



HAKKUUN YHTEYDESSÄ SUORITETUN KOEPUIDENMITTAUKSEN AJANMENEKKI JA TARKKUUS METSURIMITTAUKSESSA

Jari Marjomaa Tapio Räsänen

Hakkuun yhteydessä suoritettujen koepuiden käyttöosan pituudenmittauksen ajanmenekkiä ja tarkkuutta selvitettiin metsurimittausmenetelmässä. Koepuiden valintaan ja mittauksien tallentamiseen käytettiin rekisteröivää Masser-mittakaulainta. Menetelmää kehitettiin Veitsiluoto Oy:n työmailla Pohjois-Suomessa.

Koepuiden mittaukseen meni sitä enemmän aikaa, mitä suurempi oli rungon koko. Mänty- ja koivukoepuiden mittaukseen kului 30 - 80 cm/koepuu, kun niiden rinnankorkeusläpimitta oli 7 - 21 cm, ja järeiden kuusikoepuiden mittaukseen hieman enemmän. Koepuidenmittauksen ajanmenekissä ei havaittu merkittävää eroa hakkuutavoittain ja oksaisuusluokittain.

Käyttöosan pituuden mittaustarkkuus oli hyvä. Metsurit, joita oli kaksi, mittasivat 73.3 % ja 82.4 % rungoista oikein. Molemmat metsurit aliarvioivat lievästi käyttöosan pituuden. Mittaustarkkuus ei poikennut merkittävästi hakkuutavoittain tai puulajeittain.

Molemmat tutkimuksessa käytetyt laitteet mittasivat rinnankorkeusläpimitan tarkasti.

Pituuskoepuiden mittaus soveltuu hyvin metsurille. Siinä mittauksen vaatima ajanmenekki on melko pieni ja mittaustarkkuus on riittävä.

JOHDANTO

Rekisteröivän Masser-mittakaulaimen käyttö on yleistynyt metsurimittauksen puidenluvussa. Mittalaitetta on kehitetty siten, että aiemmin ennen hakkuuta suoritettu koepuidenmittaus voidaan siirtää metsurin tehtäväksi hakkuun yhteydessä. Metsuri mittaa ja rekisteröi koepuiden käyttöosan pituuden, johon lisätään taulukoitu keskimääräinen latvan pituus. Koepuiden ennakkomittauksessa vastaavasti mitataan puun koko pituus.

Metsäteho on aiemmin selvittänyt metsurimittauksen puidenluvun ja hakkuuta edeltävän koepuidenmittauksen ajanmenekkiä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten paljon metsurilta kuluu aikaa koepuiden mittaukseen hakkuun yhteydessä rekisteröivää mittakaulainta käyttäen ja kuinka tarkasti metsuri mittaa koepuiden käyttöosan pituuden. Lisäksi tarkasteltiin, kuinka tarkasti rekisteröivä mittakaulain mittaa rinnankorkeusläpimitan.

MITTAUSMENETELMÄ

Mittausmenetelmässä puiden rinnankorkeusläpimitan mittaamiseen käytetään yleensä rekisteröivää mittakaulainta. Mittalaitte rekisteröi puut 1 cm:n tasaaviin luokkiin, joten puidenluvun koepuita ei tarvita. Rinnankorkeusläpimitan mittauksen jälkeen mittalaitte ilmoittaa valomerkillä, jos kyseinen puu on pituuskoepuu.

Pituuskoepuita tulee Mittausneuvoston hyväksymän metsurimittauksen ohjeen mukaan olla noin 50 koepuualuetta kohti. Koepuut valitaan läpimittaluokittain määritettynä määrävälilotantana. Ennen hakkuun aloittamista rekisteröivään mittakaulaimen syötetään poistettavien puiden määrä koepuualueella 1 000 rungon tarkkuudella. Kunkin läpimittaluokan otantaväli määritetään siten, että tarvittava koepuumäärä jakautuu tasaisesti eri läpimittaluokkiin.

