

# FOLIA FORESTALIA 202

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1974

---

---

PAAVO TIIHONEN

---

LEIMIKON PYSTYMITTAUKSEN TARKISTAMINEN

---

ZUR KONTROLLE EINER AM STEHENDEN  
ZUM EINSCHLAG AUSGEZEICHNETEN HOLZ  
DURCHGEFÜHRTEN MESSUNG

---

- 1972 No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.  
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: Kuoriprosentin määräytyminen sahanhakkeesta.  
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.  
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.  
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä.  
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- No 140 Matti Ahonen & Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla.  
Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta.  
Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä.  
On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen & Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus.  
Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzählaufnahme durch den Holzfaller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä.  
Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa.  
Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus.  
Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja.  
Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähakkupuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa.  
Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland.  
Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset.  
Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja tärinäaltistus pelkässä kaadossa.  
Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa.  
The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971.  
The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot.  
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot.  
Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusi-  
viljelyistä.  
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuatähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin.  
Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana.  
The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa.  
Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä.  
The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed.  
Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян.  
3,—

F O L I A   F O R E S T A L I A   202

Metsäntutkimuslaitos, Institutum Forestale Fenniae, Helsinki 1974

Paavo Tiihonen

LEIMIKON PYSTYMITTAUKSEN TARKISTAMINEN

Zur Kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten  
Holz durchgeführten Messung

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
DEUTSCHES REFERAT .....	3
JOHDANTO .....	4
YLEISLUONTEINEN TARKASTELU .....	5
PYSTYPUIDEN TARKISTUSMITTAUKSET .....	6
KUUTIOMÄÄRÄN TARKISTUS PYSTYPUISTA TEHTYJEN MITTAUSTEN JA HAVAIN- TOJEN PERUSTEELLA .....	8
TARKISTUKSET KAADETUISTA RUNGOISTA .....	11
PÄTKITTÄISEN KUUTIOINNIN LASKENTATYÖT .....	12
ATK-LASKENNAN TARKISTUS .....	13
LAAJAMITTAINEN TARKISTUS .....	15
YHDISTELMÄ .....	17
KIRJALLISUUSLUETTELO .....	19

# ZUR KONTROLLE EINER AM STEHENDEN ZUM EINSHLAG AUSGEZEICHNETEN HOLZ DURCHFÜHRTEN MESSUNG

Deutsches Referat

Die am ausgezeichneten Holz ausgeführten Messungen, wobei es darauf ankommt, die Holzmenge bereits an stehenden Bäumen festzusetzen, haben in Finnland in den zwei letzten Jahren stark zugenommen. Die mit dieser Technik gemessene Holzmenge betrug i. J. 1973 schon etwa 8–9 Mill. Fm. Zusammenhängend mit dieser Tendenz drängt sich die Frage der Kontrolle auf. Dabei hat man in erster Linie die eigentliche Messpraxis dieser Technik ins Auge gefasst. Die Methode wurde schnell angenommen, was mit sich gebracht hat, dass die Voraussetzungen des Verfahrens nicht immer zureichend beachtet wurden. Die meisten Kontrollaktionen sind durch den Einsatz der Holzeinkäuferseite vorgenommen worden. Die Zusammenarbeit zwischen den beiden Parteien dagegen ist bislang ganz unbedeutend geblieben.

Die Finnische Forstliche Forschungsanstalt hat allerdings auch die Kontrollfrage aufgenommen, u. a. im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Holzsortenstruktur, aber bisher sind nur wenige Resultate publiziert worden. Es erschien angebracht, die bisherige Auskunft über das Problem zusammenzustellen, und als Resultat davon kam die vorliegende Publikation heraus, die die Kontrollfrage zunächst von der Holzverkäuferseite her beleuchtet.

Die vorliegende Untersuchung behandelt sieben Aspekte zu diesem Thema. Zu Beginn werden die Kontrollmöglichkeiten allgemeinerer Art dargestellt. Der Forstwirt kann die Messgruppe im Wald begleiten und sich durch Kontrolle der Klupplisten und Aufnahmeprotokolle davon überzeugen, dass er mit Fachleuten zu tun hat, die der Aufgabe gewachsen sind. Zur Gewinnung eines klaren und eindeutigen Bildes aber müssen Messungen und Berechnungen herangezogen werden.

Zuerst nimmt man die am stehenden Holz auszuführenden Kontrollmessungen auf. Es wird festgestellt, dass verschiedene Messgruppen oder Personen nur selten um eine und dieselbe Stammzahl zum identischen Resultat kommen. Deswegen sollten die Stammzahlreihen der ursprünglichen Erhebung mit denjenigen der Wiedermessung verglichen werden.

Zur Erleichterung der Kontrolle wird vorge schlagen, dass die Prüfung aufgrund der wichtigsten Grundlage der Methode, der "Massentafeln für stehende Bäume" von ILVESSALO

(1947), gemacht werde. In diesem Fall wird die Kontrolle über die erhaltene Masse zunächst eine Nachprüfung der am stehenden Holz ausgeführten Messungen mit den zugehörigen Resultatberechnungen voraussetzen. Es wird jedoch hervorgehoben, dass die Rückmessungen an gefälltten Bäumen auszuführen wären. Weiter wird die Frage der sektionsweisen Kubierung kurz behandelt. Da der Arbeitsaufwand so immer anwächst, wären die Kontrollmessungen stufenweise und möglichst in Zusammenwirkung der beiden Interessenten vorzunehmen. Die Resultate der Erstermessung sollten nicht aufgrund der Nachprüfung, die nur an einigen einzelnen Stämmen gemacht wird, beurteilt werden. Desgleichen wird die Zuhilfenahme anderer Methoden abgelehnt. Demzufolge ist es nicht gerechtfertigt z. B. bei einer Kontrolle, die den Blochholzanteil bei einem Stamm angeht, die sonst der Blochholzkubierung dienenden Umrechnungszahlen anzuwenden.

Betreffs Kontrolle der Resultatsberechnung wird in der Veröffentlichung kurz eine Prüfung der EDV-Resultate beschrieben. Hierzu wird bemerkt, dass die Kontrolle mit der Rechenmaschine praktisch genommen auf dieselbe Weise mit Hilfe der Holzsortentabellen (TIIHONEN 1972 a und b; NOUSIAINEN et al. 1973) vorgenommen werden kann. Ein Beispiel für das rechnerische Verfahren wird angeführt.

Im Zusammenhang mit einer Betrachtung über die Kubierung wird zum Schluss festgestellt, dass das Allgemeinbild der Lage noch dadurch präzisiert werden kann, dass man den Geldwert der bei der ursprünglichen Messung und der bei der Kontrolle erhaltenen Kubikmassen aufgrund der in dem fraglichen Geschäft vereinbarten Stockpreise berechnet. Dieser Vergleich wird mit Hilfe eines Beispiels (S. 15) veranschaulicht.

Zum Schluss werden kurz die Grundlagen und Möglichkeiten einer weitumfassenden Kontrolle behandelt. Es wird hervorgehoben, dass der Analyse der Resultate jetzt noch mehr Bedeutung zukommt als bisher. Es wird auf die Möglichkeit einer statistisch-mathematischen Betrachtung hingewiesen. Dies wird anhand eines Beispiels (S. 16) mit Stammzahlserien veranschaulicht. Die Wichtigkeit der Zusammenwirkung der beiden Parteien insbesondere bei weitumfassenden Kontrollen wird betont.

## JOHDANTO

Leimikon pystymittauksen eri osapuolten, työntekijäin sekä puun myyjien ja ostajien keskuudessa on etenkin viime aikoina ilmennyt epätietoisuutta siitä, milloin ja miten leimikon pystymittaus voitaisiin tarkistaa. On ilmennyt jyrkkiäkin mielipide-eroja. Eräitä tapauksia on käsitelty sanomalehdissäkin (*Pystymittauksella* . . .). Leimikoiden pystymittausten lukumäärän voimakas lisääntyminen on tietysti suurentanut virhemahdollisuuksien vaaraa. Usein ovat erimielisyydet kuitenkin aiheutuneet mittausperusteiden virheellisestä tulkinnasta (TIIHONEN 1973 a). Uusien mittausmenetelmien lyhytaikaisesta vaikkakin jo hyvin laajamittaisesta käytöstä johtuu, ettei menetelmien perusteita tunneta vielä kaikkialla riittävän hyvin. Epätietoisuus perusteista tai peräti niiden virheellinen tulkinta aiheuttavat useinkin sen, että myös tarkistuksissa syntyy helposti erimielisyyttä ja virheitä.

Leimikoiden pystymittausten tarkistuksiin on siis tähän asti kiinnitetty liian vähän huomiota. On keskitytty lähinnä varsinaisiin mittauksiin. Usein on ehkä otaksuttu, että ostajien suorittamilla tarkistuksilla voitaisiin selvittää mittausten luotettavuutta myös muille osapuolille. Ostajan edustaja on edelleen jakanut tai näyttänyt muille osapuolille ATK-laskennan tuloslistoja, pyrkien selvittämään laskennan suoritusta. Näin menetellen jää tarkistus kuitenkin varsin ylimalkaiseksi.

Äskettäin on valtakunnallisen mittausneuvoston taholta tehty aloite tarkistusten tehostamiseksi. Toimintaa on pyritty kartoittamaan Keski-Suomen piirimetsälautakunnan alueella syksyllä 1973 kaikkien kolmen eri osapuolen yhteisvoimin suorittamilla koeluonteisilla tarkistuksilla (ks. *Pystymittauksen*, . . .). Suoritettava koe selvittänee osaltaan, miten vastaiset tarkistukset olisi suoritettava, mihin tarkistuksia suoritettava ryhmä lähinnä keskittyy, miten tuloksia arvostellaan jne.

Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastossa on pyritty selvittämään puuston puutavaralajirakennetta koskevien tutkimusten yhteydessä myös pystypuiden mittausten ja kuutioinnin tarkistamisen mahdollisuuksia. Tarkasteluja on tehty sekä tutkimusosaston omien, erilaisia menetelmiä koskeneiden tutki-

musten yhteydessä että yhteistyössä käytännön eri osapuolten, erityisesti puun myyjä ja ostajia edustaneiden henkilöiden kanssa, edelleen kirjoittajan saaman Helsingin yliopiston dosenttistipendin turvin. Selvitykset osoittavat erityisesti, että yksinkertainen ja selkeä menetelmä helpottaa olennaisesti tarkistuksia. Tarkistukset on edelleen pyrittävä tekemään tietyinä, mitaustekniikan ja työmäärän kannalta edullisimpana ajankohtana. Erityisesti maastomittaukset on suoritettava eri osapuolten yhteistyönä. Työmäärän ja kustannusten säästämistä silmällä pitäen on syytä edetä asteittain työvaiheesta toiseen.

