

**Taimikon perkaus- ja harvennustyön  
tuottavuuden mittaaminen ja  
palkanmäärityksen kehittäminen**

**Tero Rautolahti  
Simo Kaila**

Metsätehon raportti 18  
14.4.1997

Osakkaiden yhteishanke

Asiasanat: taimikon perkaus, taimikon harvennus,  
tuottavuus, työmittaus, palkanmääritys

Helsinki 1997

## SISÄLLYS

<b>TIIVISTELMÄ</b> .....	<b>3</b>
<b>1 JOHDANTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2 TUTKIMUSJÄRJESTELYT JA AINEISTO</b> .....	<b>4</b>
2.1 Taustatietoja .....	4
2.2 Systemaattinen koealaotanta .....	5
2.3 Rinnakkaiskoealat .....	5
2.4 Tulosten laskenta .....	6
<b>3 TULOKSET</b> .....	<b>7</b>
3.1 Tutkimuskohteiden poistuman määrät ja käytetyt työmittausmenetelmät .....	7
3.2 Yksikköpalkat ja työmittaus .....	8
3.2.1 Yksikköpalkkojen taso .....	8
3.2.2 Tiheyden määrittäminen .....	11
3.2.3 Kantoläpimitan määrittäminen .....	11
3.2.4 Organisaatioyksiköittäinen tulosten vaihtelu .....	13
3.3 Työmittauksen mahdolliset virhelähteet ja niiden vaikutukset tuloksiin .....	19
3.3.1 Subjektiiivisuus koealojen paikan valinnassa .....	19
3.3.2 Subjektiiivisuus otantamenetelmissä ja niiden soveltamisessa .....	21
3.4 Pinta-alojen määrittämyksen tarkkuus .....	23
<b>4 KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET</b> .....	<b>25</b>
4.1 Yleistä .....	25
4.2 Urakkapalkkaus .....	25
4.3 Aikapalkkaus .....	27

## TIIVISTELMÄ

Taimikon perkaus-harvennuksen palkanmäärityksessä on käytössä erilaisia sovellutuksia. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, millaiseen yksikköpalkkatasoon eri palkkaustavat ja työmittausedelmät ovat johtaneet verrattuna olemassaolevien palkkataulukoiden mukaan laskettuun palkkaan. Alustavissa selvityksissä yrityksissä oli saatu tuloksia, joiden mukaan palkkaliukumaa olisi tapahtunut. Tutkimuksen maastotyöt suoritettiin kesällä 1996 Enso Oy:n kolmessa hankinta-alueessa, Metsämannut Oy:n mailla sekä Etelä-Savon metsänhoitoyhdistysten liiton alueella. Tutkittuja työmaita oli yhteensä 104 yhteispinta-alaltaan 520,6 ha.

Tutkimuksessa mitattiin systemaattisen ympyräkoelaverkoston avulla poistuman keskiläpimitta ja tiheys, joiden avulla työmaan taksa määriteltiin. Tavoitteena oli noin 20 kpl 20 m<sup>2</sup>:n koelaa työkohteelta. Niiden pohjalta laskettua takkaa verrattiin käytännön työmittauksen antamiin palkkoihin. Niillä kohteilla, jotka oli mitattu systemaattista otantamenetelmää käyttäen, haluttiin vielä verrata ns. rinnakkaiskoelajien avulla, oliko koelajien paikan valinnassa tapahtunut systemaattista valikointia.

Maksettujen taksojen taso oli aikapalkkauksessa keskimäärin 2,17-kertainen ja urakkapalkkauksessa 1,52-kertainen koelajilta määritettyyn tasoon verrattuna. Organisaatioiden sisällä ja organisaatioyksiköiden välillä oli suuria eroja. Poistuman tiheydet olivat koko aineistossa lähempänä tutkimuksessa mitattua tasoa kuin läpimitat.

Rinnakkaiskoelajaverkoston tuloksien mukaan ei valikoitumista tiheyden suhteen näytä juurikaan tapahtuneen. Läpimitan määrittämisen tuloksissa sen sijaan näkyi poikkeamia tutkimuksen antamista tuloksista ylöspäin. Palkanmaksun perusteena olleet pinta-alat poikkesivat useammin (70 %) ylöspäin tutkimuksessa mitattuihin verrattuina, mutta tämän kustannusvaikutukset ovat yksikkötaksojen poikkeamaan verrattuina selvästi vähäisemmät.

Palkanmäärityksessä tulisi kiinnittää huomiota koulutuksen ja seurannan lisäämiseen. Luotettavan ja kevyehkön kontrollimenetelmän luominen on ilmeisen tarpeellinen toimenpide. Mitattavien koelajien määrää ei voida enää vähentää, jotta uskottavuus menetelmiin säilytetään. Harvasta taulukoinnin luokituksesta aiheutuvaa virhettä voidaan vähentää siirtymällä käyttämään ajanmenekifunktiota. Erityisen suuria liukumia aikapalkkauksessa näyttää tuoneen edellisen vuoden puutavaran hakkuusta johdettu päiväpalkka. Aikapalkkauksessa voitaisiin kokeilla henkilökohtaista palkkausta, joka johdetaan työntekijäkohtaisesta tuottavuudesta ja jota kontrolloidaan esim. pistokokein.

Myöhemmin kontrollimittausten yhteyteen voitaisiin liittää työn laadun seuranta.

## 1 JOHDANTO

Raivaussahatyön urakkapalkan oikeellisuus riippuu käsiteltävän alan työvaikeustekijöiden riittävän tarkasta määrittämisestä. Suurten koelamäärien mittaaminen poistuman ja keskiläpimitan laskemiseksi ei tule käytännössä kyseeseen, ja jos koalaverkosto on harva, koalojen sijoittelu mittaamalla ei näytä toimivan.

Vähien koalojen sijoittelua maastoon systemaattisen koalaverkoston avulla on käytännössä hankala kontrolloida, mistä johtuen subjektiivisten tekijöiden mukaantulo mittaukseen on mahdollista ja linjojen suuntaaminen sekä tarkan koalan paikan tarkastaminen kontrollimitauksella on mahdotonta. Lyhyilläkin koalojen siirroilla saatetaan saada poistettavien puiden hehtaariohtaisiin lukumääriin useiden tuhansien puiden eroja.

Systemaattinen virhe näyttää yritysten viimeaikaisten selvitysten perusteella olevan oletettua suurempi. Poistettavien puiden tiheys, varsinkin poistumaltaan harvoissa työkohteissa, on arvioitu usein liian suureksi. Keskiläpimitan määrittäminen on johtanut usein todellista korkeampien läpimittaluokkien käyttöön.

## 2 TUTKIMUSJÄRJESTELYT JA AINEISTO

### 2.1 Taustatietoja

Taimikon perkauksen tuottavuuden mittaaminen -projektin aineistonkeruuseen osallistui Enso Oy:n kolme hankinta-aluetta (Karjala, Saimaa, Savo). Metsämännut Oy:sta mukana oli työmaita Viitasaarelta ja Äänekoskelta. Yksityismetsätalouden Työnantajat ry:n aloitteesta aineistonkeruuseen ottivat osaa Etelä-Savon metsänhoitoyhdistysten liiton alueelta Kangasniemen, Mikkelin ja Mäntyharjun metsänhoitoyhdistykset.

Tutkimuksen valmistelevat työt tehtiin kesä-heinäkuussa 1996 Metsätehossa. Tutkimusta varten laadittiin maastotyöohje, joka sisälsi käytettävät mittausmenetelmät ja maastolomakkeiden täyttöohjeet. Mittaajat saivat yhden työpäivän mittaisen koulutuksen tehtävään käytännön maastotyökohteella. Tutkimus toteutettiin Metsätehon ohjaamana Helsingin yliopiston metsäteknologian pro gradu -työnä. Mittaustyön suorittajina toimi tutkimuksen tekijän lisäksi metsäalan oppilaitosten harjoittelijoita ja kokeneita metsäammattilaisia.

## 2.2 Systemaattinen koealaotanta

Tutkimuksen päätulokset perustuvat linjoittaiseen ympyräkoelaotantaan, jossa pyrittiin saamaan noin 20 koealaa mitattavalle työmaalle. Tämä otanta tehtiin tutkimuksen kaikilla työmailla. Linja- ja koealaväli määritettiin työmaan pinta-alan perusteella. Palkanmaksun perusteena olleet pinta-ala- ja muut tiedot saatiin asiakirjoista ja työmaasta vastanneilta työnjohtajilta. Linja- ja koealaväli pyrittiin saamaan samansuuruisiksi, jotta koealaverkosto olisi jakautunut kohteelle mahdollisimman tasaisesti. Linjojen suuntaus tehtiin kohtisuoraan luontaista pääkaltevuutta vastaan tai ojitus- ja aurausaloilla ojien tai aurausvakojen poikkisuuntaan. Ensimmäinen linja- ja koealaväli puolitettiin. Etäisyyksien mittauksessa käytettiin lankamittalaitetta ja suunnan määrittämisessä käsisuuntakehää (bussolia).

Koealat merkittiin maastoon paaluilla, joihin kirjoitettiin linjan ja koealan numero. Paalut merkittiin kuitunauhoilla mahdollista jälkitarkastusta varten. Ympyräkoelan säde oli 2,52 m, jolloin koealan kooksi muodostui 20 m<sup>2</sup>. Ympyrän sisäpuolelta luettiin kaikki syntyneet 0,5:tä cm:ä suuremmat raivaussahatyössä kaadetut kannot. Apuna 0,5 cm:n rajan määrittämisessä käytettiin taimikaulainta. Säteen mittauksessa käytettiin sädenauhaa tai -keppiä.

