua edelleen tiettyyn puu-

lajiin, puutavaralajiin tai puuryhmään. Mittaus on mahdollista tehdä myös upotusmittausta käyttäen, maassa runkoina tai tukkeina, pinomittaukseen nojautuen jne. Tulosten vertailussa on kiinnitettävä huomiota mm. siihen, että mitattu runkoerä edustaa koko koepuualuetta, ja että eri mittausvaiheissa tarkastellaan samaa puumäärää.

Mikäli hakkuun jälkeen ilmenee tarvetta, voidaan suorittaa lumettomana aikana hakkuualueen jälkitarkastus. Tarkastuksessa kiinnitetään huomio tarpeen mukaan kannon korkeuteen, latvuk-  
sen kokoon, hylkykappaleisiin sekä metsään jääneeseen mitattuun pystypuuhun tai valmistettuun puutavaraan. Tarvittaessa on tarkastus kohdistettavissa myös varastoalueisiin.

Tarkastus voidaan suorittaa osapuolten yhteisellä silmävaraisella katselmuksella tai otantaan perustuvalla mittauksella. Linjoittainen kaistaleotanta sopii hyvin metsään jääneiden rungonosien mittaukseen. Jos hakkuutapa on sellainen, että se kerää tarkastuksen kohteet tietyn suuntaisten linjojen mukaisesti (esim. palstatien varteen hakkuu), ei otantalinjoja saa sijoittaa yhdensuuntaisesti mainitunlaisten linjojen kanssa.

#### Mittausryhmän omat tarkistukset

Työtä aloitettaessa on mittausryhmän tarkistettava mittausvälineet. Tarkistuksia täytyy myös toistaa mittausaikana.

Puidenluvun osalta voi mittausryhmä "kouluttaa itseään" mittaamalla esim. 50....100 etukäteen huolellisesti mitattua runkoa ja edelleen mittaamalla jonkin palstan rungot uudelleen. Koepuumittauksia aloitettaessa voidaan varmistua oikeasta mittaustavasta mittaamalla tunnuksat ensin pystykoepuista (esim. viiden rungon erin), jotka välittömästi kaadetaan ja mittaukset tarkistetaan maassa. Koepuumittauksia voidaan tarkistaa myös siten, että osa tietyn alueen koepuista numeroidaan (pahvilapuilla) ja vastaavat numerot sijoitetaan ko. koepuun mittaustietojen viereen koepuulomakkeissa. Runkojen kaadon jälkeen mitataan d1.3, d6 ja pituus maassa.



## LASKENTATYÖT

Vaihtoehtoisia menetelmiä

Tulosten laskennassa voidaan erottaa ensin kaksi perusmenetelmää: konelaskenta ja käsinlaskenta. Käsinlaskennassa on edelleen laskennan suoritusstavan mukaan erilaisia vaihtoehtoja. Kone- ja käsinlaskennassa nojaututaan samoihin laskentaperusteisiin. Seuraavan asetelman luvuilla valaistaan keskeisimpiä laskentatöiden suorituksen vaihtoehtoja. Esimerkiksi valitut puut ovat erään mäntypaperipuuleimikon 15 cm:n d1.3-luokan (maassa mitattuja) koepuita.

d1.3, (tarkka) cm	Kapeneminen, cm	Pituus, m	Yksikkökuutio, k-m <sup>3</sup> kuorineen
14	3	16	0.125
16	2	21	.230
14	3	17	.130
14	2	17	.146
15	4	13	.116
14	1	14	.138
15	3	16	.146
15	3	14	.133
14	5	12	.087
15	5	14	.110
Yhteensä	31	154	1.361
Keskiarvo	3.1	15.4	0.136