Edellä viitatuissa tutkimuksissa hahmoteltua tarkistusten suoritustapaa on toistaiseksi selostettu varsin suppeasti (TIIHONEN 1973 b, c, d, e ja f). Leimikoiden pystymittausten tarkistuksia olisi kuitenkin pyrittävä tehostamaan. Todettiin, että oli aiheellista julkaista tarkistuksia koskeneissa selvityksissä tähän mennessä saadut tulokset. Käytännön mittaustoiminnan kannalta oli perusteltua laatia tarkistusten yksityiskohtaista suositusta valaiseva kuvaus.

Mainitunlaisista syistä johtuen on suoritettujen selvitysten ja käytännön mittauksissa saatujen kokemusten pohjalta laadittu oheisessa julkaisussa esitettävä, kaikkiaan seitsemän osakuvausta käsittävä, leimikon pystymittauksen tarkistamista valaiseva selostus. Päähuomio kiinnitetään tarkistuskohdeiden esittelyyn sekä tarkistusten suoritustapaan ja -ajankohtaan. Esitettävien mittaus- ja laskentamenetelmien perusteet sivuutetaan pääosiltaan viittaamalla erityisesti pystymittauksen perusteista käsitteleviin julkaisuihin (esim. KURONEN et al. 1970; NOUSIAINEN et al. 1972; TIIHONEN 1972 a ja b; NOUSIAINEN et al. 1973). Valittu esitystapa aiheuttaa osittain sen, että kuvaukset ovat tietyiltä osin ohjeiden kaltaiset. Onkin ilmeistä, että kuvausten ja niitä täydentävän yhdistelmän pohjalta voidaan tarvittaessa laatia käytäntöä varten suppeampia leimikon pystymittauksen tarkistamista valaisevia selostuksia eli ohjeita.

Koska puun ostajat suorittavat edelleenkin omia tarkistuksia, rajoitutaan julkaisussa lähinnä puun myyjien tarkistumahdollisuuksien ja -tapojen tarkasteluun.

Leimikon pystymittauksen yleisperusteet on valittu niin, että tarkistus voidaan kohdistaa maastomittausten molempiin osatyövaiheisiin, puidenlukuun ja koepuiden mittaukseen. Tulosten tietokonelaskenta eli puutavaralajeittainen kuutiointi tapahtuu maatilametsälöiden leimikoiden osalta myös niin, että laskelmat voidaan tarkistaa käsinlaskentana täysin samanlaisella menetelmällä.

Ennen yksityiskohtaisia tarkistuksia on aiheellista saada yleiskuva siitä, onko *mittausten valmistelut* tehty huolellisesti. Mittausryhmän johtajan ja mittamiesten on oltava tehtävään hyvin perehtyneitä, perusteellisen koulutuksen saaneita henkilöitä; ryhmänjohtajan lisäksi metsäammattimies. Usein on esitetty, että luottamus mittauksiin varmaan lisääntyisi, jos kenttätöryhmät koottaisiin kaikkien osapuolten, työntekijäin, myyjän ja ostajan edustajista. Ryhmissä onkin yleensä työntekijöitä edustava mittamies. Keskeisimpänä valintaperusteena tulee kuitenkin olla ammattitaito ja sopeutuminen kenttätöhyöhön. Tällainen periaate on eduksi kaikille osapuolille.

Mittausvälineiden kuntoa on myös tarkkailtava. Mittaukset tehdään yleensä tavanomaisissa metsänarvioinneissa käytettävillä työvälineillä.

Varsinaisten mittausten tarkastelu edellyttää työn seuraamista leimikossa. *Puidenluvun* yhteydessä varmistaudutaan ensin, että läpimitat mitataan kuutioinnissa käytettävien ILVES-SALON (1947) taulukoiden mukaisesti eteen sattuvalla puolelta kuoren päältä, 1,3 m:n korkeudelta puun juurensaarojen määrittämältä alimmalta mahdolliselta kaatokorkeudelta (juurensaaroilta) lukien. Samoin varmistaudutaan, että mittauskorkeuden määrittämisessä käytetään 1,3 m:n pituista keppiä tms.

Mittauksen yhteydessä runkoihin tehtyjen merkkien, ns. lukumerkkien, perusteella saataan päätellä, onko kaikki rungot mitattu ja edelleen, onko rungot ryhmitelty kuitu- ja tukkipuihin oikealla tavalla. Kuitu- ja tukkipuiden rajakohdan arvostelu tapahtuu ko. kaupassa sovittujen tukkien minimimittojen ja laatuvaatimusten mukaisesti. Erikoispiirteenä mainittakoon ns. *poikkeukselliset havutukkipuut*. Niillä tarkoitetaan tässä sellaisia runkoja, joilla tukkiisuus jää lähinnä vikaisuusien vuoksi selvästi

vähäisemmäksi kuin ns. normaaleilla rungoilla. Todettakoon, että pääosa Järvi-Suomen alueen tukkipuista on normaaleja runkoja. Mikäli leimikossa on poikkeuksellisia tukkipuita merkittävästi, luetaan ne tehtyjen suositusten mukaisesti erikseen. Toisaalta on syytä tarkkailla, onko leimikossa ehkä yksittäisiä poikkeuksellisen hyviä runkoja, jotka saattavat lieventää, jopa poistaakin vikaisten tukkipuiden haitallisuutta.

*Koepuiden mittauksessa* on kaksi tarkastelukohdetta. Ensiksi pyritään arvostelemaan, ”poimiiko” käytetty koepuiden otantamenetelmä mitattavia runkoja riittävän määrän tasaisesti leimikon eri osista. Kovin tarkkoja havaintoja ei silmävaraisesti tietysti voida tehdä. Lähinnä saatetaan tarkkailla, näyttäisikö leimikossa (samalla koepuualueella) olevan puiden pituuden ja runkomuodon puolesta toisistaan selvästi eroavia alueita, ja mikäli näin on, näyttäisikö havaintoja kertyvän likimäärin sopivasti leimikon eri osista. Esimerkkinä mainittakoon rinteet, joiden alaosissa puut saattavat olla pitempiä ja solakampia kuin rinteiden yläosissa, edelleen avohakkuualat, joiden reunoilla metsikön rakenne voi olla selvästi erilainen kuin alueen keskellä. On syytä korostaa, että tarkastelulla pyritään selvittämään puulajeittain, ilmeneekö leimikon eri osissa olevien saman d-luokan runkojen pituuksissa ja runkomuodossa todella selviä eroja.

Toinen tarkkailukohde käsittää koepuiden mittauksen eri osatyövaiheet: läpimitan mittauksen 1,3 ja 6 (3,5) m:n korkeudelta sekä pituuden mittauksen, koivutukkipuilla vielä tukkiosan pituuden määrittämisen. Kutakin työvaihetta on mahdollista seurata puu puulta mittaajan takana. On tietysti kohtuutonta vaatia mittamiehiltä mitään ”mittausnäytöstä”. Työtä on tarkkailtava häiritsemättä varsinaista mittausta.

*Tulosten laskennan* osalta ovat yleisluonteiset tarkastelumahdollisuudet varsin vähäiset. Leimikon rakenteesta saatua yleiskuvaa tai tiettyjä yksityiskohtia voidaan tietysti verrata mittausten päätyttyä puidenluku- ja koepuulomakkeiden tai tietokonelaskennan jälkeen saatuihin tulostuslistojen lukusarjoihin ja lopullisiin tuloksiin. Yleensä on kuitenkin syytä tehdä

yksityiskohtaisia laskelmia ILVESSALON (1947) ”Pystypuiden kuutioimistaulukoiden” tai puutavaralajitaulukoiden (TIIHONEN 1972 a ja b, NOUSIAINEN et al. 1973) avulla. Laskelmia selostetaan myöhemmissä osakuvauksissa.

Tarkistumahdollisuuksien osalta on syytä kiinnittää huomiota myös siihen, että pystymittauksen tuloksia käytetään kantohinnan laskennan lisäksi myös hakkuumiehen palkanlaskennan perusteina. Merkitsemättömien runkojen kaato tuskin kiinnostaa hakkuumiestä. Avohakkuualan reunat voidaan tarvittaessa merkitä riittävän selvästi. Yksittäisiä leimaamattomia runkoja joudutaan kuitenkin toisinaan kaatamaan pystymittauksen jälkeen. Tällaiset

puut käsitellään kuitenkin erikseen ja lisätään alkuperäiseen mittaustulokseen tai hinnoitellaan erikseen.

Yhdistelmänä voidaan todeta, että yleisluonteinen tarkastelu tarjoaa runsaasti perusteita tulosten luotettavuuden arvosteluun, työn seuraaminen on erinomaista koulutusta jne. Mittaustulosten yhdistely, kokonaiskuvan hahmottelu ja kuutioimistunnusten mittausten tarkkuuden täsmällinen toteaminen on kuitenkin usein vaivalloista ja epävarmaa. Selvän ja riidattoman kuvan saaminen sekä yksittäisten mittausten että kuutiomäärien luotettavuudesta edellyttää yleensä mittauksia ja laskelmia. Niitä tarkastellaan lähemmin seuraavissa osakuvauksissa.

## PYSTYPUIDEN TARKISTUSMITTAUKSET

Jos edellä esitetynlainen yleisluonteinen tarkastelu osoittaa, että tarvitaan yksityiskohtaisempaa tarkistamista tai sitä pidetään muuten aiheellisena, jatketaan tarkistamista joko pystyssä olevista rungoista, pystypuista, tai vaihtoehtoisesti kaadetuista ja mieluummin karsituista mutta ei pölyketyistä rungoista. Kustannusten ja puunkorjuun kokonaisuuden kannalta olisi perusteltua keskittyä pystypuihin.

Pystypuista tehtävä tarkistus on uusi, alkuperäisen pystymittauksen kaltainen selvitys. Kuutioinnin perusteet eli kuutioimistunnukset – rinnankorkeusläpimitta (jäljempänä lyhennys d), pituus ja kapeneminen – selvitetään siis uudelleen. Rinnankorkeusläpimitta mitataan kaikista puista, pituus ja kapeneminen vain koepuista. Kapenemisella tarkoitetaan rinnankorkeudelta (1,3 m) ja 6 (tai 3,5) m:n korkeudelta mitattujen läpimittojen erotusta.