Keskiläpimitta kohteella määritettiin koealapaalun viiden lähimmän puun keskiarvona. Mittaus suoritettiin millimetrin tarkkuudella työntömittaa tai viivainta apuna käyttäen. Mittauskorkeutena käytettiin kannon yläreunaa, ellei siinä ollut paksuuntumaa, jolloin mittauskorkeutta laskettiin sen vaikutuksen alapuolelle. Läpimittahavainnot mitattiin kohtisuoraan koealapaalua kohden.

Poistumatyyppi selvitettiin koealakohtaisesti, ja yhteenvetotiedoista pääteltiin, oliko taksan laskentaan valittava mäntyvaltaisen, sekapuuston vai kuusivaltaisen poistuman taulukko. Maastoluokka kirjattiin tutkimuksen mittaajan arviona.

## 2.3 Rinnakkaiskoealat

Tutkimuksessa mitattiin koealojen paikan valinnan oikeellisuutta niin sanotun rinnakkaiskoelamenetelmän avulla. Siinä työmittauksessa mitattujen koealojen vierelle mitattiin linjan suunnasta 90° vasemmalle ja oikealle kymmenen metrin etäisyydelle erityiset rinnakkaisalat. Koealat ja niiden mittaukset tehtiin samoin kuin koealaverkoston ympyräkoeloilla. Lisäksi kontrolloitiin työmittauskoeala. Rinnakkaiskoealoja

mitattiin yhdeksältä sellaiselta työmaalta, joilla oli käytetty linjoittaista systemaattista koealaotantaa.

## 2.4 Tulosten laskenta

Laskenta suoritettiin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Tutkimuksen ympyräkoelaotannan mukainen yksikköpalkka laskettiin hinnoittelmalla mitatut koealat kunkin organisaation omia taksataulukoita käyttäen, ja koealojen tuloksista laskettiin keskiarvo. Samalla laskettiin työkohteittain poistuman, keskiläpimitan ja taksan markkojen hajonnat. Laskennassa käytettiin samoja poistumatyyppitaulukoita kuin työmittauksessakin. Tutkimuksessa on samoin käytetty työmittauksen mukaisia kalleus- ja vaativuusryhmiä. Vaativuusryhmä oli yleensä 3, vain yhdessä organisaatioyksikössä se oli 2.

Maksetun palkan yksikkötaksa saatiin asiakirjoista ja työnjohdolta. Urakkapalkasta eliminoitiin mahdolliset maastolisät samoin kuin ansiotasauksesta aiheutuvien kertoimien vaikutus, jolloin jäljelle jäivät urakan rahakerroin ja sahorvaus yhdistettynä tuottavuustaulukoihin. Tarkoituksena oli, että urakkapalkkaisuilla työmailla tutkimuksen maastotöiden mukainen yksikköpalkan laskennan rakenne olisi täysin sama kuin käytännön palkanmäärityksessäkin, jolloin mahdolliset erot johtuisivat pelkästään poistuman tiheyden ja keskiläpimitan määrittämisestä.

Aikapalkkaisen työn hehtaarikustannukset saatiin jakamalla kohteen kokonaispalkka tutkimuksen linjoittaisen koealaotannan perusteella lasketulla pinta-alalla. Tarkoituksena oli verrata tulosta käytössä olevien urakkapalkkataulukoiden mukaisiin yksikköpalkkoihin ilman pinta-alan määrityksen mahdollista systemaattista virhettä.

Rinnakkaiskoealojen laskennassa käytettiin samaa laskentapohjaa, mutta yksikköpalkkoja ei määritetty. Tarkoituksena oli ainoastaan keskiläpimitan ja poistuman keskiarvojen vertailu.

Pinta-alaestimaatti laskettiin tutkimuksen linjoittaisessa koealaotannassa mitatun linjan matkan ja linjavälin avulla.

### 3 TULOKSET

#### 3.1 Tutkimuskohteiden poistuman määrät ja käytetyt työmittausmenetelmät

Tutkimuksen maastomittaukset suoritettiin kesä - lokakuussa 1996. Tutkimuskohteiksi valittiin työkaudella toteutettuja tavanomaisia taimikon perkaus- ja harvennustyömaita. Mukana oli myös kaksi uudistusalan raivaustyömaata.

TAULUKKO 1 Tutkimuskohteiden keski-, minimi- ja maksimiarvoja

	Pinta-ala, ha	Poistettavia, kpl/ha	Variaatiokerroin, %	Keski- läpimitta, cm	Variaatiokerroin, %	Taksa, mk/ha	Variaatiokerroin, %
Keskiarvo	5,0	17 300	79	2,2	42	528	64
Minimi	0,7	2 450	34	1,4	23	219	30
Maksimi	19,3	58 530	185	3,6	92	1 142	157
Summa	520,6						

Tutkituista 104:stä raivaussahatyökohteesta aikapalkkausta oli käytetty 32:lla ja urakkapalkkausta 72:lla kohteella.

Aikapalkkauksen perusteina oli käytetty Metsäalan palkkaus-koulutusaineiston V painoksen (1.11.1995) mukaista päiväpalkkaa, edellisen vuoden töistä johdettua keskiansiota ja edellisen vuoden moottorisahatöiden keskiansiota. Mukana oli myös eräs kokeilu, jossa päiväpalkka oli johdettu edellisen vuoden taimikonperkaustöiden keskiansiosta.

Urakkapalkkauksen työmittausmenetelmät oli määritelty maastomittaus-ohjeessa seuraavasti:

- 1. Linjoittainen koealaotanta.* On kyseessä silloin, kun työvaikeustekijöiden määrittämiseksi on käytetty työkohdekohtaista systemaattista linjoittaista, mitattuihin koealaväleihin perustuvaa koealaotantaa.
- 2. Jatkuva mittaus.* Jos työntekijän tekemiltä aloilta mitataan systemaattinen koealaotanta sijoitettuna koko työkauden työmaille, on kyseessä jatkuva mittaus. (Tarkoitus ei ole saavuttaa työmaakohtaista ”oikeaa” taksaa, vaan se, että työkauden kaikkien alojen taksojen keskiarvo muodostuu ”oikeaksi”.)
- 3. Sovittu tai valittu koealanäyte.* Käsittelyalan suorituspalkka määritetään ennen työn aloittamista tai sen jälkeen työntekijän ja työnjohdon yhdessä tai erikseen mitaamaan, edustavista kohdista valitun koealanäytteen perusteella.

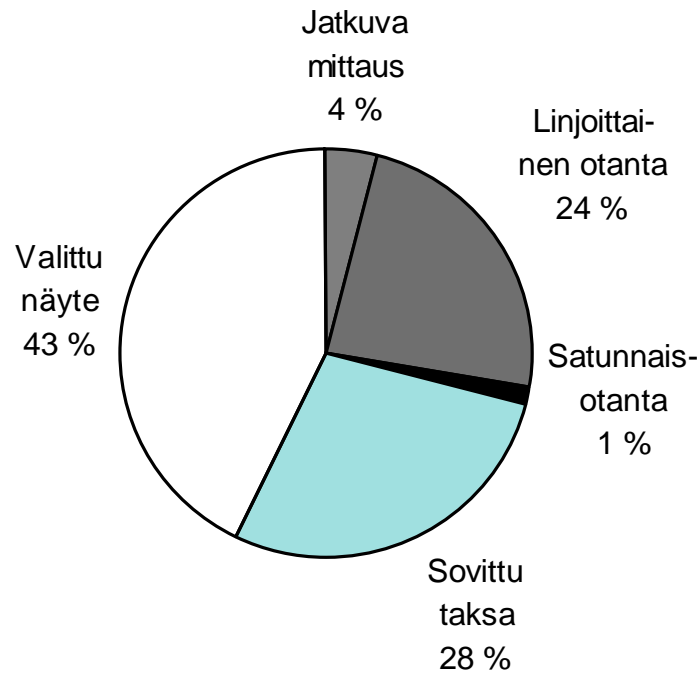


4. *Sovittu taksa.* Työnjohto ja työntekijä sopivat taksan, esim. 600 mk/ha, ilman että mittauksia on tehty.

5. *Muu.* Jos palkan maksun perusteena on ollut jokin muu menetelmä.

Menetelmästä on annettava lyhyt kuvaus seuraavalla rivillä.

Mittausmenetelmissä ilmeni omia sovellutuksia organisaatioiden välillä ja sisälläkin varsin runsaasti. Menetelmät luokiteltiin niitä lähinnä olevaan maastomittausohjeen kategoriaan. Yksittäinen ”satunnaisotanta-sovellus” perustui koealan paikan määräytymiseen raivaussahan polttoaineen loppumiskohdassa.

