



MITTAEROT JA NIIDEN SYYT

Aarne Elovainio

Saman puutavaraerän määrän mittaukset saattaa olla erilainen hankinnan eri vaiheissa. Tehtaallamittauksessa puumäärä on yleensä pienempi, vähimmillään 1 - 2 %, kuin metsässä suoritettussa mittauksessa. Se johtuu mittausmenetelmien ja niiden kuutioimisperusteiden eroista, puutavaran luonnollisesta häviämisestä ja kulumisesta hankinnan eri vaiheissa, kuivumisesta ja lahoamisesta varastoinnissa sekä mittausvirheistä. Puutavaramäärää voivat näennäisesti lisätä puutavaran joukkoon tulleet vierasaineet - esimerkiksi lumi ja jää - sekä se, että metsässämittaukseen sisältyvätöntä, alimittaista tai vajaalaatuista puutavaraa joutuu käyttöpäikälle. Mittausmenetelmien eroista ja mittausvirheistä voi tietysti aiheutua myös puutavaramäärää nimellisesti lisäävä virhe.

JOHDANTO

Saman puutavaraerän määrää mitataan tavallisesti sen hankinnan aikana useita kertoja: metsässä ja/tai tienvarressa suunnittelua, työmäärän toteamista ja kauppahinnan määrittämistä varten; tehtaalla vastaanottoa ja käyttömäärien seuraamista sekä tavallisesti kuljetusmaksun määrittämistä varten. Erän mittaukset saattavat eri kerroilla poiketa toisistaan monestakin syystä. Tässä katsauksessa eritellään mittaerojen syitä ja suuruutta. Tulokset perustuvat Metsätehon monisteeseen 27.5.1983 (Mauri Paunila: Mittaerojen syyt ja analysointi), sen kirjallisuuslähteisiin ja myöhemmin tehtyihin selvityksiin.

MITTAEROJA AIHEUTTAVAT TEKIJÄT

Mittausmenetelmistä aiheutuvat erot

Pystymittaus kohdistuu pystypuustoon. Sen kuutioimisperusteiden ei ole todettu aiheuttaneen systemaattista virhettä. Menetelmän tarkkuus on (tuloksen vaihteluväli toistettaessa) ± 2 %.

Pystymittauksen tarkastusmittaustilaston mukaan perusmittauksen ja tarkastusmittauksen kuutiomäärillä painotettu ero vuonna 1986 oli keskimäärin -0.1 %. Erojen suhteellinen jakauma osoittaa, että koko maata kohti positiiviset poikkeamat ovat yhtä yleisiä kuin negatiivisetkin.

Pystymittauksella voidaan selvittää puutavaran kokonaismäärän jakautuminen puutavarylajeihin vain silloin, kun apteeraus toteutetaan PMP:n rungoittaisen apteeraussäätönsäädön edellyttämällä tavalla. Havupuiden apteerausta ja puutavaralajijakaumaa eri hakkuumenetelmissä koskevan Metsätehon tutkimuksen mukaan hakkuun tukkipuumäärä voi suurimmillaan poiketa laskennallisesta pystymittaustuloksesta leimikoittain ± 10 %.



Kuva. Mittauksen liittäminen puutavaran valmistukseen monitoimikoneella antaa hyvät mahdollisuudet mittauksen automatisoimiseen ja mittausvirheiden vähentämiseen. Valok. Laitteen valmistaja

Metsurimittaus on pienirunkoisiin leimikoihin tarkoitettu, pystypuustoon kohdistuva mittaus, jossa metsuri lukee puut hakkuun yhteydessä. Koepuiden otanta tehdään erikseen.

Menetelmän tarkkuudesta ei vielä ole pitkäaikaista tietoa. Tähänastisten tutkimusten perusteella sillä näyttää olevan mahdollista saavuttaa sama tarkkuus kuin pystymittauksella.

Kehämittaus on tarkoitettu 1.6 - 3.5-metriseksi silmävaraisesti katkotun kuitupuun ja enintään 5.5 m:n määräpituuteen katkottujen parrunaiheiden mittaukseen kourakasoissa palstalla. Tilavuuden määrittäminen perustuu kasan keskeltä mitatun kehän pituuden ja kasan keskipituuden mittaamiseen.

Oikein suoritettuna kehämittaus on mittausmenetelmänä yhtä tarkka kuin pinomittaus. Metsäntutkimuslaitoksen selvityksessä saatiin todellisen ja kehämittaustuloksen tilavuussuhteen keskiarvoksi 100.7.