Kaikkien mainittujen osatehtävien joustava

suoritus edellyttää ainakin kahden henkilön yhteistyötä, mutta tehtävään hyvin perehtynyt voi tehdä yksinkin kaikki tarkistukset. *Puidenluvun tuloksena saatua runkolukusarjaa* tai -sarjoja verrataan alkuperäisiin tuloksiin. Todeaan, onko runkoja kertynyt eri d-luokkiin likimäärin alkuperäisen puidenlukulomakkeen tai tulostuslistan osoittamalla tavalla. Yleensä ilmenee ainakin vähäisiä eroja. Mittauskorkeuden eroista, puun poikkileikkauskuvion muodosta yms. seikoista johtuen eri mittajaat harvoin päätyvät aivan samanlaisiin tuloksiin. Onkin pyrittävä arvioimaan, johtuvatko todetut erot mainitunlaisista syistä. Huolellinen tarkistus paljastaa kuitenkin selvät virheet ja huolimattomuuden.

Seuraavassa asetelmassa esitetään esimerkkinä kaksi runkolukusarjaa, joista toinen on saatu alkuperäisessä pystymittauksessa ja toinen tarkistuksessa.

Mittausperuste <i>Messgrundlage</i>	d-luokka, cm – d-Klasse, cm										Yhteensä <i>Insgesamt</i>
	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	
	Runkoluku – Anzahl der Stämme										
Alkuperäinen mittaus <i>Ursprüngliche Messung</i>	10	39	37	43	40	45	29	9	4	5	261
Tarkistusmittaus <i>Kontrollmessung</i>	12	37	35	50	31	48	31	11	4	4	263

Havaitaan, että valitussa esimerkissä tarkistus on johtanut kahta runkoa suurempaan kokonaisrunkolukuun. Lukusarjojen d-luokittaiset erot voivat hyvin johtua edellä viitatuista mitaussuunnan ja -korkeuden vaikutuksesta. Asetelman 25 ja 27 cm:n d-luokissa ilmenevien erojen syitä olisikin pyrittävä selvittämään välittömästi puidenluvun jälkeen. Tällainen vertailu on usein tarpeen suurien d-luokkien yksittäisissä rungoissa todettujen erojen selvittämiseksi.

Jos leimikko käsittää useita palstoja, puidenluvun tarkistus on syytä rajoittaa aluksi esim. yhteen palstaan. Edelleen voidaan tarkastella vain taloudellisesti merkittävintä puulajia tai puutavaralajia, yksinomaan tukkipuita jne. Tällainen rajoittuminen aiheuttaa kuitenkin sen haitan, että tarkistuksen jälkeen saattaa olla vaikeaa arvostella, aiheutuvatko tietyt runkolukujen välillä todetut erot mahdollisesti eri puulajien kesken tapahtuneista virheellisistä merkinnöistä.

Puidenluvun tarkistuksessa saadaan runkojen lukumäärän lisäksi varmistus sille, että eri puutavaralajien runkojen erottaminen on tapahtunut ko. kaupassa sovittujen tukkipuiden ja tukkien minimimittojen ja laatuvaatimusten mukaisesti. Erikoispiirteenä toistettakoot edellä mainitut poikkeukselliset tukkipuut. Jos tällaisia runkoja on leimikossa merkittävässä määrin, erotetaan ne omaksi puuluokaksi, joka kuutioidaan omilla koepuillaan. Yksittäiset poikkeukselliset rungot sisällytetään ”normaalien” puiden luokkaan.

*Koepuiden mittauksessa* on suositettu tehtäväksi sekä puihin että lomakkeisiin sellaisia merkintöjä, että niiden perusteella on mahdollista tutkia tuloksia puu puulta. Taitavakin mittaaja tekee ainakin yksittäisiä virheitä, kuten on muissakin käytännön tehtävissä laita. Erot ovat kuitenkin pieniä, yleensä käytetyn luokkavälän suuruisia ja lisäksi sekä + että - suuntaisia, joten ne tasoittavat toisensa. Tarkistuksessa onkin tehtävä vertailuja useasta, yleensä ainakin muutamasta kymmenestä puusta. Tarkasteltavista koepuista tehdään seuraavat mitaukset:

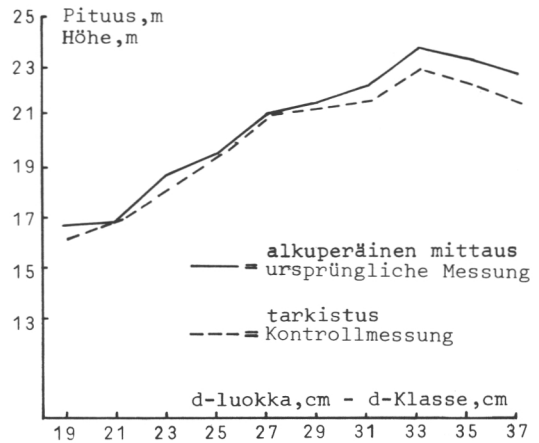
- d-luokka kuten puidenluvussakin,
- d senttimetrin tasaavin luokin,
- pituus metrin tasaavin luokin, ja
- kapeneminen = rinnankorkeusläpimitan ja 6 (3,5) m:n läpimitan erotus, senttimetrin luokin.

Mittausten tuloksena saadaan ko. puulajin tai puutavaralajin (runkolajin) eri d-luokkien

pituuksia ja kapenemisia kuvaavia lukusarjoja, joita verrataan vastaaviin alkuperäisiin tuloksiin. Vertailevia mittauksia on tehtävä niin paljon, että saatetaan varmuudella päätellä, onko koepuut mitattu oikein vai antavatko todetut erot aiheen huomautuksiin ja korjauksiin.

Puu puulta tapahtuvassa vertailussa todetaan mahdolliset virheet yksityiskohtaisesti. Yleiskuvaa saatetaan selvittää laskemalla eri mittausvaiheessa saatujen pituuksien ja kapenemisten keskiarvot. Tietyn eron toteamisen jälkeen on siis ehdottomasti varmistauduttava, että eroa todella ilmenee. Lisäksi olisi pyrittävä selvittämään eron syy.

Koepuiden pituuksia ja kapenemisia koskeneen numeerisen vertailun lisäksi on tuloksia syytä tarkastella myös graafisesti. Kuva 1 havainnollistaa keskiarvojen vertailua. Kuvan murtoviivat kuvaavat erään esimerkiksi valitun leimikon kuusikoepuiden alkuperäisessä mittauksessa d-luokittain saatuja pituuksien keskiarvoja sekä toisaalta tarkistuksen vastaavia tuloksia. Kuvassa voitaisiin esittää myös kaikki alkuperäiset ja tarkistuksen mukaiset pituustulokset. Jos tarkistusmittaukset sinänsä eivät anna aiheita huomautuksiin, niin kuvassa suoritetun vertailun perusteella voidaan otaksua alkuperäiseen



Kuva 1. Esimerkki alkuperäisessä mittauksessa (yhtenäinen viiva) ja tarkistuksessa (katkoviiva) saatujen koepuiden pituuksien keskiarvojen graafisesta vertailusta.

Abb. 1. Beispiel für die mittleren Höhenwerte der Probestämme bei der ursprünglichen Messung (kont. Linie) und bei der Kontrollmessung (gebr. Linie).

mittaukseen sisältyvän ko. puu(runko-)lajin suurissa d-luokissa ainakin lievää pituuden yliarviointia. Todettakoon, että tarkasteltavassa esimerkissä tarkistus johti keskimäärin hieman suurempiin d-luokittaisiin kapenemisiin, joten alkuperäisessä koepuumittauksessa molemmat kuutioimistunnukset ovat aiheuttaneet d-luokittaisiin yksikkökuutioihin tiettyä yliarviointia.

Erikoispiirteenä mainittakoon vielä koivutukkipuiden tukkiosan pituuden mittausta. Metsäteknikko ANTERO KUROSEN (Kml Tapio) ehdotuksen mukaisesti mittausta ja tarkistusta voitaisiin tavallaan yhdistää. Ostajan ja myyjän edustajat voisivat näet seurata mittausryhmää tai itse suorittaa yhteisesti tukkiosan pituuden mittauksen. Runsaasti vikaisuuksia sisältävät rungot tutkittaisiin samoin yhteisesti kaadon jälkeen.

Kaikki tarkistukset tulisi suorittaa samantyyppisillä mittausvälineillä kuin alkuperäisessä pys-

tymittauksessa. Tehtävä edellyttää tiettyä ammattitaitoa ja kokemusta. Ennen pystypuiden mittausta olisikin syytä hieman perehtyä mittausryhmän työskentelyyn eli hankkia edellisessä osaselostuksessa esitetty yleiskuva mittausten suorituksesta. Puun ostajien edustajat samoin kuin paikallisen metsänhoitolautakunnan tai metsänhoitoyhdistyksen neuvojat lainaavat varmaankin tarvittaessa tarkistuksissa käytettäviä työvälineitä. Voidaankin todeta, että myös mittausvälineiden ja mittausten käytännöllisen suorituksen kannalta olisi edullisinta, jos tarkistukset tehtäisiin eri osapuolten yhteistyönä. Tällainen yhteistyö voi hyvin olla suppeaa paikallista toimintaa.

Pystypuista tehtyjen kuutioimistunnusten tarkistusmittausten yhteydessä on mahdollista tehdä myös suppeita kuutiomääriä koskevia tarkistuksia. Kysymystä tarkastellaan seuraavassa osakuvauksessa.

## KUUTIOMÄÄRÄN TARKISTUS PYSTYPUISTA TEHTYJEN MITTAUSTEN JA HAVAINTOJEN PERUSTEELLA

Yleisluonteisen tarkastelun ja yksittäisten mittausten perusteella voidaan jo luonnehtia ainakin likimääräiskuva kuutiomäärän luotettavuudesta. Yleiskuvaa saatetaan edelleen selvittää ja varmentaa jäljempänä esitettävillä tarkasteluilla. Ennen niiden käsittelyä on tässä syytä todeta kuutiomäärän määrittämisen pääkohdat.