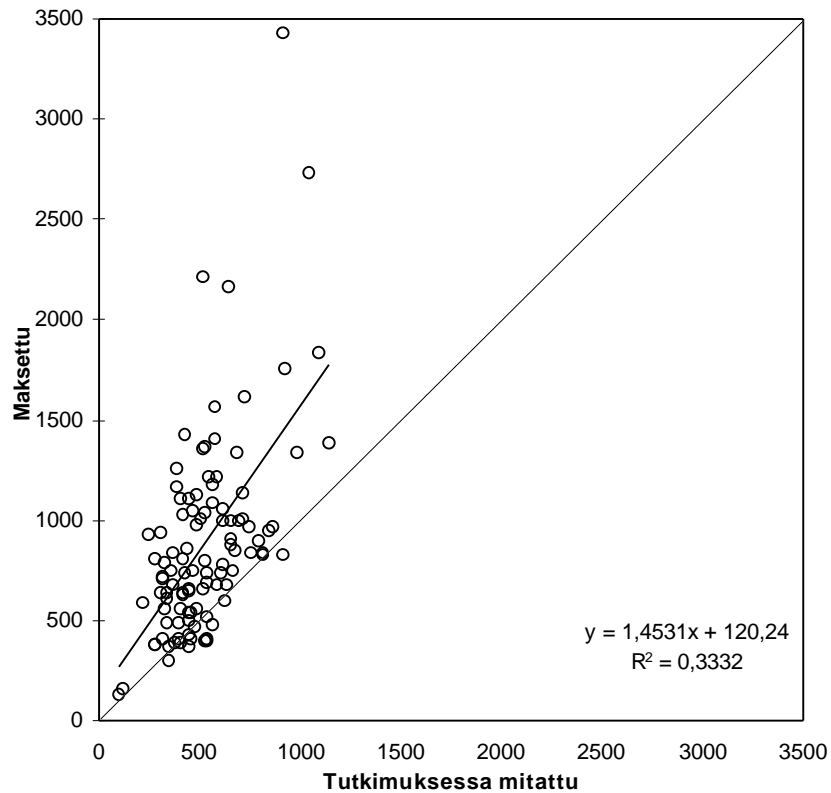


**Kuva 1.** Työmittausmenetelmien jakautuminen tutkituilla kohteilla.

## 3.2 Yksikköpalkat ja työmittaus

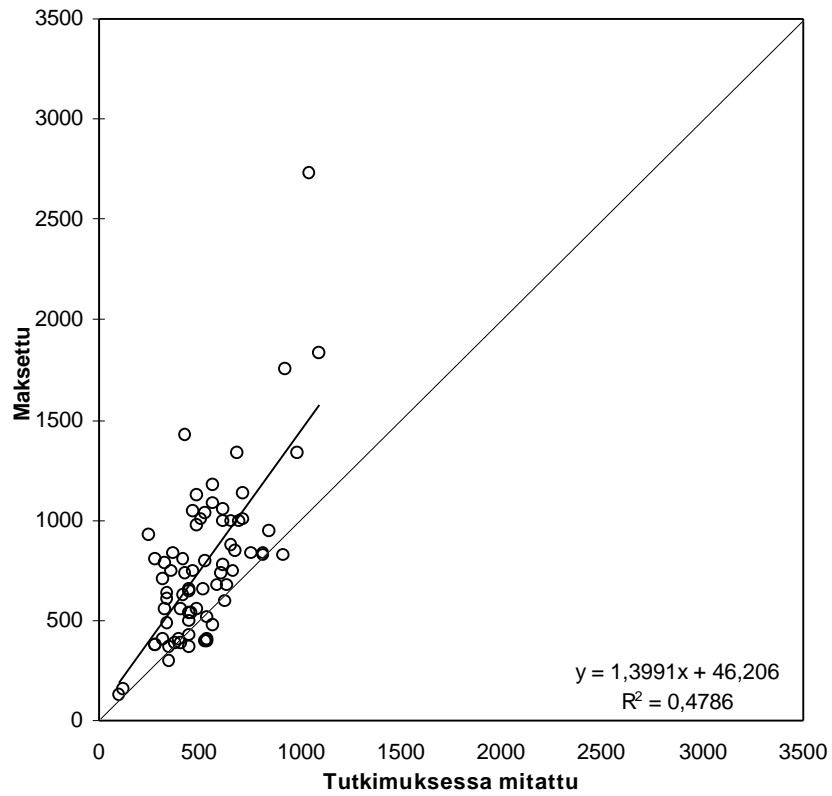
### 3.2.1 Yksikköpalkkojen taso

Koko aineiston 104 työmaasta tutkimuksessa mitattujen poistuman tunnusten mukainen yksikköpalkka oli palkanmaksun mukaista yksikköpalkkaa pienempi 13 tutkimuskohteella ja suurempi 91 kohteella (kuva 2). Regressioyhtälön mukaan palkkaliukuma on keskimäärin noin 45 %, mihin on vielä lisättävä vakio, 120 mk/ha.

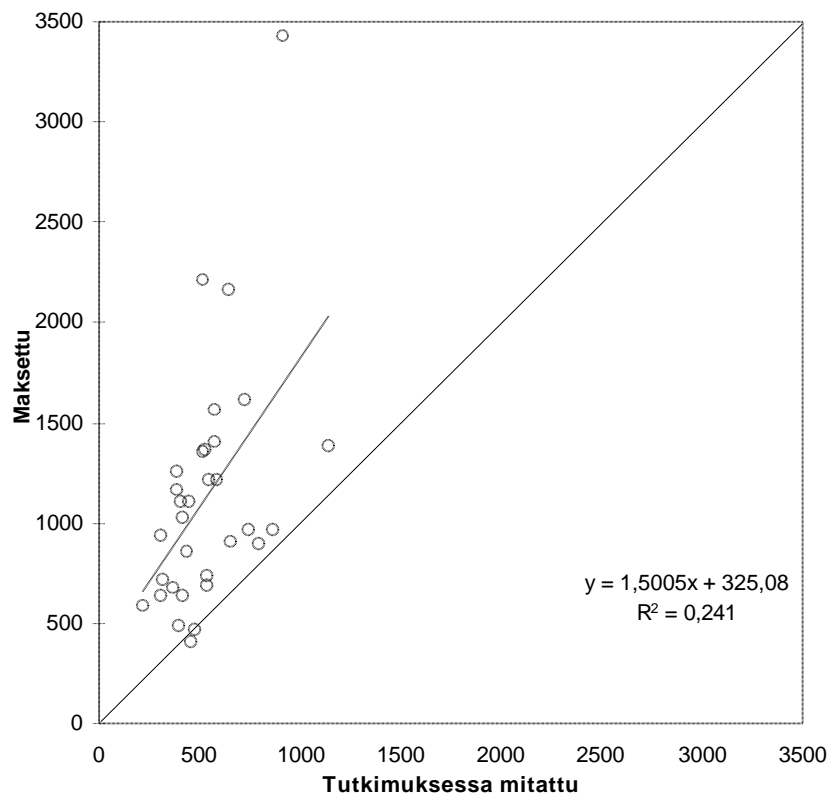


**Kuva 2.** Koko aineiston palkkojen vertailu maksettu/mitattu, mk/ha. Lävistäjän (maksettu ja mitattu yhtäsuuret) yläpuoliset pisteet kuvaavat kohteita, joilla maksettu palkka on ylittänyt tutkimuksen hehtaaritaksan.

Urakkapalkkojen liukumaksi saadaan vastaavasti 40 % lisättynä vakioilla, 46 mk/ha (kuva 3). Aikapalkkojen vastaavat arvot ovat 50 % ja 325 mk/ha (kuva 4), eli aikapalkkojen keskimääräinen taso on korkea sekä halvoissa että kalliimmissakin kohteissa. Urakkapalkkojen taso on lähempänä tutkimuksen laskentatuloksia etenkin hehtaaritaksaltaan halvoilla kohteilla. Erityisen kaukana tutkimuksessa lasketuista tuloksista olivat ne aikapalkat, joiden perusteena oli käytetty edellisen vuoden puutavaran hakkuun keskiansiota.



**Kuva 3.** Urakkapalkat, maksettu/mitattu, mk/ha.



**Kuva 4.** Aikapalkat, maksettu/mitattu, mk/ha.

### 3.2.2 Tiheyden määrittäminen

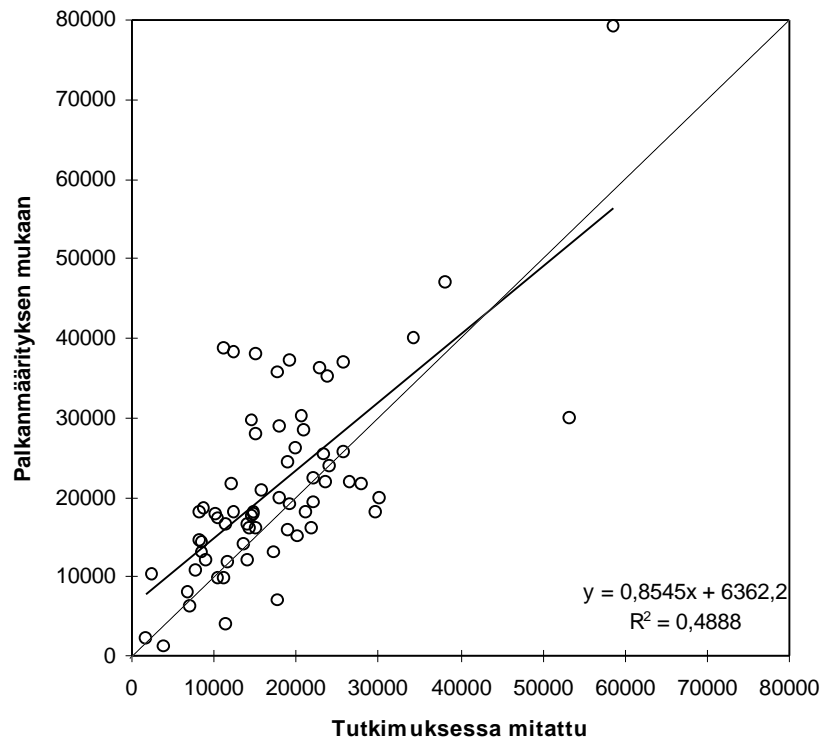
Poistuman tiheys ja läpimitta oli käytännön palkanmaksun perusteina kirjattu 67 kohteelta. Tiheyksien määritykset olivat keskimääräisesti osuneet välttävän lähelle tutkimuksen koelaloilta saatuja arvoja. Sen sijaan niillä työkohteilla, joiden poistuma oli pieni, käytännön työmittaus näytti taipumusta yliarvioihin (kuva 5). Työmittauksen arvot jäivät tutkimustuloksia pienemmiksi kolmasosassa tapauksista, ja kahdessa kolmasosassa ne olivat suurempia.