Koepuualueen ensimmäiset koepuut valitaan siten, että läpimittaluokissa 7 - 18 cm joka 3. puu on koepuu. Sen jälkeen muut kyseisen läpimittaluokan koepuut valitaan em. tavalla määritetyn otannan mukaisesti. Siten varmistetaan, että kuhunkin läpimittaluokkaan saadaan pituuskoepuita riittävästi, mutta koepuut eivät kuitenkaan kasaudu leimikon reunavyöhykkeelle.

Metsuri mittaa koepuun pituuden käyttöosan päättymisläpimitaan (6 cm kuoren alta) saakka. Kaikista tukkirungoista mitataan ja rekisteröidään lisäksi tehdyn tukkiosan pituus 0.5 m:n tarkkuudella.

Mittalaitte tallentaa koepuista seuraavat tiedot: puulaji, rinnankorkeusläpimita ja käyttöosan pituus; tukkirungoista myös tukkiosan pituus. Koska tutkimuksen aikana ei ollut saatavilla käyttöosan pituuteen perustuvia yksikkötilavuuslukuja, lisättiin koepuun käyttöosan pituuteen puulajin ja rinnankorkeusläpimitan avulla määritetty keskimääräinen latvan pituus (Laasasenaho, Folia Forestalia 233).

Mittalaitteelle kerätyt puidenluku- ja koepuutiedot siirretään työpäivän päätteeksi kirjoittimella varustettuun muistiyksikköön, joka tulostaa erolistan eli työpäivän aikana metsurin mittalaitteelle tallennetut puidenluku- ja koepuutiedot. Muistiyksikköön tallennetut tiedot yhdistetään, ja hakkuun päätyttyä voidaan tulostaa tai siirtää mikro-tietokoneelle koepuualueen kokonaistiedot ja enintään kolmen metsurin erilliset puidenluku- ja koepuutiedot.

KOEPUIDENMITTAUKSEN VAIHEET

Tutkimuksessa käytettiin seuraavaa pituudenmittausmenetelmää: Käyttöosan pituus mitattiin mittanauhaa käyttäen 0.5 m:n tarkkuudella koepuun karsinnan ja katkonnan yhteydessä, ja rungon käyttöosan päättymiskohta arvioitiin. Koepuiden kaikkien pölkkyjen tyvipään sahattiin viilto koepuiden tarkastamisen mahdollistamiseksi. Koepuiden viimeinen pölkky katkaistiin ainespuuosan päättymisläpimitan kohdalta.



Kuva 1. Metsuri arvioi rungon käyttöosan päättymiskohdan ja mittaa käyttöosan pituuden 0.5 m:n tarkkuudella. Valok. Metsäteho

Koepuun pituus rekisteröitiin mittalaitteeseen valitsemalla näytöllä 0.5 m:n välein juokseva pituuslukema. Seuraavaa rinnankorkeusläpimittaa ei voitu mitata, jos edellisen koepuun pituuslukemaa ei ollut tallennettu. Erikoistapauksissa koepuu voitiin hylätä, kuten esim. haaraiset tai latvan pituudeltaan poikkeavat puut. Hylkäystapauksessa mittalaitte osoitti koepuuksi heti seuraavan luetun puun sen rinnankorkeusläpimitasta riippumatta.

TUTKIMUSMENETELMÄ JA -AINEISTO

Tutkimuksessa seurattiin kahden metsurin työskentelyä puutavaralajeiksi- ja osapuuksi-hakkuussa. Tutkimusaineisto kerättiin 17.9. - 5.10. Tutkimusleimikot (2 kpl) sijaitsivat Veitsiluoto Oy:n työmailla Simossa ja Torniossa.

	Simo	Tornio
Puulajivaltaisuus	mänty	koivu
Metsätyyppi	MT	korpi
Maastoluokka	1	2
Oksaisuusluokka	2	2
	(kuusi 4)	
Puuston tiheys, runkoa/ha		
- ennen hakkuuta	1 904	1 473
- hakkuun jälkeen	859	861

Molemmissa leimikoissa kuusi oli sekapuuna.