Kuutioinnin keskeisimpänä perusteena on ILVESSALON (1947) ”Pystypuiden kuutioimistaulukot”. Niiden käyttö edellyttää aikaisemmissa osakuvauksissa mainittujen kuutioimistunnusten, rinnankorkeusläpimitan (d), pituuden ja kapenemisen mittausta. Taulukoiden yksikkökuutiot ilmaisevat rungon koko kuutiomäärän. Lähinnä kannon keskimääräisen koon pienentymisestä johtuen on männyn yksikkökuutioita suurennettu 1,5 %:lla, kuusella lisäys on 1 %. Eri puutavaralajien osuuksien määrittämisessä suositetaan käytettäväksi, koivutukkipuita lukuun ottamatta, ns. *erotusmenetelmää*. Menetelmä on kehitetty lähinnä kantohinnan laskentaa varten, pyrkien mahdollisimman yksinkertaiseen ja helposti tarkistettavaan kuutiointiin. Erotusmenetelmää käytettäessä vähennetään edellä mainitulla tavalla tarkistetuista

ILVESSALON taulukoiden yksikkökuutioista ensin käytön ulkopuolelle jäävä latva, ja havutukkipuilla edelleen kuitupuuosia. Rinnankorkeusläpimita- ja pituusluokittain ryhmitetyt keskimääräiset latva- ja kuitupuutaulukot on sisällytetty tietokonelaskentaan. Esitetyllä menetelmällä on tehty myös käsinlaskentaan tarkoitettut kuitu- ja tukkipuutaulukot. Keskimääräisiä latva- ja kuitupuuosia havainnollistavat taulukot 1 ja 2, joista edellinen valaisee mäntytukkipuiden keskimääräistä latvaa ja jälkimmäinen kuusitukkipuiden latvaosista keskimäärin kertyvää kuitupuun määrää, kun tukin minimiläpimittana on 17 cm (luokka).

Viime aikoina on ns. Järvi-Suomen alueella sovittujen tukkien minimiläpimittojen (mänty 15 ja kuusi 17 cm:n luokka) lisäksi käytetty pienempiäkin läpimittoja. Tällaisia tapauksia silmällä pitäen on katsottu aiheelliseksi täydentää erotusmenetelmän käyttömahdollisuuksia laatimalla kolmet uudet keskimääräisten kuitupuuosien taulukot: männynläpimittana tukin minimiläpimittana 13 cm (luokka), kuusella 15 ja 13 cm (luokka, alarajat 14 ja 12 cm). Uudet taulukot sisältyvät myös ATK-laskentaan.

Taulukko 1. Mäntytukkipuiden keskimääräinen latva (kuorineen).  
 Tabelle 1. Durchschnittlicher Zopfanteil des Kiefernbllochholzes (mit Rinde).

Pituus- luokka, m Höhen- klasse, m	d-luokka, cm – d-Klasse, cm													
	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45+
	dm <sup>3</sup> kuorineen/runko – dm <sup>3</sup> mit Rinde/Stamm													
10	2	2	2	2										
11	2	2	2	2	2	2								
12	2	2	2	2	2	2	2	2						
13	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
14	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
15	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
16	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
17	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
18	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
19	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2
20	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
21	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
22	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
23	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2
24	4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
25		3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2
26		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
27			3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2
28				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2
29					3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
30+						3	3	3	3	3	3	3	3	3

Usean vuoden aikana suoritettut, runsaan koepuumäärän käsittäneet vertailut ovat osoittaneet, että oikein suoritetuissa mittauksissa saadaan ILVESSALON taulukoilla erittäin luotettavia tuloksia (esim. TIIHONEN 1966 a ja b, 1970, a). Tällaisiin tuloksiin on päädytty myös puun myyjien ja ostajien edustajien yhteistyössä suorittamissa vertailuissa (NOUSIAINEN et al. 1970, 1972). Jos siis pystypuiden tarkistusmittausten perusteella saatetaan päätellä, että d-, pituus- ja kapenemismittaukset on suoritettu oikein, voidaan yleensä ATK-laskennan tuloksena saatua, leimikon kokonaiskuutiomäärää ilmaisevaa tulosta pitää varsin luotettavana. Täsmälliseen kokonaiskuvaan pyrittäessä on tietysti otettava huomioon, että ILVESSALON taulukoiden yksikkökuutiomääriin sinänsä liittyy myös tietty virhemahdollisuus, ns. taulukovirhe.

Edellä esitetyn perusteella kuutiomäärän tarkistus käsittäisi seuraavat kolme vaihetta:

- tarkistuksen perustaksi otetaan ILVESSALON kuutioimistaulukoiden yksikkökuutiomäärät,
- toinen vaihe käsittää runkolukusarjojen tarkistuksen
- kolmanteen vaiheeseen sisältyy koepuunitausten tarkistus.

Mikäli kokonaiskuutiomäärästä saadaan myönteinen käsitys, voidaan havutukkipuiden osalta hahmotella likimääräiskuva eri puutavara-lajien, kuitu- ja tukkipuun, keskinäisestä suhteesta. Kokemusperäisesti tai käyttämällä edellä mainittuja keskimääräisiä kuitupuuosuuksia ilmaisevia taulukoita pyritään arvioimaan, paljonko tarkasteltavien tukkipuiden latvaosista kertyy kuitupuuta, yleensä keskimäärin runkoa kohden, mikä tulos sitten kerrotaan tukki-

Taulukko 2. Kuusitukkipuiden keskimääräinen kuitupuusa (kuorineen).

Tabelle 2. Durchschnittlicher Faserholzanteil des Fichtenblochholzes (mit Rinde).

Pituus- luokka, m Höhen- klasse, m	d-luokka, cm – d-Klasse, cm													
	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45+
	dm <sup>3</sup> kuorineen/runko – dm <sup>3</sup> mit Rinde/Stamm													
10	60	60	58	57	56									
11	65	65	63	61	63	65								
12	70	70	69	70	72	74	77							
13	78	77	76	76	76	78	80	81						
14	85	84	83	83	81	81	82	83	84	84				
15	93	92	91	89	86	85	83	85	86	86	86			
16	103	103	102	95	90	87	85	87	88	88	88	90	91	
17	115	114	108	98	91	89	86	88	88	88	89	91	92	93
18	130	125	111	98	92	90	88	89	89	89	89	91	92	93
19	138	131	112	99	93	91	90	90	90	90	91	92	93	94
20	142	133	113	101	95	94	91	92	92	92	92	93	93	94
21	144	135	115	104	98	95	93	94	94	94	94	94	94	95
22	145	136	117	107	100	97	95	96	96	95	94	95	95	96
23		136	119	110	103	99	97	99	97	95	95	96	96	97
24		136	120	113	105	102	100	100	99	97	97	97	97	98
25		136	121	115	107	105	102	103	102	100	99	98	99	99
26		137	122	118	109	107	104	104	103	101	101	99	100	100
27			124	120	112	109	105	105	104	102	101	100	101	101
28			125	121	114	110	106	105	104	102	102	101	102	102
29				123	117	112	107	106	105	103	102	101	102	103
30+				125	119	114	108	106	105	103	102	102	103	103

puiden lukumäärällä. Saatetaan esim. arvioida, että yhteen kiintokuutiometriin tarvitaan yhdeksän tukkipuun latvat. Jos tukkipuita on yhteensä 180, kertyisi latvoista kuitupuuta kaikkiaan 20 m<sup>3</sup>. Tulosta verrataan ATK-laskennan tulostuslistalta ilmenevään vastaavaan tulokseen. Arvioinnin tueksi esitetään seuraavassa asetelmassa esimerkkeinä eräiden 2 m pituisten pölkkyjen tilavuudet.

2 m pölkyn läpimitta  
keskeltä, cm           7   9   11   13   15   17   19  
d in der Mitte des  
2m-Bloches, cm

Pölkyn tilavuus, dm<sup>3</sup> 8   13   19   27   35   45   57  
Volumen des  
Bloches, dm<sup>3</sup>

Kuitupuun kokonaismäärän asemesta vertailu voidaan tehdä myös keskimäärin tukkipuurunkoa kohden laskettujen kuitupuumäärien perusteella. Todettakoon, että tukkipuiden latvaosista saatavan kuitupuun keskimääräistä kuutiomäärää osoittavia taulukoita on varmaan paikallisilla metsäammattimiehillä.

Mikäli kuitupuusaa koskeva tarkastelu johtaa myös myönteiseen arvosteluun, voidaan päätellä, että ilmeisesti tukkiosuuskin on määritetty oikein.

Esitetyssä tarkistustavassa keskitytään siis kokonaiskuutiomäärään ja kuitupuusosan tarkasteluun. Kun aikaisemmin mittayksikkönä oli kuutiojalka, tarkasteltiin tunnetusti ensi sijassa tukkiosan kuutiota. On ilmeistä, että tukkiosan arviointi pystyypuista uutta mittayksikköä, kiintokuutiometriä, käyttäen vaatii aikaisempaa enemmän harjoittelua ja kokemusta.

Pystypuiden mittaustietojen perusteella saatetaan tarkistaa myös *tulosten tietokone-laskenta*. Voidaan nojautua joko alkuperäisen pystymittauksen tai tarkistuksen tuloksiin. Laskentaan palataan jäljempänä. Tässä todetaan, että nopea ja joustava laskenta edellyttää yleensä laskukonetta.

Pystypuista tehtävien tarkistusten avulla on siis mahdollista saada varsin monipuolinen ja verraten yksityiskohtainen kuva tulosten luotettavuudesta. Tulosten käyttöarvo riippuu tietysti sekä mittausten määrästä että erityisesti mittaajan taidosta ja kokemuksesta. Usein on tyydyttävä toteamaan, että tulos on lähinnä

suuntaa ja suuruusluokkaa osoittava. Tämä ehkä riittääkin, varsinkin jos tarkistuksessa ei ole ilmennyt mitään selviin virheisiin viittaavaa. Jos tarkistuksessa kuitenkin havaitaan virheitä, voidaan niiden merkitystä ja poistamista tutkia eri osapuolten kesken puiden ollessa vielä pystyssä. Mikäli ratkaisua ei saada aikaan, on tarkistuksia jatkettava kaatamalla riidanalaiset rungot, tarpeellinen koepuumäärä ja ääritapauksessa kaikki rungot. Tarkistukset voidaan tietysti suorittaa muutoinkin yksinomaan kaadetuista puista. Tällaisten tarkistusten suorittamista selostetaan seuraavassa osakuvauksessa.

## TARKISTUKSET KAADETUISTA RUNGOISTA

Edellä on korostettu, että leimikon pystymittauksen tarkistuksessa tulisi keskittyä lähinnä pystypuihin. Toisena vaihtoehtona ovat kaadetut rungot, joihin liittyy erityisesti seuraavat kaksi etua. Kaadettujen runkojen mittaauksissa voidaan ensiksi yleensä välttää mittausrvirheet ja tulkinnat. Toisena etuna on se, että kuutiomäärän tarkistus saatetaan tehdä samalla menetelmällä, jota ILVESSALON (mt.) taulukoiden laadinnassa on käytetty, nimittäin pätkittäisellä kuutiointilla, ja siten samalla menetelmällä, johon sekä tietokone- että käsinlaskentana tapahtuva kuutiointi perustuu. Tarkistuksessa voidaan jälleen rajoittua vain sopivaan koepuuerään tai ulottaa mittaukset kaikkiin puihin.