### 3.2.3 Kantoläpimitan määrittäminen

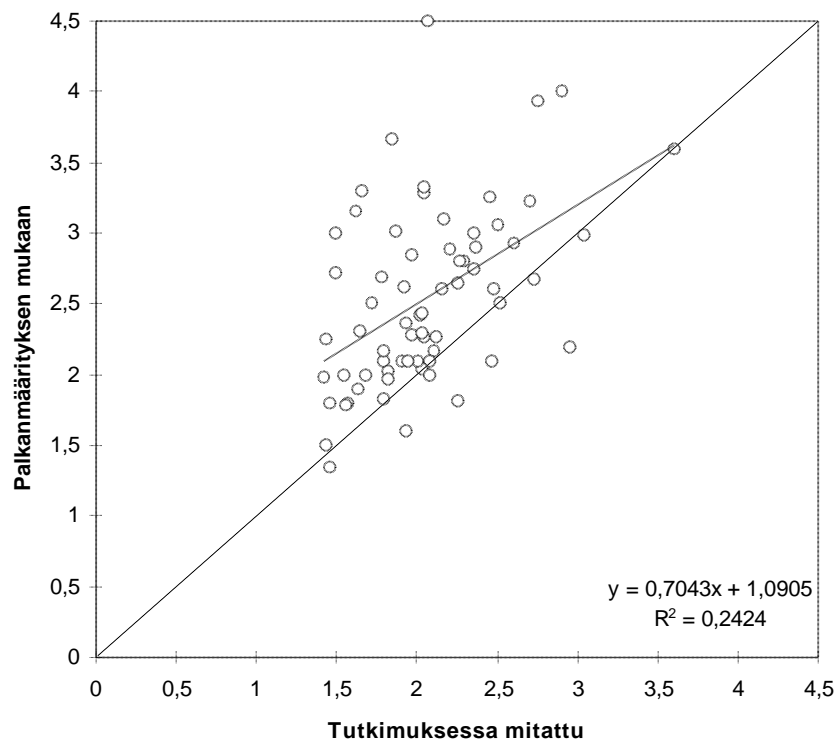
Läpimitan määrittäminen voitiin tarkastella samoilla 67 työkohteella kuin tiheyden. Työmittauksen läpimitta-arvot jäivät noin kuudesosalla kohteista pienemmiksi kuin tutkimuksen koelaloitannasta lasketut arvot ja suuremmiksi viidellä kuudesosalla (kuva 6). Poikkeamat ylöspäin olivat monissa tapauksissa varsin suuria. Etenkin pienet kantoläpimitat näyttivät käytännön työmittauksessa tulleen usein yliarvioituiksi.

Kuvien 5 ja 6 perusteella voisi päätellä, että edellä tarkasteltu palkkojen liukuma johtuisi enemmän läpimitan yliarvioitumisesta koalojen mittauksessa kuin otannan subjektiivisuudesta. Ainakin yhdessä organisaatiossa ilmoitettiin kuitenkin käytäntönä olevan, että pieniä, alle yhden cm:n kantoläpimitan puita ei lueta poistettaviin. Tällöin tiheydet ovat pienempiä ja kantoläpimitat suurempia kuin tutkimuksen antamat, mikä kyseisen organisaation kohdalla olikin havaittavissa.

Aiemmin tehtyjen havaintojen mukaan käytössä olevat, taimikon perkauksen palkkaperustetutkimuksen mukaiset palkkataulukot antavat melko samanlaisia taksoja, vaikka poistumaan mitattavien puiden minimikokoa jonkin verran muutetaan.



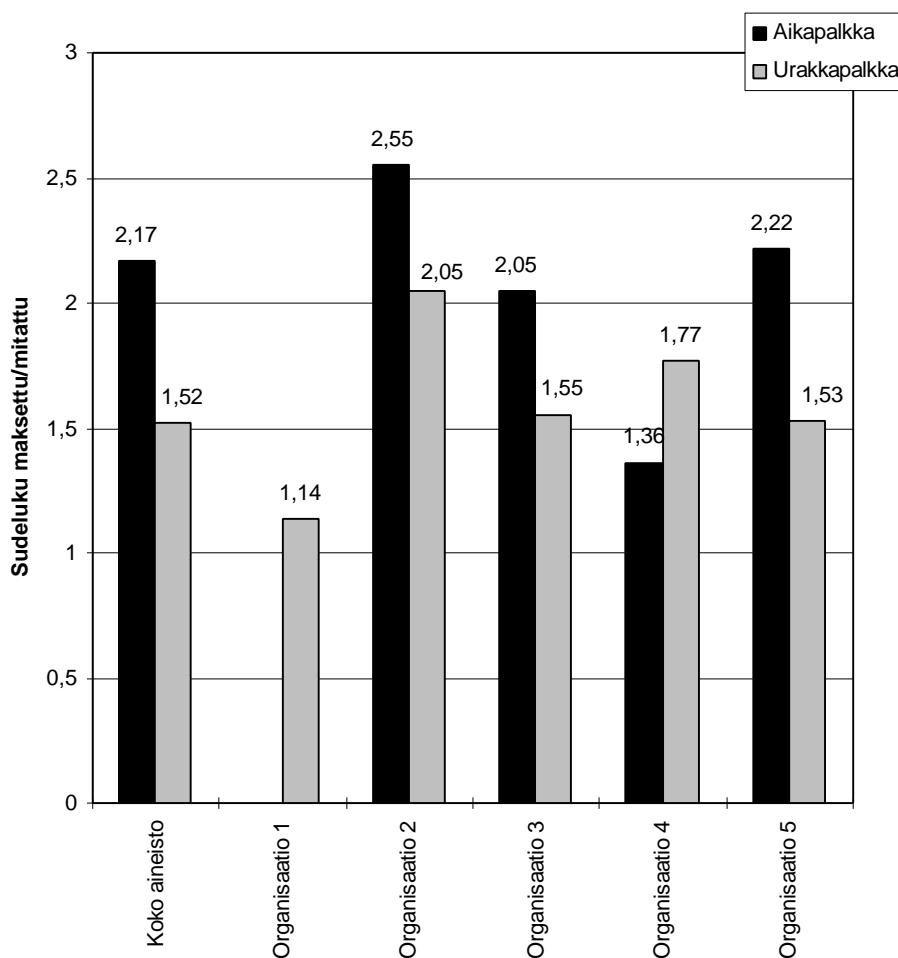
**Kuva 5.** Poistuman tiheyksien vertailu, tutkimuksessa mitattu / palkanmäärityksen mukainen, kpl/ha.



**Kuva 6.** Keskiläpimitan vertailu, tutkimuksessa mitattu / palkanmäärityksen mukainen, cm.

### 3.2.4 Organisaatioyksiköittäinen tulosten vaihtelu

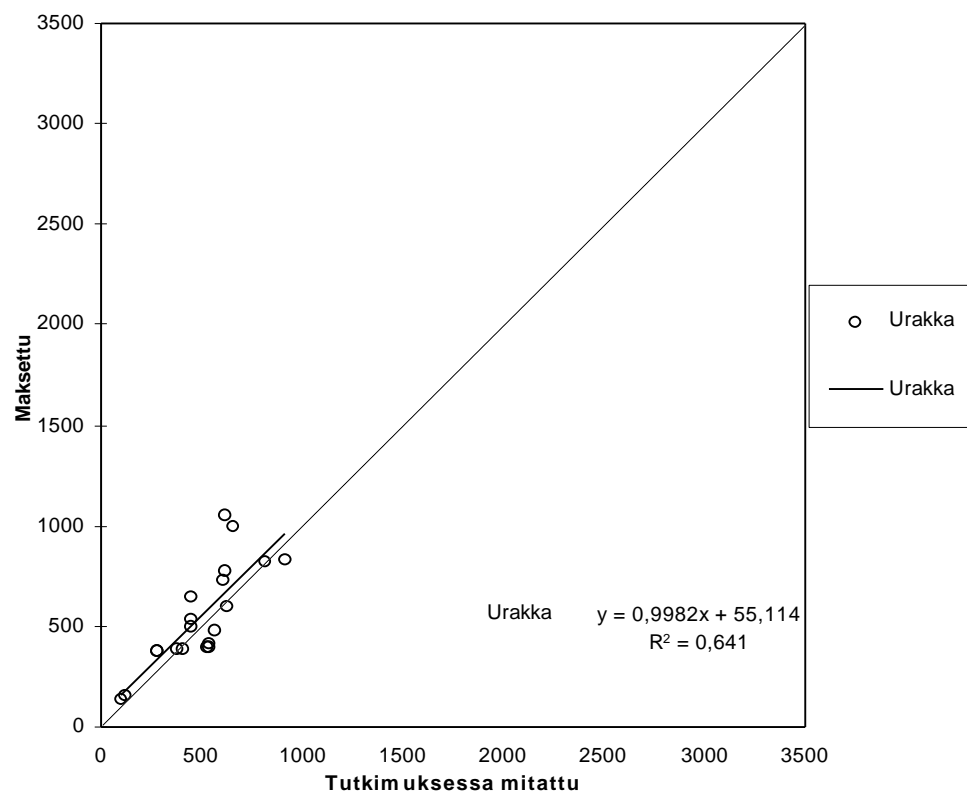
Organisaatioyksiköiden (yritys ja hankinta-alue tai vastaava) maksamien ja tutkimuksen mukaisten yksikköpalkkojen vertailu esitetään kuvassa 7. Organisaatioyksiköiden nimiä ei ilmoiteta, ja tulokset esitetään satunnaisessa järjestyksessä. Organisaatioyksiköiden välisiä eroja on tutkimuksen tulosten soveltamisen kannalta silti tarpeen tarkastella: maksettujen ja tutkimuksessa mitattujen poistumatunnusten mukaisten yksikköpalkkojen suhde vaihteli organisaatioyksiköittäin melkoisesti.