Molemmissa leimikoissa metsurit työskentelivät käyttäen sekä puutavaralaji- että osapuumenetelmää. Masser-mittalaitetta molemmat metsurit olivat käyttäneet kuukauden verran ennen tutkimuksen alkua ja olivat siten tottuneet mittaamaan koepuut hakkuun yhteydessä.

Koepuidenmittauksen ajanmenekkiä ei voitu erikseen mitata, koska mittaukseen kuuluvat työvaiheet ovat lyhyitä ja sijoittuvat kiinteästi muun hakkuutyön yhteyteen. Siksi mitattiin erikseen tavallisen puun käsittelyyn (karsinta, katkonta ja kasaus) ja koepuun käsittelyyn kuluva aika. Koepuun mittaukseen kuluva aika oli koepuun ja tavallisen puun käsittelyn ajanmenekkien erotus.

Tutkimuksen ajaksi koepuuotantaa tihennettiin siten, että läpimittaluokissa 7 - 18 cm joka 4. puu oli koepuu. Läpimittaluokissa 19 - 22 cm valittiin joka 2. puu koepuuksi.

Ajanmenekkihavaintojen määrä (tavallinen ja koepuu) oli tutkimusaineistossa seuraava.

	Mänty		Kuusi		Koivu	
Hakkuu	tavall. koe-puita	koe-puita	tavall. koe-puita	koe-puita	tavall. koe-puita	koe-puita
Puutavara-lajeiksi	335	138	94	38	151	78
Osapuuksi	128	80	60	40	110	69

Männystä ja koivuista ajanmenekkihavaintoja oli riittävästi, mutta kuusista vähän. Suurimmissa läpimittaluokissa (yli 16 cm) kuusista oli vain muutama ajanmenekkihavainto, mikä siltä osin huonontaa tulosten luotettavuutta.

Koepuidenmittauksen tarkkuutta selvitettiin mittaamalla jokaisen koepuun läpimitta 1.3 metrin etäisyydeltä tyvestä, käyttöosan pituus metsurin suorittaman mittauksen jälkeen 1 dm:n tarkkuudella ja tukkirungoista tehdyn tukkiosan pituus samalla tarkkuudella. Lisäksi mitattiin latvan pituus 1 dm:n tarkkuudella koepuun todellisen pituuden määrittämiseksi.

Metsurimittalaitteiden läpimitanmittaustarkkuutta selvitettiin erillisellä tutkimuksella, jossa mitattiin kahdella mittalaitteella 300 ja 379 koepuuta: mäntyjä 217, kuusia 234 ja koivuja 228. Mittaustulos tarkastettiin millimetrisaksilla.

TULOKSET

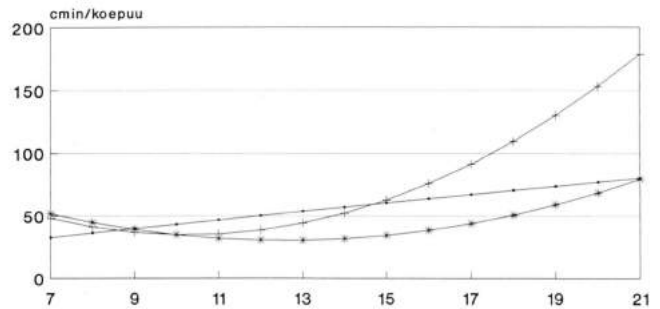
Ajanmenekki

Koepuun käyttöosan pituudenmittaukseen kuuluvista työvaiheista tyvipölkyn merkkaukseen ja mittanauhan kiinnitys ovat rungoittaiselta ajanmenekiltään vakioita. Kun käyttöosa pitenee, merkattavien pölkkyjen määrä suurenee ja kasvattaa mittauksen kokonaisajanmenekkiä. Myös mittaustuloksen rekisteröinti-aika pitenee käyttöosan pidentyessä, koska tulos rekisteröidään valitsemalla näytöllä juokseva pituuslukema. Tukkirungoista rekisteröidään kaksi mittaustulosta: tukkiosan ja käyttöosan pituus.