Ennen tarkistuksia rungoista tulisi karsia ainakin pahimmat mittauksia haittaavat oksat. Runkoja ei pitäisi pölkyttää, koska silloin tarkistuksien edellyttämä työmäärä lisääntyy. Lisäksi tukkien osalta joudutaan vaivalloisiin ja epävarmoihin muuntolukuja koskeviin tulkintoihin.

Yksityiskohtaiset *mittaukset olisi syytä rajoittaa vain koepuihin*, jotka voivat olla kuten pystypuiden tarkistuksissakin, joko alkuperäisiä tai sopivaksi katsotulla umpimähkäsellä menetelmällä saatuja koepuita. Jälleen saatetaan keskittyä vain kuutiointimittauksien, rinnankorkeuslämpimitan, pituuden ja kapenemisen tarkistamiseen. Näin tulisi menetellä ainakin kuitupuiden osalta. Lämpimitat mitataan millimetri-

asteikolla varustetulla teräskaulaimella, pituus mittanauhalla tai sopivalla mittakepillä. Mittaustuloksia verrataan alkuperäisten koepuomitauksien tuloksiin, joko puu puulta, d-luokittain tai kaikki tulokset yhdistäen. Jos vertailu ei anna aihetta huomautuksiin, voidaan jälleen päätellä, nojautumalla kokonaiskuutiomäärän laskennan perusteena olevien ILVESSALON taulukoiden luotettavuuteen, että tarkastelun kohteena olleiden d-luokkien keskimääräiset, koko rungon kuutiomäärää ilmaisevat yksikkökuutiot on määritetty oikein. Jos lisäksi d-luokittaisiin runkolukuihin, jotka on saatettu tarkistaa jo pystypuista, ei sisälly virheellisyyksiä, on ko. puulajin tai puulajien kokonaiskuutiomäärä mitattu moitteettomalla tavalla. Tarkasteltava runkolukusarja voidaan myös kuutioida koepuiden kuutiointimittauksien tarkistuksessa saatujen tulosten mukaisesti. Vertailussa on nykyin otettava huomioon eri henkilöistä tai eri koepuueristä mahdollisesti aiheutuvat erot.

Toinen ja yksityiskohtaisin tarkistusmahdollisuus edellyttää *pätkittäistä kuutiointia*. Tavoitteet ovat lähinnä seuraavat:

- kuitu- ja/tai tukkipuurunkojen kokonaiskuutiomäärä (käyttöosa),
- tukkipuiden kuitupuosan, tai
- tukkipuiden kuitu- ja tukkiosan kuutiomäärä.

Pätkittäinen kuutiointi tapahtuu nimensä mukaisesti siten, että koko runko tai tarkasteltava puutavaralajiosuus jaetaan perättäisiin 1–2 m:n pituisiin pölkkyyhin, jotka kuutioidaan

pituuden ja keskeltä kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella. Yleisesti on sovellettu seuraavaa mittaustapaa. Tyvestä erotetaan ensin metrin pituinen pölkky, läpimitan mittauskohdan ollessa siten 0.5 m:n päässä tyvileikkauksesta, joka useimmiten vastaa kuutioinnin edellyttämää alinta mahdollista kaatokorkeutta. Tämän lyhyen tyvipölkyn jälkeen erotetaan 2 m:n pituisia pölkkyjä, joista mitataan samoin läpimitta pölkyn keskeltä. Rungon latvanhuippuun tai kuitu- ja tukkiosan päättymiskohtaan rajoittuva pölkky on yleensä alle 2 m, mutta läpimitta mitataan edelleen pölkyn keskeltä. Todettakoon, että tutkimusluonteisissa tehtävissä mitataan yleensä kaksi toisiaan vastaan kohtisuorassa olevaa läpimittaa. Yli kolme metriä pitempien pölkkyjen erottamista ei yleensä suositella. Lähinnä tukkipuiden latvaosista kertyvän kuitupuun kuutiointi näyttäisi olevan tämän tutkimuksen yhteydessä tehtyjen vertailujen mukaan mahdollista yhtenä pölkkyinä. Laskentaa voidaan edelleen yksinkertaistaa ilmaisemalla pölkkyjen pituudet täysin metreinä, jolloin mittaustulokset on mahdollista ryhmittää esim. pisteinä keskeltä mitatun läpimitan (luokka) ja pölkyn pituuden mukaisesti.

Jos rungot, etenkin tukkipuut, ehditään pölkkyttää, on ainakin jokainen tukki yleensä kuutioitava erikseen. Alle 2 m:n pölkkyjä kertyy tällöin miltei kaikista tukeista, mikä tietysti lisää mitta- ja laskentatyötä. Aikaisemmin on jo todettu, että *kuutiointi tukin kuorettoman latvaläpimitan ja pituuden mukaisesti sekä muuntolukujen avulla ei ole perusteltua pystymittausten tarkistuksissa.*

Jos tukkipuiden tarkistuksessa tutkitaan eri puutavaralajien (kuitu- ja tukkipuun) osuuksia, tarkasteltavat rungot on ensin apteerattava. Tukkien mitat tuskin kiinnostavat eri osapuolia. Riittää kun runkoon merkitään tukkiosan päättymiskohta, jonka jälkeen molemmat rungonosat mitataan pätkittäin.

Myös pätkittäisessä kuutioinnissa saatetaan työmäärää siis tarvittaessa vähentää keskittymällä vain tiettyihin osaselvityksiin. Varsin kohtuullinen ratkaisu olisi keskittyminen yksinomaan koepuihin, joista mitattaisiin kuutiointitunnukset ja pätkittäisellä kuutioinnilla tukkipuiden kuitupuosa. Voidaan myös sopia, että vain tiettyjen, taloudellisesti arvokkaimpien d-luokkien rungot tai koepuut, poikkeuksellisen järeät rungot jne. kuutioidaan pätkittäin. Aikaisemmin esitetyn mukaisesti eri mittauksissa runkoja kertyy eri d-luokkiin usein eri tavalla. Tätä haittaa lieventää se seikka, että koepuiden kuutioinnissa pyritään d-luokittaisiin keskimäärisiin yksikkökuutioihin, joten vähäiset runkojen siirrot luokasta toiseen tuskin ovat haitallisia, jos koepuiden lukumäärä d-luokittain on kohtuullinen, esim. tukkipuilla yleensä 10–20 runkoa. Useita satoja runkoja sisältävissä leimikoissa on pätkittäinen kuutiointi syytä aina rajoittaa vain koepuihin.

Edellä viitatuista keskittymisistä huolimatta pätkittäinen kuutiointi edellyttää muihin tarkistusmuotoihin verrattuna huomattavasti enemmän aikaa ja työtä. Erikoispiirteensä on lisäksi ammattitaitoa vaativa apteeraus. *Etenkin kaadetuista tukkipuista tehtävät tarkistukset tulisi siten aina suorittaa eri osapuolten yhteistyönä.* Tarkistuksen alussa on syytä kiinnittää erityistä huomiota eri henkilöiden apteeraustavoissa usein ilmeneviin eroihin. Ne ovat yleensä kokonaistuloksen kannalta merkityksellisiä, mutta saattavat helposti aiheuttaa jyrkkiäkin mielipide-eroja. *Tukkiosan kuutiota tai tukki- ja kuitupuuosien keskinäistä suhdetta ei koskaan tulisi arvostella vain muutamien runkojen perusteella.*

Pätkittäisen kuutioinnin edellyttämiä laskentatöitä samoin kuin tulosten laskennan yleispiirteitä tarkastellaan seuraavissa osakuvauksissa.

## PÄTKITTÄISEN KUUTIOINNIN LASKENTATYÖT

Pätkittäisessä kuutioinnissa erotetut pölkkyt kuutioidaan lieriöinä. Pölkyn keskeltä mitattu läpimitta määrittää lieriön poikkileikkauspinta-alan, joka sitten kerrotaan pölkyn pituudella. Laskemalla erotettujen pölkkyjen kuutiot yh-

teen saadaan tulokseksi koko rungon tai ko. puutavaralajin kuutiomäärä. Poikkileikkauspinta-alaa ilmaisevia lukusarjoja on julkaistu eräissä kalentereissa (esim. Tapion Taskukirja), taulukkokokoelmissa tai erikoistaulukkoina. Poikki-

leikkauspinta-alan kaavaan,  $\frac{\pi}{4} d^2$ , sisältyvä läpimitan neliö on mahdollista laskea myös tavanomaisilla sähkölaskukoneilla. Tehtävä on siis varsin yksinkertainen. Hankaluutta aiheutuu lähinnä siitä, että kuutioitavia pölkkyjä saattaa kertyä paljonkin. Nopea ja joustava kuutiointi edellyttää sähkölaskukoneen käyttöä. Voidaan todeta, että *tarkistusmittausten tulosten laskenta tulisi myös suorittaa eri osapuolten yhteistyönä*. Laskentatyötä saatetaan kuitenkin keventää ja selvittää, jos mittaustulokset kootaan d-luokittain eri lomakkeille, saman lomakkeen eri osiin tai eri puolille jne., ja saman d-luokan eripituiset pölkkyt ryhmitetään vielä erilleen esim. seuraavan mallin mukaisesti.

1 m x	2 m x	Pätkät Sektiorien
245	233, 219, 175, 160	1,1 x 151
198	182, 176	0,9 x 159
—		
—		

Ensimmäiseen ryhmään (1 m x) kootaan tyvestä erotetut metrin pölkkyt, lukujen osoittaessa keskeltä mitattuja läpimittoja. Toinen lukuryhmä (2 m x) kuvaa 2 m pölkkyjen kes-

keltä mitattuja läpimittoja. ”Pätkät”-ryhmään sijoitetaan viimeisten, alle 2 m olevien pölkkyjen mitat (pituus x läpim.).

Eri runkojen tai rungonosien mittaustulokset kirjoitetaan eri riville. Tuloksia on siis mahdollista tarkastella puu puulta. Yleensä riittää, että lasketaan d-luokittaiset keskiarvot. Laskenta voidaan suorittaa esimerkiksi seuraavasti. Ensin kuutioidaan alle 2 m:n pätkät edellä mainittuja poikkileikkauspinta-alan taulukkoja käyttäen. Tulokset kirjoitetaan esim. ao. riville. Tämän jälkeen lasketaan sähkökoneella 1 ja 2 m:n pölkkyjen läpimittojen neliöiden summat, jälkimmäinen summa kerrotaan lisäksi kahdella, ja lisätään metrin pölkkyjen tulokseen. Näin saatu neliöiden summa kerrotaan  $\frac{\pi}{4}$ -tekijällä = likimäärin 0,785. Kun tuloon lisätään pätkien kuutiomäärä, saadaan tulokseksi ko. runkojen tai rungonosien kokonaiskuutiomäärä. Mahdollinen keskiarvon laskenta tapahtuu sitten tavanomaiseen tapaan jakolaskulla.