Edellä todetun mukaisesti koepuumittausten tarkoituksena on määrittää kullekin d1.3-luokalle - puulajeittain ja -tavaralajeittain - mahdollisimman luotettava yksikkökuutio. Edullisin ja teoreettisesti oikein tapa on hakea kuutioimistaulukoista jokaisen koepuun yksikkökuutio ja laskea luokittaiset yksikkökuutioiden keskiarvot. Esitettyssä esimerkissä tulos on 0.136 k-m<sup>3</sup>. Tässä samoin kuin muissakin vaihtoehtoisissa kerrotaan kunkin d1.3-luokan keskimääräistulos luokkaan kertyneiden runkojen lukumäärällä, jolloin tulokseksi saadaan luokan kuutiomäärä. D1.3-luokittaisten kuutiomäärien yhdistämisen tuloksena päädytään ko. puulajin tai puuluokan kokonaiskuutiomäärään.

Edellä tarkastellun, edullisimpana pidetyn vaihtoehdon samoin kuin muiden yleisimmin sovellettujen vaihtoehtojen perusteet ja valitun esimerkin mukaiset tulokset nähdään seuraavasta asetelmasta.

Vaihtoehto n:o	Yksikkökuution määrittämisperusteet	Yksikkökuutio k-m <sup>3</sup> kuorineen
1	Yksikkökuutioiden keskiarvo, tarkkoja läpimittoja käyttäen.	0.136
2	Pituuksien keskiarvo täysin metrein. Kapenemisien keskiarvo täysin senttimetrein.	0.139
3	Pituuden suhteen interpoloiden. Kapeneminen täysin senttimetrein.	0.142
4	Pituus täysin metrein. Kapenemisen suhteen interpoloiden.	0.138
5	Pituuden ja kapenemisen suhteen interpoloiden.	0.140

Ensimmäistä vaihtoehtoa, koepuiden yksikkökuutioiden keskiarvoa, suositetaan käytettäväksi sekä kone- että käsinlaskennassa. Muitakin vaihtoehtoja voidaan käsinlaskennassa käyttää. Tulosten luotettavuuden tarkastelua silmällä pitäen on laskennan yhteydessä kuitenkin syytä kiinnittää huomiota siihen, millaiseksi käytetyllä menetelmällä saatava tulos todennäköisesti muodostuu ensimmäiseen vaihtoehtoon verrattuna. Näin on etenkin 2-4 vaihtoehtoja käytettäessä laita. On tarkkailtava, onko ylös- ja alaspäin pyöristyyksiä likimain yhtä paljon vai esiintyykö yleisemmin + tai - suuntaan vaikuttavaa pyöristystä. Pituuden ja kapenemisen pyöristysten keskinäistä suhdetta on myös tarkkailtava. Niinpä esim. edellä esitetyssä esimerkissä merkitsee täysin metrein ilmaistu pituus (15 m) yksikkökuution pienentymistä samanhahvuiseen ja samanmuotoiseen, mutta 15.4 m pitkään puuhun verrattuna. Kapenemisen pienentäminen 3.1 cm:stä tasan 3 cm:iin merkitsee vuorostaan runkomuodon vähäistä paranemista ja samalla yksikkökuution suurentumista. Jos keskimääräinen kapeneminen olisi ollut esim. 2.8 cm ja laskennassa olisi käytetty kapenemislukua 3 cm, olisi muutos merkinnyt yksikkökuution pienentymistä keskiarvoksi saadun kapenemisen (2.8 cm) mukaiseen tulokseen verrattuna. Pituuden ja kapenemisen pyöristykset täysiin metreihin ja senttimetreihin

merkitsevät siis vaihtelevan suuria ja joko samansuuntaisia tai erisuuntaisia muutoksia interpolointiin perustuviin tuloksiin verrattuna.

Interpolointiin perustuva tulos lähenee yleisesti 1. vaihtoehdon (yksikkökuutiom. keskiarvo) mukaista tulosta. Eroja, tosin usein pienehköjä, ilmenee silti myös yleisesti, mikä aiheutuu lähinnä yksikkökuutiomäärien erisuurista eroista vierekkäisten kapenemisloukkien välillä (= lievästi käyräviivainen kehitys).