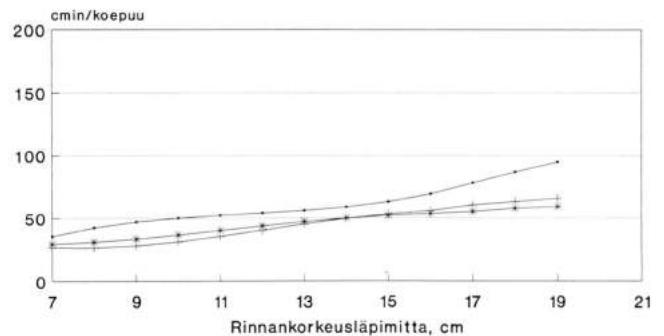
Mäntykoepuiden mittauksen ajanmenekki suureni tasaisesti rungon koon kasvaessa sekä tavaralajeiksi- että osapuuksihakkuussa (kuva 2). Tavaralajeiksihakkuussa mäntykoepuiden mittaukseen kului keskimäärin 33 - 80 cmin/koepuu, kun rungon rinnankorkeusläpimitta oli 7 - 21 cm. Osapuuksihakkuussa mäntykoepuiden mittaukseen kului hieman enemmän aikaa, 36 - 95 cmin/koepuu, kun rungon rinnankorkeusläpimitta oli 7 - 19 cm.

Tavaralajeiksihakkuussa koivu- ja kuusikoepuiden mittauksen ajanmenekki pysyi vakiona tai jopa pieneni rungon rinnankorkeusläpimittaluokissa 7 - 13 cm. Kuusikoepuiden mittauksen ajanmenekki kasvoi selvemmin kuin muiden puulajien koepuiden mittauksen ajanmenekki, kun rungon rinnankorkeusläpimitta oli yli 16 cm. Ajanmenekkihavaintoja oli kuitenkin kuusista kyseisissä läpimittaluokissa yhteensä vain 5, joten tulos ei ole kovin luotettava.

Hakkuu tavaralajeiksi



Hakkuu osapuuksi



Puulaji
— Mänty — Kuusi — Koivu

Kuva 2. Koepuidenmittauksen ajanmenekki puulajeittain tavaralajeiksi- ja osapuuksihakkuussa

Tavaralajeiksihakkuussa kuusikoepuiden mittaukseen kului keskimäärin 35 - 180 cmin/koepuu ja koivukoepuiden 30 - 80 cmin/koepuu, kun rungon rinnankorkeusläpimitta oli 7 - 21 cm. Osapuuksihakkuussa kuusikoepuiden mittaukseen kului vastaavasti 26 - 66 cmin/koepuu ja koivukoepuiden 30 - 60 cmin/koepuu, kun rungon rinnankorkeusläpimitta oli 7 - 19 cm. Ajanmenekkieerot puulajien ja hakkuutapojen välillä olivat melko pieniä.

Runkojen oksaisuus saattaa haitata mittanauhan käyttöä ja siten hidastaa koepuiden mittausta erityisesti osapuuksihakkuussa. Ajanmenekin oksaisuusluokittaista tarkastelua varten aineistossa oli riittävästi havaintoja tavaralajeiksihakkuussa männystä ja koivuista sekä osapuuksihakkuussa koivuista oksaisuusluokkien 1 ja 2 osalta. Koepuidenmittauksen ajanmenekissä ei kuitenkaan näiden oksaisuusluokkien välillä havaittu merkittävää eroa.

Myöskään metsureiden kesken ajanmenekissä ei havaittu merkittäviä eroja.

Metsurin päivittäisen puidenluku- ja koepuulistan tulostukseen kului aikaa keskimäärin 5.34 min, vaihteluväli 4.75 - 6.98 min. Päivittäisen listauksen ja koepuualueen yhdistelmälistauksen tulostukseen kului yhteensä aikaa keskimäärin 9.18 min, vaihteluväli 8.25 - 9.81 min.