Pölkkymenetelmä on 2 - 4 m kuitupuun jälkimittausmenetelmä, joka perustuu jokaisen pölkyn latvaläpimittaluokan arvioimiseen tai mittaamiseen 5 cm:n tarkkuudella. Kuutiointia varten on tiedettävä myös puulaji, puutavaran pituus, runkojen pituusluokka sekä järeysluokassa olevien pölkkyjen määrä.

Metsäntutkimuslaitos määrittäi syksyllä 1982 pölkkymenetelmälle uudet järeyskertoimet. Tämä paransi mittauksentarkkuutta, mutta etenkin pienissä läpimittaluokissa kuitupuupölkkyjen suuri muodonvaihtelu ja iso luokkaväli voivat johtaa eräkohtaisesti melkoisiin virheisiin. Yli 20 %:n poikkeamat todellisesta määrästä ovat käytännön tarkastusmittauksissa osoittautuneet mahdollisiksi.

Pinomenetelmä eli lyhyen kuitupuun kiintomittaus perustuu pinon kehämittaukseen ja pinotiheyden silmävaraiseen määrittämiseen nk. pinotiheystekijöiden avulla. Tuloksen luotettavuus riippuu olennaisesti tiheystekijöiden oikeasta arvioinnista, mutta huolellisesti tehtynä menetelmällä voidaan saavuttaa hyväksyttävä tarkkuus. Tarkkuudesta ei tosin ole varsinaisia tutkimustuloksia, mutta eräissä Metsätehon jäsenyritysten tekemissä tarkastusmittauksissa (mittausta toistettaessa) keskimääräinen mittaustuloksen ero on ollut -0.5 - -1.0 % eli tarkastusmittaustulos on ollut pienempi. Eräkohtaisesti erot ovat olleet paljon suurempia ja heittoja on ollut molempiin suuntiin.

Havutukkien jälkimittaus perustuu nykyään kuoren päältä mitatun latvaläpimitan ja pituuden määrittämiseen. Tilavuus lasketaan yksikkökuutioluvuilla, jotka perustuvat Metsäntutkimuslaitoksen pääosin vuonna 1984 keräämään aineistoon. Myös pikkutukeille Metsäntutkimuslaitos on julkaissut yksikkökuutiotaulukot.

Nykyisen aluejaon mukaisin yksikkökuutioluvuin näyttää olevan mahdollista päästä tyydyttävään tarkkuuteen. Todellisen tilavuuden ja yksikkökuutioluvuilla lasketun tilavuuden suhteen variaatiokertoimeksi saatiin Metsäntutkimuslaitoksen suppeaan aineistoon perustuvassa selvityksessä noin 3 %. Pieniä eräitä mittausta tarkkuus huononee varsinkin silloin, kun erän runkomuoto poikkeaa alueen keskimääräisestä runkomuodosta.

Mittausta monitoimikoneisiin asennetuilla mittalaitteilla on viime aikoina kehitetty ja kokeiltu. Pituuden mittaus parhailla laitteilla on nykyään tyydyttävän tarkkaa ja läpimitan mittaus välttävää, mutta sekä kuutiointissa että apteerauksessa on vielä paljon toivomisen varaa. Lopullisesti asia ratkenneekin vasta ensi vuosikymmenen puolella.

Puutavaran mittaus tehtaalla perustuu yleensä otantaan. Otantamenetelmät antavat oikean tuloksen, jos mittausvirheitä ei tehdä ja näytteistä saadut tunnuksot edustavat koko perusjoukkoa. Otantamenetelmien tarkkuus riippuu siis lähinnä ns. edustusvirheestä.

Otantaan perustuvien mittausmenetelmien (nippuluku-, painomittaus- ja kehysmitta-otanta) käyttö soveltuu suurehkojen puutavaraerien mittaukseen. Kohtuullinen mittaus-tarkkuus saavutetaan, jos perusjoukon sisäinen vaihtelu ei ole suuri.

Eräkohtaisen (erä = leimikon puutavaralaji) seurannan soveltaminen tehtaallamittaukseen saattaa johtaa suuriinkin mittaeroihin sen mukaan, mitä otantaa käytetään. Esimerkiksi painomittausotantaa käytettäessä kyseisen puulajin yksittäisen kuorman tai erän tiheys (tuoretilavuuspaino) voi vaihdella huomattavasti. Etenkin kuitupuun tiheydenhajonta on todettu suureksi, mäntykuitupuun suurimmaksi.

Korjuu- ja kuljetushävikistä sekä vierasaineista aiheutuvat erot

Pystyynmitattujen leimikoiden korjuuhävikki on tutkimusten mukaan noin 1.5 %, lehtipuuvältaisissä leimikoissa yli 2.0 %:n eli tien-varteen saadaan 98.5 - 97.5 % siitä puumäärästä, josta yleensä maksetaan hakkuu- ja metsäkuljetuspalkat sekä kantohinta.