Jos tarkistukset rajoitetaan kohtuulliseen koepuumäärään, ei tulosten laskennasta aiheudu, varsinkaan yhteistyönä suoritettuna, kohtuutonta työmäärää. Laajamittaisessa tarkistustyössä on tietysti mahdollista laskea tulokset ATK-laskentana. Nopeaa toimintaa vaativat, ja varsinkin pienehkön runkoerän käsittävät tarkistukset on ainakin toistaiseksi tehtävä käsinlaskentana.

## ATK-LASKENNAN TARKISTUS

Tulosten laskennalla tarkoitetaan tässä lähinnä kantohinnan laskennan edellyttämää eri puutavaralajien kuutiomäärien määrittämistä. Tehtävässä voidaan nojautua edellisessä kappaleessa tarkasteltuun pätkittäiseen kuutiointiin, jolloin kuutiointi tapahtuu todella ko. rungoista tehtyjen mittausten mukaisesti. Toisena vaihtoehtona ovat puutavaralajitaulukot (TIIHONEN 1972 a ja b ja NOUSIAINEN et al. 1973). Yleensä tulisi käyttää jälkimmäistä vaihtoehtoa, jolloin edellä esitetyn mukaisesti kuutiointi tapahtuu samalla tavalla kuin ATK-laskennassa.

Ennen kuutiomäärien tarkistusta on syytä verrata puidenluvun yhteydessä saatuja runkolukuja ATK-laskennan tulostuslistan vastaaviin

lukuihin. Tämä tarkastelu on osa ensimmäisessä osakuvauksessa käsiteltyä yleisluonteista tarkistusta. Päähuomio on kiinnitettävä tukkipuihin ja niiden osalta edelleen mahdollisesti erotettuihin ns. alamittaisiin ja poikkeuksellisiin runkoihin. Kantohinnan laskentaan suositeltavaa erotusmenetelmää käytettäessä ei alamittaisista rungoista johtuvia eroja pitäisi ilmetä, koska puidenluvun yhteydessä tukkipuiksi luettu puu kuutioituu aina tukkipuuna. Edellä esitetyn mukaisesti tukkipuut voidaan kuutioida myös pölkkytysmenetelmällä, johon on sisällytetty minimirungon kokoa osoittavia rajoittajia. Laskentavaiheessa saattaa siis tapahtua siirtoja tukkipuihin, jos kaikkien koepuiden mittaustiedot

eivät täytä ko. testauksen edellyttämiä mittoja. Aihetta koskeneessa, eri osapuolten keskeisessä neuvottelussa keväällä 1973 sovittiin, että mahdollisesta siirrosta tulee merkintä ATK-tulostuslistaan.

Jos runkolukuja koskenut vertailu ei anna aihetta ainakaan vakaviin huomautuksiin, siirrytään kuutioinnin tarkistukseen. Edellä on jo ilmennyt, että tulosten laskennassa on kaksi keskeistä piirrettä: keskimääräisten yksikkökuutioiden laskenta puu(puutavara)lajeittain ja d-luokittain, ja toiseksi siirtyminen kokonaiskuutiomääriin kertomalla luokittaiset keskimääräiset yksikkökuutiot vastaavilla runkoluvuilla. Kuitupuilla on d-luokittain vain yksi yksikkökuutio, tukkipuilla sen sijaan kaksi, tukki- ja kuitupuusa. Toistuvasti mainiten ATK-laskennassa määritetään yksikkökuutiot erotusmenetelmää käytettäessä seuraavasti:

- kuitupuilla ILVESSALON taulukoiden yksikkökuutioista, joita männyllä on suurennettu 1,5 %:lla ja kuusella 1 %:lla, vähennetään d- ja pituusluokitukseen perustuvien keskimääräistaulukoiden mukainen, 6 cm:n minimiläpimittaa soveltaen laskettu, käytön ulkopuolelle jäävä latva
- havutukkipuilla vähennetään vielä edellä mainitulla tavalla lasketusta rungon käyttöosasta samoin d- ja pituusluokituksen mukaisesti laadittujen keskimääräistaulukoiden osoittama, rungon latvaosasta saatava kuitupuumäärä

– poikkeuksena ovat koivutukkipuut, joiden kuutiointi edellyttää rinnankorkeusläpimitan, pituuden ja kapenemisen lisäksi tukki-osan pituuden määrittämistä.

ATK-laskennassa saatujen keskimääräisten yksikkökuutioiden tarkistus voitaisiin nyt tehdä, koivutukkipuita lukuun ottamatta, käsinlaskentana täysin edellä esitettyllä tavalla, hakeamalla siis tarvittavat yksikkökuutiot ILVESSALON (1947, 1948 tai 1969) kuutioimistaulukoista ja mainituista keskimääräisiä latva- ja kuitupuusosia osoittavista taulukoista (ks. esimerkit s. 9–10). Helpompaa ja yksinkertaisempaa on hakea yksikkökuutiot täysin edellä esitettyllä tavalla laadituista puutavaralajitaulukoista (TIIHONEN 1972 a ja b; NOUSIAINEN et al. 1973), jolloin myös koivutukkipuiden yksikkökuutiot saadaan ATK-laskennan mukaisesti. Näin laskettujen ja toisaalta ATK-laskennassa saatujen tulosten kesken saattaa ilmetä vähäisiä, koepuiden d-luokituksesta aiheutuvia eroja. Puutavaralajitaulukoissa on näet 2 cm:n ja ATK-laskennassa taas ILVESSALON taulukoiden mukaiset, pääosiltaan senttimetrin laajuiset d-luokat. Puutavaralajitaulukoita käytettäessä parillisina senttimetreinä ilmaistujen d-luokkien yksikkökuutiot voitaisiin tietysti määrittää interpoloimalla, mutta tällainen laskenta on vaivalloisempaa kuin valittaessa yksikkökuutiot yksinomaan parittomina lukuina ilmaistujen luokakeskusten mukaisesti. Suoritettut vertailut osoittavat lisäksi, että luokka-

Koepuiden mittaustiedot:  
*Messangaben der Probestämme*

d-luokka, cm <i>d-Klasse, cm</i>	Pituus, m <i>Höhe, m</i>	Kapen. cm <i>Ausbau- chung, cm</i>	Yksikkökuutio <i>Einheitsmassenwert</i>	
			Tukkiosa <i>Blochholz- anteil</i>	Kuitupuosa <i>Faserholz- anteil</i>
			$m^3/r. - m^3/Stamm$	
25	18	4	0.387	0.066
”	19	3	0.441	0.067
”	19	4	0.403	0.067
”	20	3	0.455	0.070
”	18	5	0.354	0.066
Yhteensä – <i>Insgesamt</i>			2.040	0.336
Keskimäärin – <i>Im Durchschnitt</i>			0.408	0.067
Luokan runkoluku 63 <i>Stammzahl der Klasse</i>				
Luokan kuutiomäärä <i>Kubikmasse der Klasse</i>			25.7	4.2

keskusten käyttö johtaa kohtuullisella koepuumäärällä d-luokittain ja erityisesti puulajeittain käytännöllisesti katsoen samoihin tuloksiin kuin senttimetrin luokitusta sovellettaessa.

Puutavaralajitaulukoiden avulla tapahtuvaa ATK-laskennan tarkistusta havainnollistetaan edellä olevassa asetelmassa esitetyllä, erään mäntytukkipuuluokan kuutiointia kuvaavalla esimerkillä. Asetelman supistamista silmällä pitäen on rajoitettu vain yhden puulajin viiden koepuun mittaustietojen pohjalta suoritettuun laskelmaan.

ATK-laskentaa käytettäessä kootaan koepuutiedot peräkkäin koepuulomakkeelle, joten ennen käsinlaskentana tapahtuvaa tarkistusta koepuiden pituus- ja kapenemismittausten tulokset on yleensä edullisinta koota puulajeittain ja edelleen d-luokittain ryhmiksi. Yksikkökuutiot saatetaan myös merkitä alkuperäisille koepuulomakkeille, esim. eri puulajit eri sarakkeisiin, joilta ne sitten yhdistellään puulajeittain ja d-luokittain. Koepuutietojen kokoamistapa on siis käsinlaskennan kannalta epäedullinen. Laskentatöitä onkin syytä vähentää rajoittamalla vain esim. yhteen tai pariin merkittävimpään puutavaralajiin, runsaimmin runkoja sisältäviin d-luokkiin jne.

Kuutiointia koskeneessa tarkistuksessa saatua yleiskuuvaa voidaan lopuksi vielä selvittää hinnoittelamalla alkuperäisessä mittauksessa ja tarkistusten perusteella saadut eri puutavaralajien kuutiomäärät ko. kaupassa sovitulla kantohinnolla. Vertailua havainnollistaa seuraavassa asetelmassa esitetty esimerkki.

Puutavara- laji <i>Holzsortiment</i>	Alkuperäinen mittaus <i>Ursprüngliche Messung</i> m <sup>3</sup>	Tarkistus <i>Kontroll- messung</i>	Yksikkö- hinta, mk/m <sup>3</sup> <i>Einheits- preis, Fmk/m<sup>3</sup></i>
Tukit <i>Blochholz</i>	103.5	102.1	120
Kuitupuun <i>Faserholz</i>	28.7	32.5	32
Yhteensä <i>Insgesamt</i>	132.2	134.6	
Kantohinta <i>Stockpreis</i>	1334 mk	1329 mk	

Kuitu- ja tukkipuun kokonaiskuutiomäärä on esimerkin mukaisesti saatu tarkistuksessa 1,8 % suuremmaksi kuin alkuperäisessä mittauksessa. Eri puutavaralajien kuutiomäärissä ilmenevät erisuuret ja erisuuntaiset erot aiheuttavat sen, että markkamääräisesti on ero kantohinnassa vain 5 mk eli tarkistuksessa saatuaan tulokseen verrattuna alkuperäinen mittaus näyttää johtaneen n. 0.4 %:n yliarviointiin. Näin vähäinen kokonaisero ei sinänsä anna aiheutta tulosten tarkistuksiin. Sen sijaan esimerkkiin sisältyvien kuitupuun kuutiomäärien välillä ilmenevän eron syyt olisi pyrittävä selvittämään. Voidaan otaksua, että tällöin havaitaan sellaisia seikkoja, jotka ehkä aiheuttavatkin tarkistuksia alkuperäisiin tuloksiin.