Edellä tarkasteltuihin "pyöristöksiin" liittyvää epävarmuutta ja interpoloinnin aiheuttamaa lisätyötä voidaan tunnetusti ainakin lieventää käyttämällä esim. graafista tasoitusta. Tavanomainen käsivarainen tasoitus on mahdollista suorittaa nopeasti. Kielteisenä piirteenä mainittakoon subjektiivisen arvostelun vaara. Erityisesti tämän menetelmän käyttö edellyttää hyvää perehtyneisyyttä sekä itse tasoitukseen että kuutioiden perusteisiin.

Eri vaihtoehtojen yhdistelmänä todettakoon, että jäljempänä tarkasteltava konelaskenta perustuu yksikkökuutioiden keskiarvoihin. Ottamalla huomioon laskentakustannukset, on täysin metrein ja senttimetrein ilmaistujen d1.3-luokittaisten pituus- ja kapenemishavaintojen keskiarvojen käyttö perusteltua erityisesti käsinlaskentaa edellyttävässä toiminnassa. Edelleen pienehköjen leimikoiden ja sekapuulajien vähäisten koepuuerien pituus- ja kapenemishavaintoja on käsinlaskennassa edullista tarkastella graafisesti, jolloin vierekkäisistä luokista kertyneiden havaintojen vertailun ohella voidaan määrittää pituudet ja kapenemiset myös sellaisille d1.3-luokille, joista ei ole otettu yhtään koepuuta. Kustannusten pienentämistä silmällä pitäen olisi toisaalta pyrittävä siirtymään konelaskentaan mahdollisimman laajamittaisesti. Korostettakoon, että käytettävästä vaihtoehdosta riippumatta koepuiden otannon suoritustapa ja koepuiden lukumäärä vaikuttavat ensisijaisesti yksikkökuutioiden luotettavuuteen.

## Käsinlaskenta

Pystymittaustulosten laskenta on varsin suuritöinen ja myös virhealtis työ. Tästä johtuen on laskentatyö syytä pyrkiä suorittamaan koneellisesti tietokoneita käyttäen. Tietokoneohjelmat laskentaa varten ovat valmiina. On kuitenkin tapauksia, pienet erilliset pystymittaustapaukset, tarkistusmittaukset jne., joissa käsinlaskenta on tarpeellista suorittaa. Tämän takia on tähän liitetty lyhyt selvitys käsinlaskennan suorittamisesta.

Käsinlaskennalla tarkoitetaan tässä tavanomaiseen tapaan sel-laista mittaustulosten käsittelyä ja tulosten laskentaa, jossa laskutoimitukset suoritetaan vaihtelevassa määrin käsitai sähkökäyttöisiä laskukoneita apuna käyttäen. Käsinlaskennassa samoin kuin konelaskennassakin nojaudutaan seuraaviin perussääntöihin.

- Valitulla koepuiden mittaus- ja laskentamenetelmällä määritetään d1.3-luokittaiset keskimääräiset yksikkökuutiot.
- Edelliset tulokset kerrotaan vastaavilla puidenlukulomakkeen mukaisilla (puulajeittaisilla, tavaralajeittaisilla) d1.3-luokittaisilla runkoluvuilla; tulokseksi saadaan d1.3-luokittaiset kuutiomäärät.
- Jos pystymittauksella pyritään yksinomaan palkkaperusteiden laskentaan, määritetään keskimääräisten yksikkökuutioiden ja muiden perusteiden avulla ko. leimikossa (osa-alueella, palstalla) käytettävät yksikköpalkat, jotka sitten kerrotaan edellisessä esitetyillä d1.3-luokittaisilla kuutiomäärillä. Osatulot yhdistämällä saadaan ko. puulajin (-tavaralajin) teosta, ajosta yms. aiheutuva kokonaispalkka.
- Jos tehtävänä on kantohinnan määrittäminen, yhdistetään d1.3-luokittaiset kuutiomäärät puulajeittain, tavaralajeittain ym. laskennassa sovellettujen puuluokkien mukaisesti.