Korjuuhävikkiin sisältyvät ylipitkät kannot, ylipaksut latvat sekä korjaamatta jääneet pystyput ja puutavara. Sahausrakojen purua (0.2 - 0.3 % ainespuun kokonaistilavuudesta) PMP:n laskentajärjestelmä ei vähennä, joten se lisää korjuuhävikkiä. Puutavaramäärää voi lisätä pystymittauksessa todettuun verrattuna se, että osa puusta on jäänyt lukematta tai että kuitupuuta on tehty pienempään läpimitaan kuin laskennassa on edellytetty.

Kuoren kuluminen ja kutistuminen korjuussa ja kuljetuksessa vähentää puumäärää. Erään opinnäytetyön mukaan kuoren kuluminen vähensi puutavaramäärää pystyynmitatuissa leimikoissa keskimäärin noin 2 % (Lumpepuro 1982). Kuoren kutistuminen sen kuivuessa pienentää pinossa mitatun puutavaran kiintotilavuutta puulajin ja varastointiajan mukaan 1 - 3 %.

Kuljetushävikkiä ei auto- ja rautatiekuljetuksessa juurikaan ole. Kehysmitat ja pino-
tiheydet tosin saattavat muuttua, mutta selvitysten mukaan tilavuutta lisäävät ja vähentävät tapaukset kumoavat toisensa. Tienvarsivarastoille voi tosin jäädä pinojen aluspuiksi ja kiinnijuuttuneiden autojen irtottamiseen käytettyä puutavaraa, mutta sillä ei ole paljon merkitystä.

Uittohävikkiä aiheuttavat rikkoutuneet sekä pohjaanpainuneet niput ja irtopuut: nippu-
uitossa yleensä olosuhteiden mukaan 0.0 - 0.5 % uittoon luovutetusta puumäärästä. Irto-
uitossa hävikki on 0.5 - 1.0 % ja lisäksi kuoren kuluminen vähentää määrää 3 - 7 prosenttiyksikköä puulajin ja varastointiajan pituuden mukaan. Uittohävikki on suurempi, jos siihen sisällytetään myöhemmin uittoväyliltä kerätyt uppo- ja rampapuut sekä karanneet puut.

Lumi, jää ja muut puutavaran mukana kulkeutuvat vierasaineet suurentavat esim. tehtaalamittauksessa tilavuutta. Metsätehon vuonna 1987 julkaisemassa tutkimuksessa kesä- ja talviaikaisen tilavuuden ero oli keskimäärin 4 %.

Keski-Ruotsin etelä- ja pohjoisosissa talvella 1985 mitatuissa nipuissa lumen ja jään osuus oli keskimäärin 2.5 - 3.0 % nipun massasta ja talvella 1986 noin 7.1 % Eräessä Kemijärvellä 1970-luvulla tehdyssä selvityksessä oli oksia, sammalta, kiviä, soraa ja kuorenpalasia sisältävää muuta vierasainetta keskimäärin 1.5 %.

Muita eroihin vaikuttavia syitä

Koska puutavaran mittauksessa on lähes poikkeuksetta kyse rahansiirrosta kahden osapuolen välillä, koetaan mittaus usein kaupankäynniksi eikä pelkästään tekniseksi suoritukseksi. Etenkin jälkimittausmenetelmiä käytettäessä edun tavoittelu ja laskelmointi johtavat usein siihen, ettei edes pyritä tarkimpaan mahdolliseen mittaustulokseen.

Esimerkiksi tukkien mittauksessa läpimittaluokkia valittaessa voidaan rajatapaukset intressien mukaan tulkita systemaattisesti alempaan tai ylempään luokkaan kuuluviksi. Kuitupuun pinomittauksessa "kaupankäyntiä" voi syntyä pinotiheystekijöiden arvioinnissa. Lämpimältä alammittaiten runkojen hakkuu

suurentaa todellista kuutiomäärää niissä menetelmissä, joissa kuutiointiperusteena on runkoluku ja runkojen keskitilavuus.

Mittausvirheitä syntyy monestakin syystä: hankalat mittaolosuhteet (pimeys, lumi, vaikea maasto), mittausohjeiden väärä tulkinta, vialliset mittausvälineet, lukemavirheet tai muut syyt.

Kun tutkittiin koepuiden mittauksen tarkkuutta ja tehokkuutta pystymittauksessa, saatiin keskihajonnaksi pituuden mittauksessa +0.8 m, läpimitan mittauksessa +0.3 cm ja yläläpimitan mittauksessa +0.8 cm.