## LAAJAMITTAINEN TARKISTUS

Edellä on keskitytty lähinnä puun myyjien tarkistusmahdollisuuksien tarkasteluun. Esitetyt tarkistustavat soveltuvat ainakin osittain myös leimikon pystymittauksen muille osapuolille. Erilaiset tarkistukset voidaan ryhmittää esim. seuraavasti:

- työntekijäin ja puun myyjien tarkistusmahdollisuudet
- ostajien omat tarkistukset
- eri osapuolten yhteiset tarkistukset.

Esitetyistä tai muilla perusteilla muodostetuista tarkistusten ryhmittelyistä ilmenee selvä-

sti, että kysymyksessä on varsin laaja työkenttä. Tämä seikka on antanut aiheen todeta jo aikaisemminkin, että tarkistukset tulisi suorittaa mahdollisuuksien mukaan eri osapuolten yhteistyönä.

Edellä esitetyn luettelon perusteella voidaan todeta, että laajamittainen tarkistustoiminta saatetaan rakentaa joko ostajien jo nyt suoritamiensa tarkistusten pohjalle tai tehdä tarkistuksia eri osapuolten yhteistyönä. Ottamalla huomioon tarkistusten edellyttämä työmäärä ja kustannukset on varmaan perusteltua, että kaik-

kia tarkistusmahdollisuuksia käytetään hyödyksi mahdollisimman tehokkaasti. Siten olisi ensin pyrittävä selvittämään, miten ostajien suorittamaa tarkistustoimintaa olisi ohjattava, jotta se hyödyttäisi myös työntekijöitä ja puun myyjiä. Aihe on ilmeisesti osittain arkaluontoinen. Ostajien taholla saatetaan katsoa, että oma tarkistustoiminta on eräänlainen liikkeen hoitoon liittyvä työmuoto, ja siten tavallaan liikesalaisuus. Leimikon pystymittauksen perusteita hahmoteltaessa v. 1969 toisaalta katsottiin, että pystymittaus on avoin luottamustehtävä (ks. KURONEN et al. 1970). Tällöin myös todettiin, että kaikista tarkistuksista tuli tiedottaa kaikille osapuolille. Kysymystä käsiteltäneen lähiaikoina työryhmässä, jonka valtakunnallinen mittausneuvosto on asettanut, ja jonka tehtävänä on mm. kuvata pystymittauksessa nykyisin sovellettavat ja suositeltavat perusteet.

Eri osapuolten yhteiset tarkistukset ovat johdannossa mainitun mukaisesti toistaiseksi vasta kokeiluvaiheessa. Maastotöiden osalta kokeissa ei liene ilmennyt mitään merkittäviä uusia piirteitä. Kirjoittajan tekemät yksittäiset havainnot kokeiden yhteydessä osoittavat vakuuttavasti, että tarkistuksia suorittavan ryhmän johtajan on todella oltava tehtävään hyvin perehtynyt metsäammattimies. *Tulosten analysoinnilla ja syiden selvittelyllä*, mistä todetut erot aiheutuvat, on laajamittaisessakin tarkistuksessa keskeinen merkitys. Alkuperäisten ja tarkistuksessa saatujen mittaustulosten graafinen vertailu edellä (s. 7) esitetyn esimerkin mukaisesti näyttää varsin käyttökelpoiselta menetelmältä.

Tulosten numeerisen ja graafisen vertailun lisäksi saatetaan nojautua tilastomatemattiseen tarkasteluun. Laskelmien suoritusta havainnollistaa seuraava asetelma, jossa  $\chi^2$ -testin (HALD 1962) avulla on pyritty selvittämään edellä esitettyyn (s. 6) esimerkkiin sisältyvien kahden, alkuperäisen ja tarkistuksessa saadun runkolukusarjan välisiä eroja.

d-luokka, cm d-Klasse, cm	Runkojen suhteellinen jakaantuminen d-luokkiin, % Relative Verteilung der Stämme auf die d-Klassen, %	Alkuperäinen mittaustulos Ursprüngliche Messung x	Tarkistus Kontrollmessung y	$\frac{y^2}{x}$
19	3,83		4,56	5,43
21	14,94		14,07	13,25
23	14,18		13,31	12,49
25	16,48		19,01	21,93
27	15,33		11,79	9,07
29	17,24		18,25	19,32
31	11,11		11,79	12,51
33	3,45		4,18	5,06
35	1,53		1,52	1,51
37	1,91		1,52	1,21

Yhteensä  
Insgesamt 100 100 101,78

Mistä testisuureeksi  $\chi^2$  saadaan:

$$9\chi^2 = \sum \frac{y^2}{x} - 100 = 1,78 \quad (9\chi^2_{0,05} = 1,73).$$

Laskelman tulos osoittaa erittäin suurella varmuudella (99,95 %), että sarjojen väliset erot ovat satunnaisia ja johtuvat mittausten suorittamisesta eri suunnassa ja eri korkeudelta. Erot eivät siis ole systemaattisia. Todettakoon, että laskelmaan ei ole sisällytetty runkojen kokonaismäärien välillä ilmenevän kahden rungon eron tutkimista. Tämä ero on tutkittava erikseen lähinnä leimikossa tapahtuvan selvittelyn perusteella.

Maastomittauksiin ja tulosten laskentaan kohdistuvien tarkastelujen lisäksi voidaan laajamittaiseen tarkistukseen perustellusti sisällyttää kaikki se toiminta, joka lisää eri osapuolten luottamusta ko. menetelmän käyttöön tai muutoin tehostaa tarkistusta. Selvimpana esimerkkinä eri osapuolten luottamuksen ja varsinaisten tarkistusten tehostamisesta lienee Keuruulla yhä edelleenkin jatkuva puun myyjien ja ostajien yhteistyö (ks. TIIHONEN 1973 g). Tällä yhteistyöllä pyritään myös toiminnan rationalisoimiseen. Johdannossa viitatus mukaisesti menetelmiä koskevan tiedotustoiminnan tehostaminen lisää osaltaan tarkistusten tehostumista. Myös muunlaisilla yhteistyön muodoilla on

mahdollista saavuttaa myönteisiä tuloksia. Voidaan todeta, että jatkuva laajamittainen leimikon tarkistus merkitsee huomattavaa työmäärää ja kustannuksia. Tarkistustehtävien vähentämisellä tai niveltämisellä muunlaiseen toimintaan saatetaan siten merkittävästi helpottaa käytännön mittaustoimintaa.

Laajamittainen tarkistus edellyttää, että eri osapuolten tulisi entistä täsmällisemmin määrittää, milloin tarkistuksessa todetut erot antavat aiheen korjauksiin. On ilmeisesti sovittava tie-

tysti vähimmäiserosta, jollainen suositus jo sisältyy eri osapuolia edustaneiden henkilöiden laatimaan leimikon pystymittauksen perusteiden kuvaukseen (KURONEN et al. 1970). Lähinnä on ratkaistava, onko mainitussa kuvauksessa esitettyä 3 %:n rajakohtaa hieman suurennettava, esim. 4–5 %:iin.

Lopuksi todettakoon, että tehokas laajamittainen tarkistus edellyttää tiettyä suunnittelua ja järjestelyä jo mittausten suunnitteluvaiheessa.

## YHDISTELMÄ

Leimikon pystymittauksen tarkistamista valaisevien kuvausten yhdistelmänä voidaan todeta erityisesti seuraavaa.

Tarkistus liittyy olennaisena osana leimikon pystymittaukseen. Kaikkien osapuolten tulisi siten pyrkiä mahdollisimman aktiiviseen tarkistustoimintaan.

Kenttätöissä tarkistus kohdistuu mittaus-tehtävään, jossa nojaututaan useisiin erilaisiin puunmittauksen alan perusteisiin. Myös ATK-laskentana tapahtuva tulosten laskenta sisältää runsaasti kuutiointia koskevia yksityiskohtia. Tarkistuksiin ryhdyttäessä on siten tunnettava ainakin keskeisimmät mittaus- ja laskentaperusteet. Niitä selostetaan mm. Tapion Taskukirjassa ja Metsäkalenterissa (TIIHONEN 1970, 1971), PMP-hoitokunnan laatimissa ohjeissa (PMP-systeemin. . .), ja eräiden metsäteollisuusyhtiöiden selosteissa. Tarkistusten edellyttämää ammattitaitoa on mahdollista hankkia myös seuraamalla kenttätöitä suorittavan ryhmän toimintaa, lähinnä puidenlukua ja koepuiden mittauksia, mutta tutustumalla myös ryhmänjohtajan lomakkeisiin tekemiin merkintöihin.

Ryhmän työn seuraaminen on samalla tarkistamista, joskin usein vain yleisluonteista. Yleensä voidaan kuitenkin päätellä, vaikuttaako työ luotettavalta. Täsmällisen kuvan saaminen eri työvaiheista ja tuloksista edellyttää pääosiltaan mittauksia. On syytä kiinnittää erityistä huomiota seuraaviin seikkoihin. Ennen mittauksia on ratkaistava, pyritäänkö tarkistuksessa lähinnä varmistumaan, että mittaukset ovat yleensä tapahtuneet oikeiden perusteiden mukaisesti ja ilmeisen luotettavasti, vai onko tavoitteena

selvittää myös mittauksiin mahdollisesti liittyvien virheiden täsmällinen suuruus. Työmäärän säästämistä silmällä pitäen olisi toisaalta molemmissa mainituissa vaihtoehdoissa pyrittävä etenemään ikään kuin asteittain, tarkistuskohteesta toiseen siirtyen. Samalla on sovittava, mistä perusteesta lukien tarkistus aloitetaan. Tehtävässä tulisi edelleen rajoittaa pystypuiden mittauksiin. Jos puiden kaato ja karsinta kuitenkin voidaan niveltää sopivasti tarkistukseen, ovat mittaukset näin edullisissa olosuhteissa tietysti perusteltuja. Kaadettujen runkojen pölkytyksen jälkeen mittaus ei ole enään suositeltavaa jo tehtävästä aiheutuvan suuren työmäärän vuoksi. Saatetaan myös päätyä vaivalloisiin ja epävarmoihin, muuntolukujen käyttöä edellyttäviin vertailuihin.

Edellä mainitulla mittausten aloittamisperusteella tarkoitetaan sitä, että eri osapuolet sopivat tarkistusten suorittamisen ILVESSALON (mt.) kuutioimistaulukoiden pohjalta. Taulukoiden luotettavuuden, ns. taulukkovirheen tarkastelu siis sivuutetaan. Mikäli näin ei menetellä, on kuutiomäärän tarkistus suoritettava lähinnä pätkittäisellä kuutioinnilla tai upotusmittauksella.