Laskentatöiden yksinkertaistamista ja kustannusten säästämistä silmällä pitäen kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin.

- Puidenluvun ja koepuiden mittauksen tulosten siirtämistä alkuperäisiltä lomakkeilta uusille erillisille laskentalomakkeille olisi vältettävä.

- Jos runsaasti palstoja yms. osa-alueita sisältävän leimikon laskentatyöt tapahtuvat käsinlaskentana, on edullisinta käyttää erillistä kuutioimislomaketta.
- Koepuulomake voi samanaikaisesti olla kuutioimislomake.

Käsinlaskennan mahdollisia vaihtoehtoja valaistaan kahdessa liitteessä. Ensimmäisenä esimerkkilomakkeena on liitteessä 3 esitetty pystymittauksen yhdistetty runkoluku- ja koepuulomake ja tähän liittyvä liitteenä 4 esitetty käsinlaskentalomake. Näillä lomakkeilla kootaan tiedot koepuista puulajeittain ja läpimittaluokittain. Koepuutietojen (puulaji, d1.3-luokka 2 senttimetrin tasaavin luokin, kapeneminen d1.3 1 senttimetrin tasaavin luokin - d6 1 senttimetrin tasaavin luokin ja puun pituus) perusteella saadaan luokan yksikkökuutio YRJÖ ILVES-SALON "Pystypuiden kuutioimistaulukoista". Koska työvaihetaksojen laskenta liittyy olennaisesti leimikon pystymittaukseen, havainnollistetaan palkanlaskentaa liitteissä 5 ja 6.

Tämän jälkeen suoritetaan yksikkökuutioihin kanto- ja latva-korjaus. Kertomalla sitten puulajeittain kunkin läpimittaluokan yksikkökuutio ko. läpimittaluokan runkomäärällä, saadaan luokan kuutio ja läpimittaluokittaisten yksikkökuutioiden summa on ko. palstan ko. puulajin kuutiomäärä ja eri puulajien kuutiomäärien summa on palstan kokonaiskuutiomäärä kuorellisina kiintokuutiometreinä.

### Konelaskenta

Konelaskennalla ymmärretään tässä sellaista mittaustulosten laskentamenetelmää, jossa laskutoimitukset suoritetaan pääosin tietokonetta apuna käyttäen. Samat perussäännöt, joita noudatetaan käsinlaskennassa, pätevät myöskin konelaskennassa.

Konelaskennassa on syytä painottaa sitä, että tietokone laskee nopeasti ja luotettavasti monimutkaiset ja laajat laskentatehtävät. Perustiedot voidaan ilmoittaa suoraan mittaustuloksina, ilman että niitä tarvitsee muokata laskentaa helpottavaan muotoon. Esimerkiksi koepuusta ilmoitetaan tarkka d1.3 ja d6, joista kone laskee kapenemisen. Konelaskennassa voidaan lisäk-

si mitattavat tunnukset ilmoittaa aina niin tarkkoina kuin on tarpeellista esim. d1.3 millimetreinä ja mukaan voidaan ottaa paremmin kuin käsinlaskennassa lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä, kuten esim. vikaisuus, ilman että laskenta merkittävästi mutkistuu. Käytettävä laskentamenetelmä on konelaskennassa aina sivulla 28 mainituista vaihtoehdoista n:o 1.

Konelaskentaan liittyy oleellisena osana, samoin kuin käsinlaskentaankin, muita kuin varsinaiseen kuutiointiin liittyviä laskentatehtäviä. Konelaskenta antaa mahdollisuuden erityisesti korjuun suunnittelua ja toteutusta palvelevien vaihtoehtolaskelmien suorittamiselle joustavasti kuutiolaskentaan nivellettyinä. Konelaskenta voidaan kaikkine siitä saatavine tietoineen myös liittää yrityksen integroituun tietojenkäsittelyyn.