Kuva 3. Rekisteröivä mittakaulain mittaa rinnankorkeusläpimitan tarkasti. Valok. Masser Oy

Läpimitan mittauksen tarkkuus

Rinnankorkeusläpimitan mittauksen tarkkuutta tarkasteltiin sekä varsinaisen tutkimuksen yhteydessä tarkastusmittauksin että erillisenä tutkimuksena. Varsinaisen tutkimuksen yhteydessä tarkastusmittaaja mittasi mittasaksilla rungon läpimitan 1.3 m:n etäisyydeltä tyvestä. Koepuita aineistossa oli yhteensä 442. Mittauksista laskettiin mittalaitteella mitatun läpimitan ero tarkastusmittaukseen, jolloin tulokset olivat seuraavat:

Ero, %	Koepuita	Osuus, %
-5	1	0.2
-3	1	0.2
-1	1	0.2
0	439	99.3

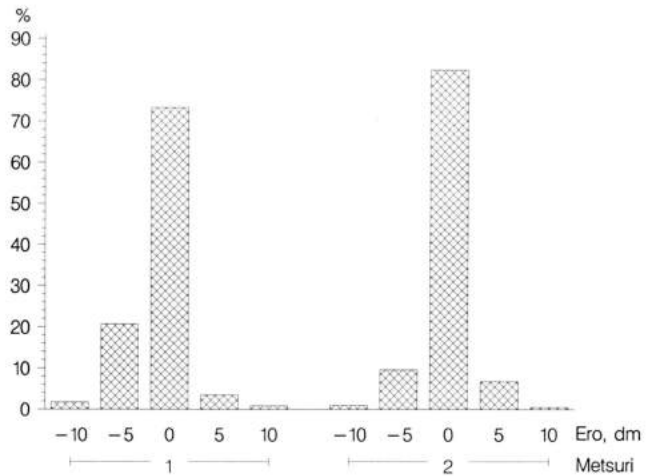
Hyvä tulos osoittaa, että laite mittaa läpimitan tarkasti ja metsuri määrittää rinnankorkeusläpimitan mittauskorkeuden tarkasti.

Erillistutkimuksen tulosten mukaan laitteiden läpimitanmittaustarkkuudessa ei ollut eroja (taulukko). Mittalaite aliarvioi läpimitan 1 cm:n verran 6.9 %:ssa koepuista, ja selvimmän aliarvioita oli koivuissa, 11 %:ssa koepuista. Aliarvioita ei voida kuitenkaan pitää käytännön kannalta merkittävinä.

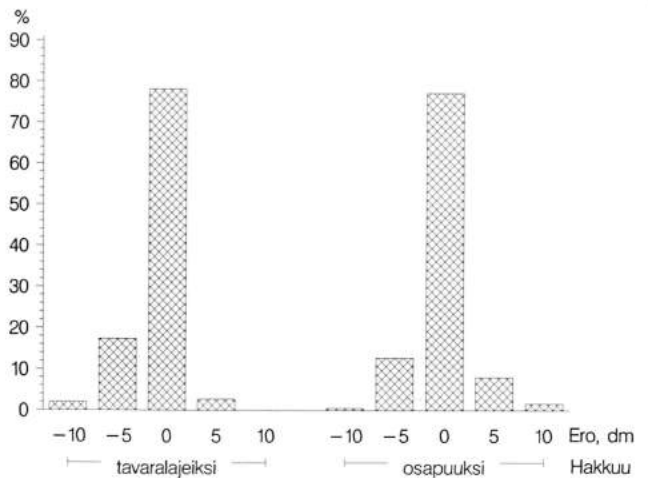
TAULUKKO Mittalaitteella mitatun läpimitan ero tarkastusmittauksen tulokseen, erillistutkimus