ILVESSALON taulukoiden pohjalta tapahtuvassa tarkistuksessa edetään edellä mainitun mukaisesti asteittain, pääasiassa mittauksiin perustuen. Olosuhteista ja tavoitteista riippuen saatetaan ensin suorittaa uusi puidenluku yhdellä tai muutamalla palstalla. Eri osapuolet voivat myös sopia ennen varsinaista pystymittausta, että puidenluvussa erotetaan suunniteltuja palstoja pienempiäkin alueita, esim. palstan halki

kulkevan polun, puron, aidan tms. mukaiset osa-alueet. Tällaiset tarkistusta helpottavat puidenluvun tulokset voivat jäädä esim. yksinomaan myyjän käyttöön.

Tarkistuksia silmällä pitäen suositetaan koepuiden mittauksessa käytettäväksi sellaisia menetelmiä ja merkintöjä, että tarkistus voidaan tehdä ainakin puuryhmittäin, mieluummin puu puulta. Jos koepuiden mittaus tapahtuu puidenluvun yhteydessä, saatetaan koepuut ryhmittää tarvittaessa ainakin palstoittain, samoin edellä mainitunlaisten maastokohteiden, kuten polun, ojan jne. mukaisesti. Vähäisen ennakkosuunnittelun ja ryhmittelyn avulla on myös koepuiden osalta mahdollista helpottaa tarkistuksia.

Kenttätöiden tarkistuksissa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että eri henkilöt tai mittausryhmät harvoin päätyvät puidenluvussa täysin samanlaisiin runkolukusarjoihin. Taitavakin mittaaja tekee edelleen koepuumittauksissa ainakin yksittäisiä, yleensä + ja - suuntaisia virheitä. Varsinaisten tarkistusmittausten lisäksi on yhtä tärkeätä analysoida todettuja eroja. Alkuperäisen mittauksen puidenluku- ja koepuulomakkeiden tulisikin aina olla tarkistajan käytössä. Olisi pyrittävä siihen, että varsinaisten mittausten jälkeen ainakin myyjä saisi itselleen kaikki tarpeelliset jäljennökset kenttätöissä kertyneistä tiedoista. Alkuperäisen mittauksen ja tarkistuksen erot voidaan silloin todeta yksityiskohtaisesti. Arvostelu helpottuu olennaisesti, jos ne puut, d-luokat jne., joissa eroja todetaan, voidaan paikallistaa leimikossa. Näin on esim. koelaitteiden mitattujen koepuiden, suurimpien d-luokkien puiden, vain yksittäisiä runkoja käsittävien puulajien jne. laita. Vertailujen pohjalta olisi pystyttävä päättämään, johtuuko todettu ero esim. mittaussuuntien erosta, vähäisistä + ja - suuntaisista virheistä yms. syistä, jotka tuskin antavat aihetta huomautuksiin. Toisaalta erojen perusteella saatetaan epäillä tai peräti varmuudella päätellä, että alkuperäisiin mittaustuloksiin liittyy todettujen erojen mukaisia virheitä.

Huolellisen tarkistusmittauksen edellyttämä aika, tiettyjen tarkistusmittausten uusimisen mahdollisuus ja tulosten arvostelu aiheuttavat yhdessä sen, että tarkistuksessa olisi, kuten edellä on toistuvasti mainittu, rajoitettava aluksi kohtuulliseen runkomäärään ja jatkettava sitten tarkistuksia tarpeen mukaan.

Tulosten laskenta voidaan tarkistaa kuten kenttätyötkin aivan yksityiskohtaisesti. Edellä tarkasteltuja kuitu- ja tukkipuutaulukoita käyttäen saatetaan leimikko kuutioita käsinlaskentana käytännöllisesti katsoen samalla tavalla kuin ATK-laskennassa. Jälleen on ehkä aiheellista rajoittaa aluksi vain osaan puustoa, esim. yhteen tai pariin puulajiin, vain havutukkipuihin jne. Kuutiomääriä vertailtaessa on kiinnitettävä huomiota kenttätöissä todettuihin eroihin ja niiden syihin. Mahdollisia eroja on pyritty myös selvittämään kuutioimalla ensin tarkistuksessa saadut runkolukusarjat alkuperäisen mittauksen mukaisilla yksikkökuutioilla, ja toisaalta kuutioimalla alkuperäiset runkolukusarjat tarkistuksessa saaduilla vastaavilla yksikkökuutioilla (ks. PMP-systeemin... ). Tällaisten vertailujen tulokset ovat lähinnä suuntaa ja suuruusluokkaa osoittavia. Yksinomaan tarkistuksessa saatujen mittaustulosten avulla laskettu tulos on samoin ko. perusteiden mukainen uusi kuutiomäärän arvio. Näin menetellen on kuutiomäärien vertailu kuitenkin selvintä ja yksinkertaisinta.

Kuutiomäärissä todettuja eroja voidaan kantohinnan laskennan yhteydessä vielä selvittää hinnoittelemalla alkuperäisessä mittauksessa ja tarkistuksessa saadut eri puutavaralajien kokonaismäärät ko. kaupassa sovitulla yksikköhinnolla.

Yhden leimikon tarkistus edellyttää, tehdyistä rajoituksista riippuen, vaihtelevan suurista työmäärää. Laajamittaiseen tarkistukseen kuluu aina runsaasti aikaa ja työtä. Mittausten käytännöllisen suorituksen ja eri osapuolten keskinäisen luottamuksen kannalta olisikin tarkistukset aina syytä pyrkiä suorittamaan eri osapuolten yhteistyönä.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- HALD, A. 1962. Statistical theory with engineering applications. New York.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. MTJ 34.4.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1948. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Tapio.
- ILVESSALO, YRJÖ. 1969. Pystypuiden kuutioimis- ja kasvunlaskentataulukot. Kirjayhtymä. Helsinki.
- KURONEN, ANTERO, RAIMO LINDLÖF, JORMA RAJALA, ANTTI RENKO, SOINI SILANDER ja PAAVO TIIHONEN. 1970. Leimikon pystymittauksen perusteita ja ohjeita. II. Moniste. Helsinki.
- NOUSIAINEN, JUHANI, JUKKA SORSA ja PAAVO TIIHONEN. 1970. Mänty- ja kuusitukkipuiden kuutioimismenetelmä. Referat: Eine Methode zur Massenermittlung von Kiefern- und Fichtenblochholz. FF 98.
- NOUSIAINEN, JUHANI, VÄINÖ RANTANEN ja PAAVO TIIHONEN. 1972. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuva kuitu- ja tukkipuiden kuutioimismenetelmä. Mänty, kuusi ja koivu. Referat: Ein Massenermittlungsverfahren für Faser- und Blochholz mit dem Festmeter als Masseinheit. Kiefer, Fichte und Birke. MTJ 77.2.
- NOUSIAINEN, JUHANI, JUHA PURANEN ja PAAVO TIIHONEN. 1973. Koivutukkipuiden kuutioimismenetelmä. Referat: Eine Kubierungsmethode für Birkenblochholz. MTJ 79.1.
- PMP-systeemin kenttäyöohje. 1971. Pystymittauksella sorretaan metsänomistajia. Etelä-Saimaa n:o 44. 1973.
- Pystymittauksen tarkastusta kokeillaan nyt Keski-Suomessa. Metsälehti n:o 36. 1973.
- Tapion Taskukirja. 16. uudistettu painos 1971.
- TIIHONEN, PAAVO. 1966 a. Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi. FF 19.
- TIIHONEN, PAAVO. 1966 b. Zur Beachtung der Genauigkeit der bei der Zuwachsberechnung angewandten Massentafeln. Mitteilungen d. Schweiz. Anst.f.d.F.Vw. 1966. Heft 4, s. 172–274. Zürich.
- TIIHONEN, PAAVO. 1970 a. Leimikon pystymittauksen luotettavuudesta. Metsäkoneurakoitsija.
- TIIHONEN, PAAVO. 1970 b. Leimikon pystymittauksesta. Metsäkalendareri 1971.
- TIIHONEN, PAAVO. 1971. Leimikon pystymittauksen perusteita. Tapion Taskukirja, 16. uudistettu painos.
- TIIHONEN, PAAVO 1972 a. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot. Referat: Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. FF 154.
- TIIHONEN, PAAVO. 1972 b. Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Referat: Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. FF 155.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 a. Metsäntutkimuslaitoksen pystymittauksessa erot pienenevät Luumäellä. Suomenmaa 24.03.1973.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 b. Leimikon pystymittauksen tarkistamisesta. Maaseudun Tulevaisuus n:o 53.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 c. Leimikon pystymittauksen tarkistaminen pystyrungoista. Maaseudun Tulevaisuus n:o 54.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 d. Leimikon kuutiomäärän tarkistus pystypuista. Maaseudun Tulevaisuus n:o 60.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 e. Leimikon pystymittauksen tarkistukset kaadetuista rungoista. Maaseudun Tulevaisuus n:o 64.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 f. Pystymittauksen tarkistaminen pätkittäisenä kuutiointina. Maaseudun Tulevaisuus n:o 70.
- TIIHONEN, PAAVO. 1973 g. Tuloksellista yhteistoimintaa puutavaran mittauksessa. Metsä ja Puu n:o 11.

MTJ = Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja

FF = Folia Forestalia



- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen.  
The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeuslöpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot.  
Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu.  
The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2, —
- No 165 Metsätilastollinen vuosikirja 1971.  
Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeuslöpimitaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.  
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom. Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.  
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheysluvun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.  
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.  
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittaussessa käytettävistä muuntoiuvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta. Skogsforskningsinsitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967).  
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.  
The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.  
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen.  
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.  
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityypiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.  
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun teossa.  
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikonen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia löpimitaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.  
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.  
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.  
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.  
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50

- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.  
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.  
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—
- 1974 No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisistä ja geneettisestä vaihtelusta.  
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttäytyminen Suomen itäosissa.  
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.  
On the supply of roundwood in Finland.
- No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72.  
Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72.
- No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.  
Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur.
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.  
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Hebisidirakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista.  
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätalastollinen vuosikirja 1972.  
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.  
Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen.
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.  
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.  
Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.  
Dry-weight scaling based on chip samples.
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimusia Pallarin kantoharvesterista.  
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla.  
The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—
- No 202 Paavo Tiihonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.  
Zur kontrolle einer am stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.  
Direct seeding on peatlands.
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.  
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader.
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—