Pystymittauksen konelaskenta tapahtuu Pystymittaus- ja Palkanlaskentajärjestelmiä (PMP-järjestelmä) käyttäen. PMP-järjestelmä sisältää tällä hetkellä 9 toimintoa, jotka jakautuvat 69 ohjelmaan. PMP-järjestelmän omistaa Puunjalostusteollisuuden Työnantajaliitto.

Puunjalostusteollisuuden Työnantajaliiton Metsäalan Yhteistoimintalautakunta on asettanut PMP-järjestelmän hoitokunnan, jonka tehtävänä on järjestelmän ylläpito ja kehittämistyö. Hoitokunta on laatinut myös PMP-järjestelmään perustuvan Pystymittausohjeen maastokäyttöön. Näissä ohjeissa on yksityiskohtaisesti selvitetty työn suoritus sekä eri lomakkeet ja niiden käyttö. Näitä ohjeita sekä tarkempia tietoja PMP-järjestelmästä saa PMP-järjestelmän hoitokunnalta Puunjalostusteollisuuden Työnantajaliitosta.

## KIRJALLISUUTTA

Työryhmä on nojautunut työssään erityisesti seuraaviin julkaisuihin.

- ILVESSALO, YRJÖ. 1936. Käytännöllisistä metsänarvioimistavoista. (Metsänhoitajien jatkokurssit 1935) *Silva Fennica* 39.
- "- 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 34.4.
- "- 1965. Metsänarvioiminen. Porvoo.
- Mänty- ja kuusitukkipuuleimikoiden kuutioimisperusteita yhdenmukaistettu. *Metsälehti* n:o 48/1970.
- NOUSIAINEN, JUHANI, JUKKA SORSA ja PAAVO TIIHONEN. 1970. Mänty- ja kuusitukkipuiden kuutioimismenetelmä. Käsikirjoitus.
- NYSSÖNEN, AARNE. 1965. Metsän arvioiminen. *Tapion Taskukirja* XV painos.
- SILANDER, SOINI. 1968a. Runkojen pystymittauskokeilu Hirvaan lähistöllä syksyllä 1967. *Metsähallitus. Tutkimusselostus* n:o 85.
- "- 1968b. Pystymittauskokeilujen tuloksia. *Metsähallitus. Koeselostus* n:o 24.
- TAPION TASKUKIRJA.
- TIIHONEN, PAAVO. 1961. Männyn, kuusen ja koivun kapenemistaulukot. *Metsäntutkimuslait. julk.* 54.1.
- "- 1966. Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi. *Folia Forestalia (FF)* n:o 19.
- "- 1968. Leimikon pystymittauksen perusteita. Suomen metsänhoitajaliiton mittauspäivät, luentomoniste.
- "- 1969a. Puutavaralajitaulukot. 2. Maan eteläpuoliskon mänty, kuusi ja koivu. *FF* 58.
- "- 1969b. Puutavaralajitaulukot. 3. Männyn ja kuusen uudet paperipuutaulukot. *FF* 59.
- "- 1969c. Puutavaralajitaulukot. 4. Maan pohjoispuoliskon mänty ja kuusi. *FF* 60.
- "- 1969d. Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat puutavaralajitaulukot. *FF* 71.
- "- 1970. Puutavaralajitaulukot. 5. Koivun uudet paperipuutaulukot. *FF* 94. (Painatusvaiheessa.)

METSÄHALLINTO

YLÖSOTTOLOMAKE PMP 1

HOITOALUE

LEIMIKKO

KL		TOIM. PIIRI	HOITO-ALUE	LEIMIKKO	KOE-PUU-ALUE	LOHKO	PALSTA
02	03	0	0	0			

MITTAUSAIKA			TIHEYS- LUOKKA	MAASTOLUOKKA HAKKUU	RAIVAUS- LUOKKA	AJO- URAA KM 1/10	AJOMATKA METRIÄ		PINTA-ALA AARIA	VÄRI	HAKK. HANK. LISÄT			
PV	KK	V					AJOMATKA 1	AJOMATKA 2			%	1/10	MK	P