**Kuva 7.** Yksikköpalkkojen vertailu organisaatioyksiköissä, maksettu/mitattu, mk/ha.

Organisaatioyksikkö 1 näytti selviytyneen hyvin työmittauksessa; käytännössä maksetut ja tutkimuksen koelaotannan mukaiset palkat olivat hyvin lähellä toisiaan. Maksettujen ja tutkimuksen mukaisten palkkojen suhdelukujen keskiarvoksi saatiin 1,14 (kuva 7), ja 65 %:ssa kohteista maksettu palkka oli suurempi kuin tutkimuksessa mitattu (kuva 8). Tutkimuksen mukaiseen koelaotantaan verrattuna käytännön työmittaus on johtanut niin helppoilla kuin vaikeillakin työkohteilla keskimäärin 55 mk/ha korkeampiin yksikköpalkkoihin.

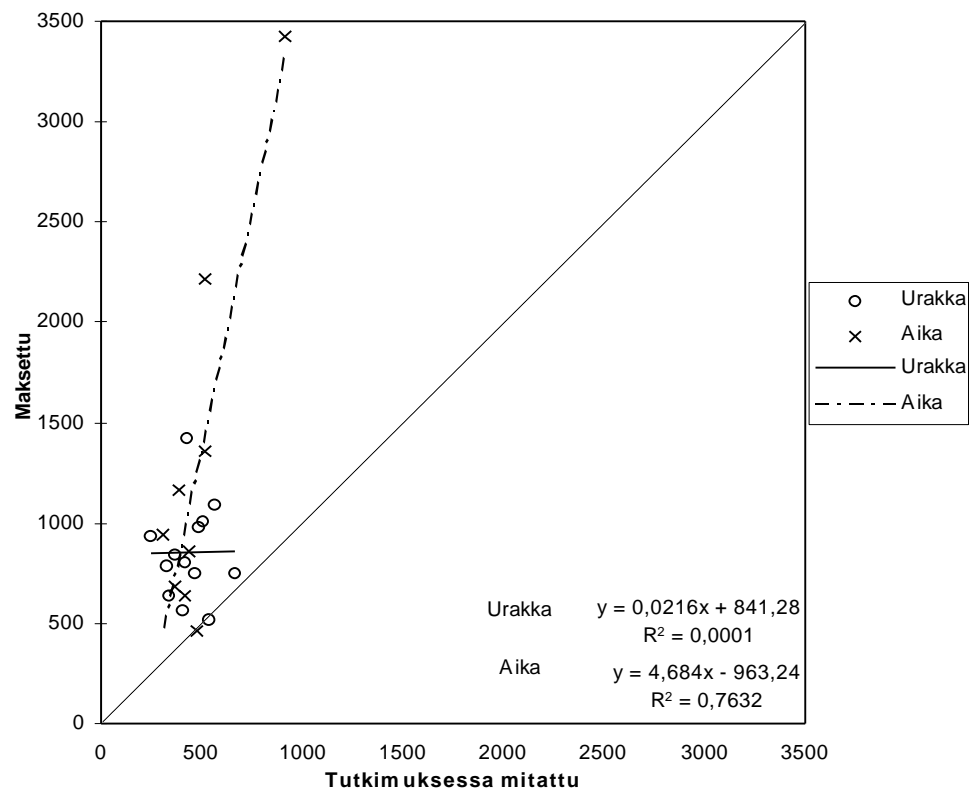
Organisaatioyksikössä oli sovellettu pääasiassa linjoittaista koelaotantaa. Koealojen määrä työkohteella oli keskimäärin 7. Työnjohto näytti osallistuvan työn opastukseen ja valvontaan varsin runsaasti.



**Kuva 8.** Organisaatioyksikkö 1: Palkkojen vertailu, maksettu/mitattu, mk/ha.

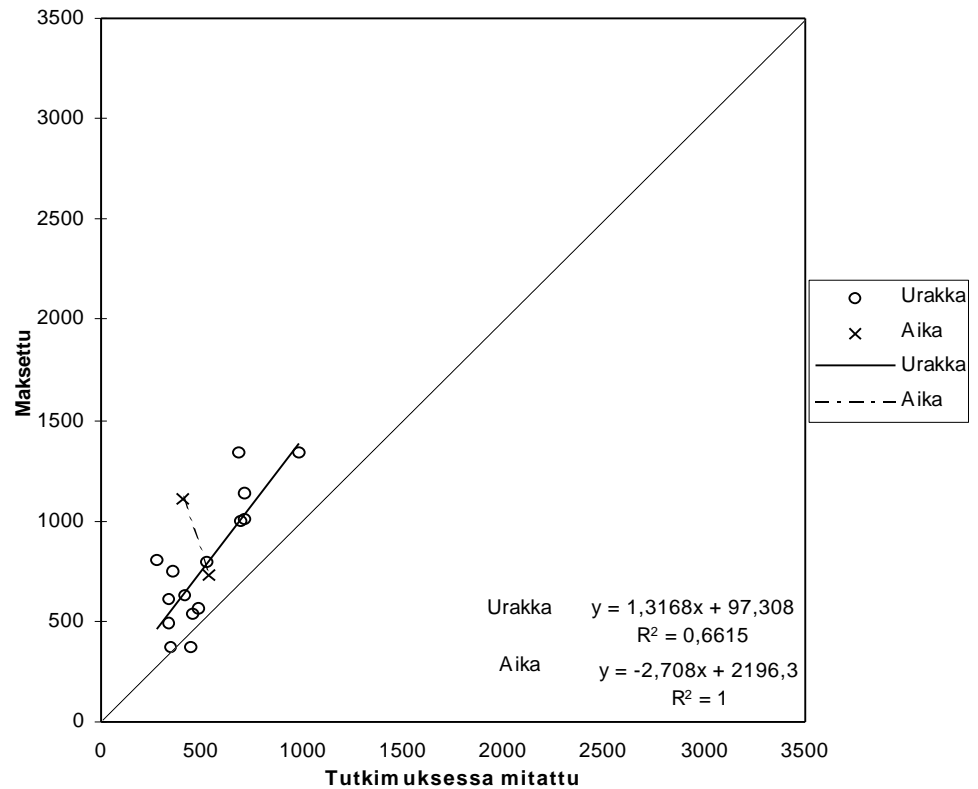


Organisaatioyksikkö 2:n kohteissa maksetut palkat olivat melko kaukana tutkimuksen koelaotannan mukaista. Palkat olivat lähes kaikilla työmailla suurempia kuin tutkimuksen koelaloilta lasketut. Urakkapalkkaisten maksettujen ja tutkimuksen mukaisten palkkojen suhdelukujen keskiarvoksi saatiin 2,05 ja vastaavien aikapalkkaisten 2,55 (kuva 7). Urakkapalkkaisessa työssä maksetulla palkalla näyttää olevan vain vähän yhteyttä tutkimuksen koelaotannan tuloksiin. Aikapalkkaisessa työssä taas etenkin kahden työmaan ajankäyttö näyttää olleen suhteettoman suuri verrattuna tutkimuksen koelaotannan mukaiseen, urakkaperusteiseen yksikköpalkkaan (kuva 9).



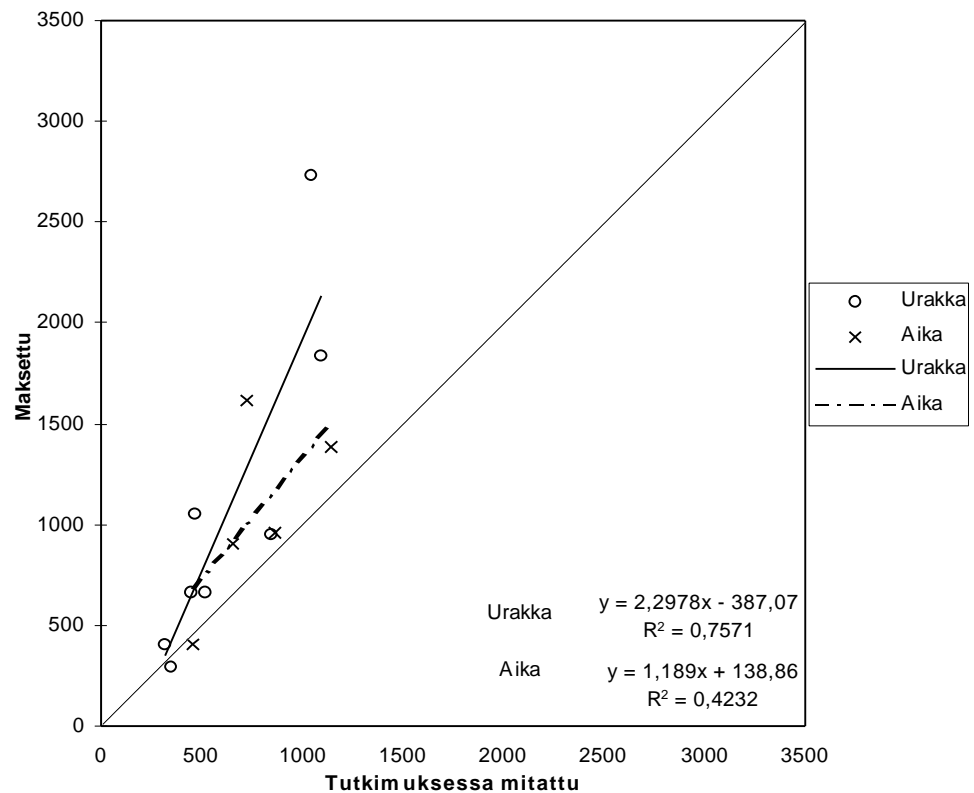
**Kuva 9.** Organisaatioyksikkö 2: Palkkojen vertailu, maksettu/mitattu, mk/ha.