Mittausvälineiden huonon kunnan aiheuttamat mittausvirheet johtavat helposti systemaattisiin mittaeroihin; mittasaksien kuluminen ja katkenneen mittanauhan epätarkka korjaaminen voivat aiheuttaa useinkin prosentin mittausvirheen.

Siirtyminen elektronisten mittalaitteiden käyttöön poistaa esimerkiksi lukema- ja rekisteröintivirheet sekä vähentää mahdollisuuksia edun tavoitteluun. Laitteiden tekniikka saattaa kuitenkin aiheuttaa uusia mittausvirheitä, joista osaa voi olla vaikea havaita.

MITTAEROJEN PIENENTÄMINEN

Mittaus ei saisi olla kaupantekoa: Koulutuksella ja asenteisiin vaikuttamalla on pyrittävä poistamaan mittauksesta kaupanteon henki. On korostettava sitä, että mittaus on tekninen toimenpide, jonka ainoana tavoitteena on selvittää mittaamisen kohteena olevan puutavaraerän määrä ja laatu.

Eri mittausmenetelmien kuutioimis- ja laskentaperusteiden parantaminen: Perusteet on laadittava siten, ettei ainakaan systemaattisia eroja pääse syntymään. Jos eri mittausmenetelmien perusteissa todetaan virheitä, ne on heti korjattava.

Niiden tekijöiden, joihin kuutiointi perustuu, pitäisi olla mitattavia, ei arvionvaraisia. Koko maan aineistoihin perustuvien tekijöiden käyttö kuutiointinnissa aiheuttaa myös helposti virheitä paikallisissa mittauksissa. Koko maata koskevat tai suuralueittaiset muuntoluvut toimivat yleensä sitä huonommin, mitä pienemmästä erästä on kyse.

Otantamenetelmiä on käytettävä vain suuria eriä mitattaessa ja siinä on tärkeää riittävä edustavuus sekä näyte-erien tarkka mitaaminen. Vaikka otantaan perustuvat mittausmenetelmät (esim. tehtaalamittauksessa) ovat teoriassa tarkkoja, otosten (näytteiden) määrässä yleensä hiukan tingitään. Se luonnollisesti huonontaa mittaustuloksen

tarkkuutta. Pienten erien mittauksessa otantamittausta ei kannata käyttää, koska otantaprosentti nousee yleensä suureksi, joten otannasta saatava hyöty jää kustannukset ja tuloksen tarkkuus huomioon ottaen olemattomaksi.

Valvonta- ja ohjausmenetelmien kehittäminen: Mittaeroja voidaan ehkäistä jo suunnittelussa. Oikean mittausmenetelmän valinnassa on otettava huomioon paitsi mittauskustannukset myös mittauksen tarkkuus ja sen vaikutus muuhun toimintaan ja kustannuksiin.

Valvonnassa on kiinnitettävä erityinen huomio mittausvälineiden kuntoon. Niiden huonosta kunnosta johtuvat, yleensä systemaattiset mittaaerot ovat helposti estettävissä määräväleillä tehtävin tarkastuksin.

Mittaeron syntyyn vaikuttaa myös mittauksen työnjako organisaatiossa. Sellaisten mittausmenetelmien käyttöönotto, joissa mittauk-

sen ja jonkin muun työvaiheen - korjuun tai kuljetuksen - suorittaa sama henkilö, edellyttää valvonnan ja ohjauksen tehostamista.

Mittaustekniikan kehittäminen: Pitkällä aikavälillä puutavaran mittauksen kehittämisessä on pyrittävä mittauksen mahdollisimman täydelliseen automatisointiin. Käsinnittaukseen on jo olemassa elektronisia laitteita, joilla mittauksen tiedon "lahjomaton" keruu ja rekisteröinti on mahdollista. Puutavaran koneellinen valmistaminen mahdollistaa hyvin mittauksen automatisoinnin. Samoin tehtaiden puunvastaanottoon on sovellettavissa nykyistä paljon kehittyneempää laitetekniikkaa.

Kehitystä jarruttavat toistaiseksi laitteiden kalleus ja osittain tekninen keskeneräisyys. Asian lopullinen ratkaisu saattaa edellyttää joitakin muutoksia nykyisiin mittausperusteisiin.

Metsäteho Review 2/1988

DIFFERENCES IN VOLUME OF TIMBER MEASURED ON SITE AND AT THE MILL

On its way from the stump to the mill, a timber lot is frequently measured several times, with different measuring result. This review analyzes the differences and their reasons.



METSÄTEHO

SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO RY:N METSÄTYÖNTUTKIMUSOSASTO
PL 194 (Fabianinkatu 9 B) · 00131 HELSINKI · Puhelin (90) 658 922