D 1.3 LK	RL	OLK	RL	OLK	RL	OLK	RL	OLK	RL	OLK	RL	OLK	RL	OLK	RL	OLK
07																
09																
11																
13																
15																
17																
19																
21																
23																
25																
27																
29																
31																
33																
35																
37																
39																
41																
43																
45+																

R-JOHTAJA

TARKASTAJA

KAIKKI YHTEENSÄ



Pe-piiri	Kl	Ty	Til	Cma 1	Kaupan no		Koepuu		M-ryhmä	Ikä lk	Mitt. tapa
					Osto 2	Tilar.	Leim.	Alus			
Myyjän/leimikon nimi											

Koe PI	Kokonaismitat			Raakkiosa		Sahat. osan pituus	Raakin paikka	Laskentatunnus	Koe PI	Kokonaismitat			Raakkiosa		Sahat. osan pituus	Raakin paikka	Laskentatunnus
	D 1,3 m/mm D 1,3 m/cm	± Pätkä -1	D 3,5/6,0 m Pätkän keskil. cm	Pituus cm	Keskil.					Pituus m 1/10	D 1,3 m/mm D 1,3 m/cm	± Pätkä -1	D 3,5/6,0 m Pätkän keskil. cm	Pituus m			
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	
							2									2	

Me 808 x1 500x30 6. 69 K15

Kunta	Kylä	Metsikön rakenneryhmä	<input type="checkbox"/>				
RN:o	Tilan nimi	Koealojen lukumäärä	<input type="checkbox"/>				
Päiväys	Leim.ryhmän johtaja	Metsätyyppi: Tuoret	Kuivat	Korvet	Räment	Kitu	
Tark.		Ryhmä: 1	2	3	4	5	
		Ikäluokka: 1-60	61-100	100-			
		1	2	3	4		

Raakin paikka: 1=paperipuuosassa, 2=tukkiosassa, 3=molemmissa  
 Mittaustapa: 1=D 1,3 m/mm, 2=D 1,3 m/2 cm lk ±  
 Laskentatunnus: Järeeistä runkolajista ei tule sahapuuta. 2=pölykytys minimitäpimitan mukaan.



TILA, RN:o	OMISTAJA JA OSOITE
	KUNTA KYLÄ
PALSTA	MITTAUSAIKA / - / 19
	MITTAAJA

(merk. X) MÄNTY

          KUUSI

          KOIVU

D 1,3 cm	Kpl	KOEPUUT				LUO- KAN RUN- GOT T=tukit P=pinot.	PUUTAVARALAJIT, KERTYMÄ			SISÄLTÖ k-m <sup>3</sup>				
		KAPENEM		PITUUS			ä KUUTIO/RNK		LUOKAN KUUTIO		ä / RUNKO		LUO- KAN KUU- TIO k-m <sup>3</sup> V	
		Sum- ma	Kes- kim.	Sum- ma	Kes- kim.		Tukki	Papp	Halko- muut	Tukki	Papp	Halko- muut		k-m <sup>3</sup> / run- ko v
		$\sum \frac{kap}{n}$	$\sum \frac{kap}{n}$	$\sum H$	$\sum \frac{H}{n}$		j <sup>3</sup>	p-m <sup>3</sup>		j <sup>3</sup>	p-m <sup>3</sup>		k-m <sup>3</sup>	
7							-	0.0		-		0.0	0.0	
9							-	0.0		-		0.0	0.0	
11					P		-	0.0		-		0.0	0.0	
13							-			-				
15							-			-				
17					T									
					P		-			-				
19					T									
					P		-			-				
21					T									
					P		-			-				
23					T									
					P		-			-				
25														
27														
29														
31														
33					T									
35														
37														
39														
41														
43														
		◀ YHT		▶ T		▶ ä		j <sup>3</sup> /rnk.		▶ ▶				
		*)Perusteet:		▶ P		▶ Poikkeavuuk-*)		sien vaikutus		▶ ▶				*Lehtipuille v-0.005