Ero, cm	Koko aineisto	Männyt	Kuuset	Koivut	Laite 1	Laite 2
	Osuus, %					
-1	6.9	4.1	5.6	11.0	6.7	7.1
0	91.9	94.9	92.7	88.2	92.0	91.8
+1	1.2	0.9	1.7	0.9	1.3	1.1

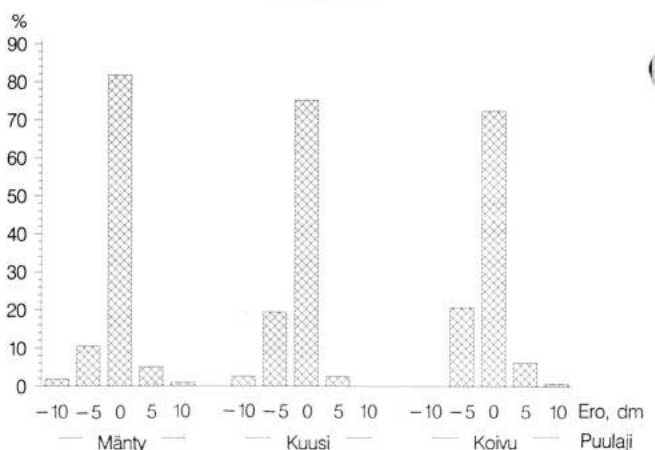
Metsureittain



Hakkuutavoittain



Puulajeittain



Kuva 4. Metsurin mitaaman koepuiden käyttöosan pituuden ja tarkastuksessa mitatun pituuden erojen jakauma metsureittain, hakkuutavoittain ja puulajeittain

Käyttöosan pituudenmittauksen tarkkuus

Käyttöosan pituudenmittauksen tarkastelua varten tarkastusmittaukset pyöristettiin lähimpään 5 dm:iin, koska myös metsuri mittasi pituuden 5 dm:n tarkkuudella. Tuloksissa tarkastellaan metsurin, hakkuutavan, puulajin ja oksaisuusluokan vaikutusta käyttöosan pituudenmittauksen tarkkuuteen. Tarkastusmittaaja mittasi käyttöosan pituuden 6 cm:n latvaläpimitaan asti riippumatta siitä, mistä runko oli todellisuudessa katkaistu, joten käyttöosan pituuteen vaikuttaa myös katkaisukohdan määrittelyn oikeellisuus.

Käyttöosan pituudenmittauksen tarkkuus vaihteli selvästi metsureittain (kuva 4). Toinen metsureista mittasi oikein 73.3 % rungoista ja toinen vastaavasti 82.4 %. Molemmilla oli taipumusta mitata käyttöosan pituus enemmänkin liian lyhyeksi kuin pitkäksi. Toinen metsuri aliarvioi käyttöosan pituuden 21.4 prosentissa rungoista ja toinen 10.5 %:ssa, kun taas yliarvioita oli molemmilla vain 5 - 8 %.

Hakkuutapa ei vaikuttanut millään tavoin pituudenmittauksen oikeellisuuteen (kuva 4). Molemmat metsurit hakkasivat suunnilleen yhtä paljon runkoja kummallakin hakkuutavalla, ja metsurikohtainen ero säilyi molemmissa hakkuutavoissa.

Puulajeittain (kuva 4) erot ovat myös hyvin pieniä. Parhaiten näyttää onnistuneen mäntyjen käyttöosan pituudenmittaus, jossa 81.8 prosenttia on mitattu virheettömästi. Kun myös oksaisuusluokka otetaan huomioon, tuloksista ei voida päätellä, että oksaiset puut olisivat virheellisemmin mitattuja. Eräissä oksaisuusluokissa oli tosin vain muutamia koepuita.

PÄÄTELMÄT

Pituuskoepuiden mittaus soveltuu hyvin metsurin tehtäväksi hakkuun yhteydessä. Mittauksen työnvaiheet nivoutuvat metsurin hakkuutyöhön luontevasti, mikä helpottaa menetelmän omaksumista. Ajanmenekkielivitysten perusteella koepuidenmittauksen vaatima lisätyö koepuualuetta kohti on melko pieni.