Organisaatioyksikkö 3:ssa maksetut palkat olivat edellistä lähempänä tutkimuksen koelaotannan mukaisia palkkoja, joskin systemaattisesti näiden yläpuolella. Korkeampia ne olivat lähes kaikilla kohteilla. Suhdelukujen keskiarvoksi saatiin urakkapalkkaisilla työmailla 1,55 (kuva 7, s. 13), ja käytännön työmittaus on johtanut tutkimuksen koelaotannan mukaiseen verrattuna kolmanneksen korkeampaan hinnoitteluun (kuva 10). Aikapalkkaisen työn tuloksia ei voida luotettavasti arvioida, koska tutkimuksessa oli vain kaksi työmaata.



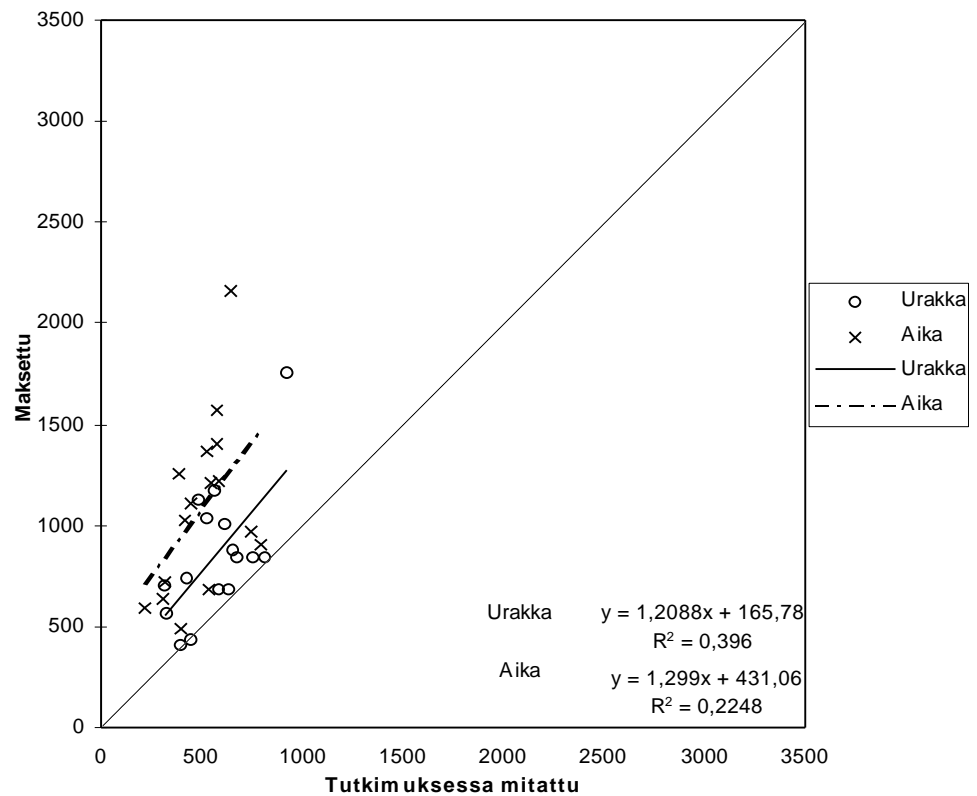
**Kuva 10.** Organisaatioyksikkö 3: Palkkojen vertailu, maksettu/mitattu, mk/ha.

Organisaatioyksikkö 4:ssä maksetut palkat ylittivät viidessä tapauksessa kuudesta tutkimuksen koelaotannan antaman urakkatyöperusteisen palkkatason (kuva 11). Maksetun ja tutkimuksen mukaisen palkan suhdeluiksi saatiin urakkapalkkaisilla työmailla 1,77 (kuva 7, s. 13) ja aikapalkkaisilla keskimäärin 1,36. Ensinmainittua nostaa yhden työmaan korkea suhdeluku. Havaintojen niukkuuden vuoksi tulosta ei tämänkään organisaation kohdalla ole syytä yleistää.



**Kuva 11.** Organisaatioyksikkö 4: Palkkojen vertailu, maksettu/mitattu, mk/ha.

Organisaatioyksikkö 5:n työmailla maksetut palkat olivat jälleen lähes kaikissa tapauksissa tutkimuksen koelaloilta laskettua urakkapalkkaisen työn palkkatasoa korkeampia. Suhdelukujen keskiarvo oli urakkapalkkaisilla työmailla 1,53 ja aikapalkkaisilla 2,22 (kuva 7, s. 13). Tutkimuksen koelaoitantaan verrattuna käytännön työmittaus urakkapalkkaisilla työmailla on johtanut hehtaaria kohti noin 165 mk:n ylitykseen. Aikapalkkaisilla työmailla tuottavuustaso taas on urakka-työpohjaisiin taulukkopalkkoihin verrattuna aiheuttanut runsaasti kaksi kertaa suuremman ylityksen (kuva 12).



**Kuva 12.** Organisaatioyksikkö 5: Palkkojen vertailu, maksettu/mitattu, mk/ha.

### 3.3 Työmittauksen mahdolliset virhelähteet ja niiden vaikutukset tuloksiin

#### 3.3.1 Subjektiivisuus koealojen paikan valinnassa

Niillä kohteilla, joilla työmittauksessa oli sovellettu linjoittaista otantaa, selvitettiin rinnakkaiskoealaverkostolla mahdollista systemaattista koealojen paikkojen hakeutumista tietynlaisiin kohtiin. Taulukossa 2 verrataan työmittauksen ja samasta koealakeskipisteestä mitattujen kontrollimittausten tuloksia. Poistuman tiheys on kontrollimittauksessa mitattu suuremmalta (20 m<sup>2</sup>) ympyräkoealalta kuin työmittauksessa (10 m<sup>2</sup>), mistä johtuen arvot vaihtelevat. Poistuman keskiläpimitta sen sijaan on mitattu periaatteessa samoista viidestä lähimmästä kannosta, joten niiden arvojen pitäisi olla samoja. Tiheyden suhteen koko aineistossa ei näytä olevan ”lähisiirtymää”, ts. koealan keskipistettä ei tarkoituksella olisi siirretty tiheämpään kohtaan. Sen sijaan keskiläpimitta on useammin mitattu suuremmaksi.

Kontrollikoealojen ja rinnakkaiskoealojen avulla selvitettiin myös, olisiko linjan suuntauksessa systemaattista siirtymistä tietynlaisiin kohtiin. Koko aineistossa metsurien mittaamien koealojen keskiarvot olivatkin sekä tiheyden että läpimitan osalta suurempia kuin kontrollikoealojen.

TAULUKKO 2 Työmittauksessa mitattujen koealojen (r = 1,78 m) ja tutkimuksessa samasta kohdasta mitattujen kontrollikoealojen (r = 2,52) vertailu

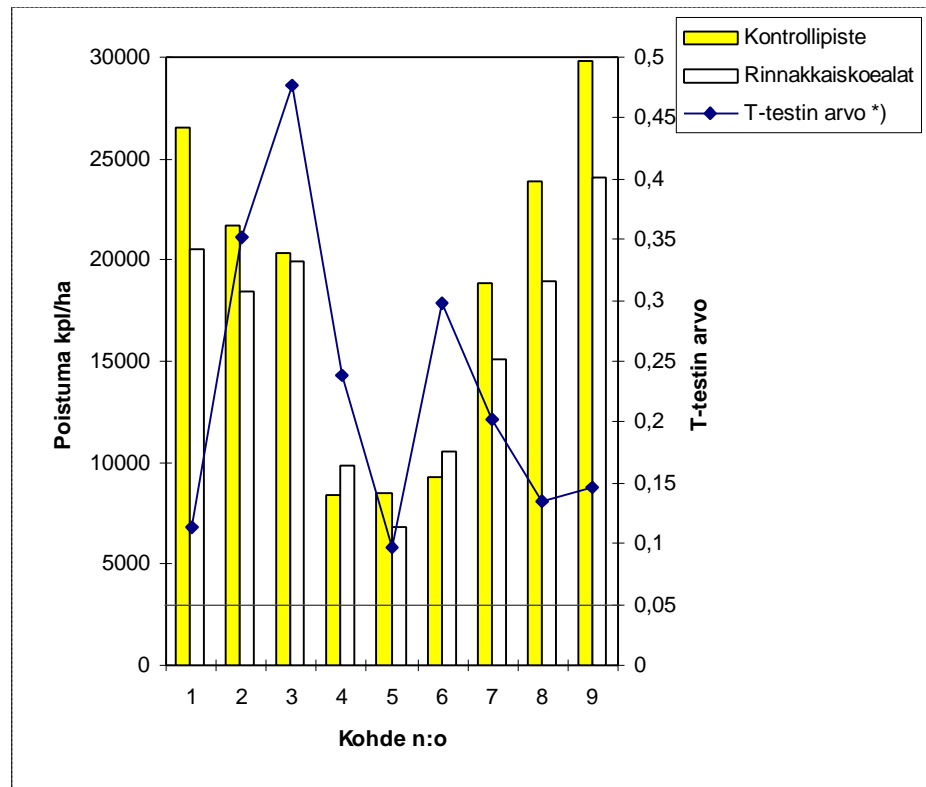
	Metsurin tulos > tutkimuksen	Metsurin tulos = tutkimuksen	Metsurin tulos < tutkimuksen
	%		
Poistuman tiheys	43	3	54
Poistuman keskiläpimitta	75	5	20