TILA, RN:o	Kauppa	
	KUNTA	KYLÄ
PALSTA	Päivöys	Laskenut
	/ - / 19	

(merk. X) MÄNTY  
 KUUSI  
 KOIVU

<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>

A			B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Pituusluokka X oo. ruutuun			Järeysik.	k-m <sup>3</sup>	Kaato	Kar-sinta	Kat-konta	Kasaus	Siirtyminen	Maasto-korotus	D-J yht.	C x K mk	
P1	P2	P3				Oks.lk.			Tih.lk.	M-lk.			
			á mk/k-m <sup>3</sup>										
X			37										
M Yht. k-m <sup>3</sup>			N Työvaihe mk									O yht. mk	
Työntekijä			P Muut palkkaerät, kts. kääntöp.									mk	
			S M					S PALKKA YHT. mk					

HOITOLUUE  
LEIMIKKO

LOHKO	PALKK ALUE	ERITTELY TEHTY						SUUNN. TOISET SUUNN. TOT. KORJAUS = 4	KAUSIPYNNÖT = 1						AJOON LAJI- LISA	KASV- UUD = 2	MATTI VERTO = 1
		PV	KK	V					HAKKUU	AJO	LAI-	LISA	KASV- UUD = 2	MATTI VERTO = 1			
								04	05	0	0	0	0				

PUU- KOE- ALUE	MÄNTY- 1/1 1/10	KASVU - %	KASVU 1/1 1/10	KUIVI 1/1 1/10	KOIVU 1/1 1/10	RL	MUUTOS GR 1	%	1/1 1/10	RL	MUUTOS GR 1	%	1/1 1/10	RL	MUUTOS GR 1	%	1/1 1/10	RL	MUUTOS GR 1	%	1/1 1/10	RL	MUUTOS GR 1	%	1/1 1/10	TAVYTTÄJÄ TARKASTAJA	KL	TOIM. PIIRI	HOITO- ALUE	LEI- MIKKO																																																																	
																															KASVU - %	MUUTOS	MUUTOS	MUUTOS	MUUTOS	MUUTOS	MUUTOS	MUUTOS	MUUTOS	MUUTOS	TAKSAN KORJAUS- LISÄT	TAKSAN KORJAUS- LISÄT																																																					
34	35	36	37	38	39		40	41	42		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58																																																																					
TOIMINTAVAIHTOEHTO						KORJUUMENETELMÄ N:o						SAT. LAADUN HUOM. = 1 SUUNNATTU KAATO = 2						PINTAMYÖT. = 3 TAPPI - = 4 PUOLI - = 5						MÄÄRÄMITT. = 6 SILMÄVAR. = 7 KERTAKATK. = 8						PALSTALLE = 1 AJOURANVART. = 2 SUORIMINEN = 3 LATVAP. KAS. = 4 PIENTEN SIIRT. = 5 PIENTEN SIIRT. JA TAPPIK. = 6						0.3 KM³ + = 7 1.0 KM³ + = 8						VÄLI ALLE 20 M = 1 VÄLI 20-30 M = 2 VÄLI 31-40 M = 3						LEVEYS 1,7 M + = 4 LEVEYS 3-3,5 M = 5 LIPUTUS = 6						PINTAMYÖT. = 1 TAPPI - = 2 PUOLI - = 3 PUOLIKARS. TÄYD. = 4						MÄÄRÄMITT. = 5 SILMÄVAR. = 6 KERTAK. = 7						SIIRTELY = 8 SAT. ESIKASAUS (AJO) = 1																													
RUNKO-LAJI LYHEN-TEEN N:o NIMI																								2M JA N. 2M = 2 3M JA N. 3M = 3 4M JA N. 4M = 4 2. SAT + 2.3M LATVAP. = 9						PÖLKYN PITUUS						METSÄ KARSINTA KATKONTA						METSÄ KATKONTA						TAPA						KASVUS KASAN KOLO PALSTALLE HAKKAT- TAESSA						AJO-UURA						MUUT AJO-UURA						VARASTOTYÖT KARSINTA KATKONTA																							