Suppeahkon ajanmenekkielivityksen tulokset ovat vain suuntaa antavia. Järeiden runkojen aineisto jäi vähäiseksi. Myöskään oksaisuuden vaikutusta koepuidenmittauksen ajanmenekkiin ei pystytty luotettavasti selvittämään.

Tutkimukseen osallistuneet metsurit pitivät koepuidenmittausta mielekkäänä työnvaiheena. Menetelmän käytön alkuvaiheessa vaikeutena oli pituuskoepuun valintaa ilmoittavan valomerkin huomaaminen ajoissa rinnankorkeusläpimitan mittaamisen jälkeen. Mittalaitteen toimintaa säätämällä koepuiden "unohtamisia" pystyttiin vähentämään.

Rinnankorkeusläpimitan mittaus metsurimitalla oli tämän tutkimuksen mukaan tarkkaa. Todennäköisimmin mittauksen oikeellisuuteen vaikuttaa kuitenkin oikea mittauskorkeuden määrittely. Tutkimuksessa oli mukana kaksi mittalaitetta, jotka molemmat rekisteröivät läpimitan virheettömästi. Laitteiden mitaustarkkuutta on silti seurattava.

Koepuurunkojen käyttöosan ja tukkirunkojen tukkiosan pituudenmittauksen tarkkuuteen vaikuttaa eniten metsurin työskentelytapa, eli kuinka lähellä runkoa hän kuljettaa mitanauhaa. Oksaisuus saattaa estää pituuden tarkan mittaamisen. Tulosten mukaan pituus aliarvioitiin jonkin verran. Tässä tutkimuksessa käyttöosan pituus tarkastettiin latvaläpimitaan 6 cm kuoren alta, joka ei välttämättä ollut katkaisukohta. Tarkastusmittaukset pyöristettiin kuitenkin lähimpään 5 dm:iin, joten käyttöosan päättymiskohdan määrittelyvirhe ei vaikuttane kovin paljon tuloksiin.

Rekisteröivän mittakaulaimen ohjelmistoa kehitetään edelleen pituuskoepuiden valinnan, mittaustietojen rekisteröinnin ja tukkirunkojen mittauksen osalta. Metsäntutkimuslaitos on laatinut rinnankorkeusläpimitaan ja käyttöosan pituuteen perustuvat tilavuustaulukot. Tässä tutkimuksessa käytettyä keskimääräisen latvanpituuden lisäystä koepuiden käyttöosan pituuteen ei tilavuustaulukoiden käyttöönoton myötä enää tarvita.

Asiasanat: Puutavaran mittaus
Metsurimittaus, koepuut

MEASUREMENT OF SAMPLE TREES DURING CUTTING; TIME EXPENDITURE AND ACCURACY WHEN MEASURED BY FOREST WORKER

The time expenditure and accuracy of the length measurement of the usable portion of sample trees during cutting was studied. A Masser measuring instrument with recording equipment was used for choosing the sample trees and registering the measurement results. The method was tested at Veitsiluoto Oy work sites in Northern Finland.

The larger the stem size, the greater the measurement time expenditure. Measurement time expenditure for pine and birch sample trees was 30 to 80 cmin/stem when the DBH was 7 to 21 cm, and slightly longer for large diameter spruce stems. No significant differences in time expenditure were noted either by cutting method or branchiness class.

The length measurement accuracy for the usable portion was good. The two forest workers measured 73.3 % and 82.4 % of the stems correctly. Both forest workers underestimated the length of the usable portion slightly. No significant differences in measurement accuracy were noted either by cutting method or by tree species.

Both of the measurement devices studied measured DBH accurately.

Measurement of length of sample trees is well suited for a forest worker. Measurement time expenditure is fairly small and measurement accuracy is sufficient.

Key words: Timber measurement
Measurement by the forest worker,
sample trees