TAULUKKO 3 Kontrollikoealan ja rinnakkaiskoealojen vertailu

	Metsurin tulos > tutkimuksen	Metsurin tulos = tutkimuksen	Metsurin tulos < tutkimuksen
	%		
Poistuman tiheys	67	1	32
Poistuman keskiläpimitta	55	9	36



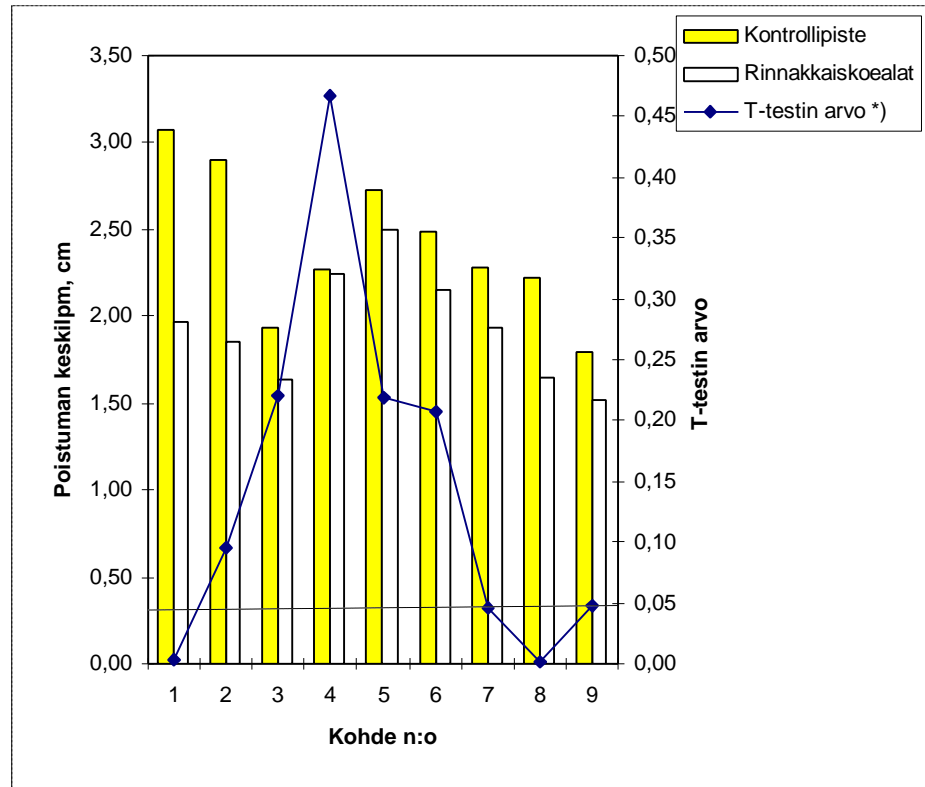
Lisäksi vertailtiin työmittauksen sekä vasemman- ja oikeanpuoleisten rinnakkaiskoealojen antamia tiheysarvoja työmittauksen koelan paikalta mitatun kontrollikoealan antaman poistuman tiheyden keskiarvoihin (kuva 13). Kontrollikoealojen keskiarvoon nähden vertailupaareista (kontrollipiste / oikea + vasen) suurempia oli seitsemän. Kahden vertailuparin keskiarvo oli sitävastoin pienempi.



**Kuva 13** Kontrollikoealan ja rinnakkaiskoealojen vertailu työkohteittain. Poistuman tiheys, kpl/ha, Studentin t-testillä.

\*) Testisuure kuvaa riskiä, jolla perusoletus kontrollin ja rinnakkaiskoealojen tuloksen samansuuruudesta hylätään virheellisesti. Jos riskitasoksi asetetaan 5 %, aiheuttaa samansuuroletuksen kumoamisen testisuure, joka on pienempi kuin 0,05.

Poistuman kantoläpimitan vertailu kontrolli- ja rinnakkaiskoealojen keskiarvojen välillä antoi samantapaisen tuloksen kuin tiheyksien vertailu (kuva 14). Rinnakkaiskoealojen arvot olivat kaikilla kohteilla kontrollikoealan arvoa pienempiä.



**Kuva 14** Kontrollikoealan ja rinnakkaiskoealojen vertailu työkohteittain, poistuman keskiläpimitta, cm.

<sup>\*)</sup> Testisuure kuvaa riskiä, jolla perusoletus kontrollin ja rinnakkaiskoealojen tuloksen samansuuruudesta hylätään virheellisesti. Jos riskitasoksi asetetaan 5 %, aiheuttaa samansuuruisoletuksen kumoamisen testisuure, joka on pienempi kuin 0,05.

### 3.3.2 Subjektivisuus otantamenetelmissä ja niiden soveltamisessa

Kohteilla, joilla työmittauksen mittaustulokset oli kirjattu, verrattiin vielä työmittauskoealoilta hinnoiteltuja yksikköpalkkoja tutkimuksessa mitattujen koealojen mukaisiin yksikköpalkkoihin. Edelliset olivat jälkimmäisiä korkeampia kaikissa merkitsevästi eroavissa tapauksissa. Näillä työkohteilla (46 työmaata) oli mitattu koealoja 3 - 25, keskimäärin 10 (taulukko 4).



TAULUKKO 4 Urakkapalkkauksessa eri työmittausmenetelmillä mitattujen koealojen lukumäärien keski-, minimi- ja maksimiarvoja, sekä yksikkökustannuksiltaan tutkimuksen tuloksista merkisevästi eroavien kohteiden suhteellinen osuus.

	Jatkuva mittaus	Linjoittainen otanta	Sovittu näyte	Valittu näyte
Työmaita, kpl	3	17	2	24
Keskiarvo, kpl/työmaa	5	11	8	9
Minimi, kpl/työmaa	3	3	5	3
Maksimi, kpl/työmaa	9	25	10	24
Merkitsevästi poikkeavia työmaita, %	(33)	29	(50)	50

TAULUKKO 5 Työmaiden työmittauksen hinnoittelutulokset verrattuna tutkimuksessa mitattujen koealojen mukaiseen hinnoitteluun työmittausmenetelmittain (Mannin-Whitneyn u-testin mukaan)

	Työmaita	Eroaa merkitsevästi *)
Jatkuva mittaus	3	1
Linjoittainen koealaotanta	17	5
Sovittu tai valittu koealanäyte	24	12

\*) Merkitsevyystaso 5 %, eli hyväksytään tämänsuuruinen riski siitä, että samansuuruusoletus hylätään virheellisesti.

Työmittausmenetelmittain ja työnjohtajittain tulokset olivat taulukoiden 5 ja 6 mukaiset. Suurin ero työmittaus- ja tutkimuskoealojen välillä oli valitun koealanäytteen mukaan mitatuilla kohteilla, joissa puolessa työmaista työmittauksen ja tutkimuksen koealojen tulokset erosivat toisistaan merkitsevästi. Muissa työmittausmenetelmissä tulokset olivat merkitsevästi erilaisia kolmasosassa työmaita.

Myös työnjohtajittain eroja näytti olevan, mutta yleensä työmaiden lukumäärä jäi niin pieneksi, ettei niiden tuloksia voida yleistää (taulukko 6).



TAULUKKO 6 Työmaiden työmittauksen hinnoittelutulokset verrattuna tutkimuksessa mitattujen koealojen mukaiseen hinnoitteluun työnjohtajittain (Mannin-Whitneyn u-testin mukaan).

Työnjohtaja	Työntekijöitä	Työmaita	Eroa merkitsevästi <sup>*)</sup>	Koealoja keskim. työmaalla
1	3	4	3	5
2	1	2	1	7
3	1	1	1	11
4	1	2	0	7
5	1	1	1	15
6	2	3	3	18
7	1	1	0	4
8	3	3	2	14
9	2	4	1	5
10	2	3	2	15
11	2	2	0	11
12	5	6	1	14
13	1	1	1	4
14	1	3	1	8
15	1	1	1	11
16	1	2	0	10
17	1	2	0	8
18	1	1	0	5
19	1	2	0	4

<sup>\*)</sup> Testisuure kuvaa riskiä, jolla perusoletus kontrollin ja rinnakkaiskoealojen tuloksen samansuuruudesta hylätään virheellisesti. Jos riskitasoksi asetetaan 5 %, aiheuttaa samansuuruusoletuksen kumoamisen testisuure, joka on pienempi kuin 0,05.

### 3.4 Pinta-alojen määrityksen tarkkuus

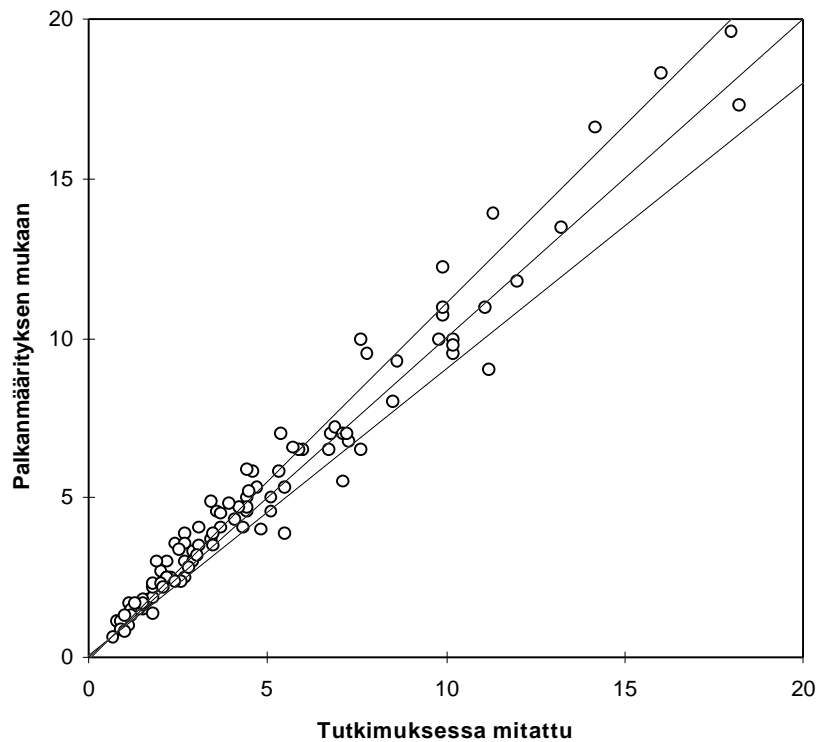
Tutkimuksessa laskettiin työkohteittaisten linjojen yhteispituuden avulla jokaiselle kohteelle pinta-alaestimaatti, joka on melko tarkka mutta sisältää virhelähteitä. Nämä virhelähteet ovat kuvioiden reunojen polveilu, lankamittalaitteen mittaustarkkuus, linjojen suuntaamisesta aiheutuva virhe ja perkausalan kulkuvaikeudesta aiheutuva virhemahdollisuus.

Työmittauksessa pinta-alan määrityksessä oli käytetty kolmea valtamenetelmää: pinta-ala saatiin kuviokartalta, työala mitattiin bussolin ja lankamittalaitteen avulla monikulmiomittauksena tai työntekijä rajasi kartalta alueen, jonka työnjohto laski esim. millimetripaperilta.

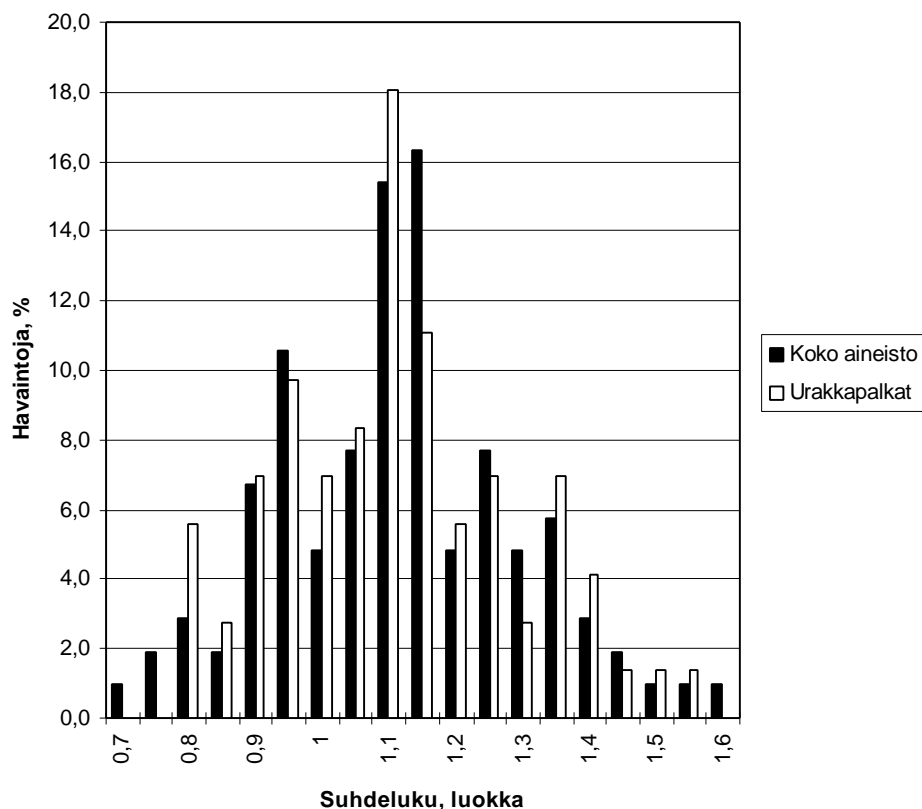


Koko aineistossa palkanmaksun mukainen pinta-ala oli saatu suuremmaksi 70 %:ssa kohteista, yhtäsuureksi 5 %:ssa ja pienemmäksi 25 %:ssa kohteista. Urakkapalkkaisilla työmailla, joilla pinta-ala on suoraan hehtaarikustannusten kertoimena, saatiin vastaaviksi luvuiksi 68 %, 7 % ja 25 %. Pienillä työmailla pinta-ala näytään usein yliarvioidun (kuva 15).

Yleistä suuntausta pinta-alojen yliarvioitumiseen ei ollut, mutta suuriakin poikkeamia palkanmaksun mukaisten ja tutkimuksen mukaisten pinta-alojen välillä silti esiintyi (kuva 16).



**Kuva 15.** Pinta-alojen vertailu, koko aineisto, ha (10 %:n rajat näkyvissä).



**Kuva 16.** Pinta-alojen vertailu palkanmäärityksessä mitattu/ tutkimuksessa mitattu -suhdeluvun mukaan luokiteltuina. Esim. jos pinta-ala ollut työmittauksessa 10 ha ja tutkimuksessa 9 ha, tulee suhdeluvuksi  $10 : 9 = 1,11$ .

## 4 KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET

### 4.1 Yleistä

Tulosten perusteella on syytä paneutua taimikon perkauksen palkanmäärityksen kehittämiseen. Myös työnjohdon tarvetta niin opastuskuin valvontatehtäviin on hyvä arvioida uudelleen. Seuraavassa keskitytään palkanmäärityksen kehittämiseen. Kuvattavista vaihtoehdoista on mahdollista kehittää rutiineja kentälle ohjeineen ja taulukkolaskentasovelluksineen.

### 4.2 Urakkapalkkaus

Ns. valitun keskimääräisnäytteen menetelmää tulisi käyttää vain sen riskit tiedostaen. Valittu keskimääräisnäyte on hankala toteuttaa objektiivisesti, vaikka aito pyrkimys siihen olisikin olemassa. Joillakin kohteilla järjestelmä toimi silti kohtuullisesti.

Sovittu taksa perustuu neuvotteluun ja saattaa antaa kokeneilla osapuolilla hyvänkin tuloksen. Mutta koska mittauksia ei tehdä, on virheen riski suuri.

Linjoittaiset otantamenetelmät antavat selkeän koealaverkoston tapauksessa luotettavan tuloksen. Linjoittaisten menetelmien koealojen sijoittelu on kriittinen varsinkin kun käytetään jatkuvaa mittausta, jossa koealojen määrä kohteilla on vähäinen ja todellista systemaattista koealaverkostoa ei itse asiassa ole olemassa.

Kontrollimittauksissa koealan paikan tarkistaminen mittaamalla ei tule kysymykseen muuten kuin linjoittaisessa koealaotannassa ja siinäkin vain koealaverkoston ollessa säännöllinen.

Paikan valinnan systemaattista "lähisiirron" virhettä voidaan etsiä samankeskeisten, erisäteisten ympyräkoealojen sarjalla. Menetelmässä mitataan samasta pisteestä ensin säteeltään esimerkiksi 0,71 metrin ympyräkoeala ja sitten 1,78 metrin, 2,52 metrin ja 3,09 metrin säteiset koealat. Näiltä saatuja poistumia voidaan sitten verrata toisiinsa ja testata tilastollisesti. Keskiläpimitan "vedättämistä" voidaan vastavasti selvittää mittaamalla viiden lähimmän kannon lisäksi seuraavaksi lähimmistä viidestä tai kymmenestä uusi sarja. Näitä keskiarvoja voidaan vertailla sitten tilastollisesti.

Koealojen sijoittelussa työmaan tietynlaisiin osiin tapahtuva "vedätys" voidaan havaita rinnakkaiskoealamenetelmällä, jota on aiemmin kuvattu tässä raportissa. Tarkistukseen voidaan kehittää rutiininomainen mittaustekniikka ja ohjelmasovellus, mikäli sellaiseen on kiinnostusta kentällä.

Taksataulukoiden luokituksen harvuus aiheuttaa otannan tehokkuuden laskua, jos koealojen lukumäärä on pieni. Täysin objektiivisestikin sijoitetut koealat voivat sattuman johdosta antaa liian suuren tai pienen taksan, jos ne sattuvat luokan rajan tuntumaan. Taksan hyppäys harvoissa läpimittaluokissa on usein erittäin suuri, mikä voi aiheuttaa spekulatiota työmittaustilanteessa. Tiheämpiportainen taulukko on helposti toteutettavissa. Kokonaan ongelma voidaan poistaa siirtymällä käyttämään ajanmenekkifunktiota laskentaperusteena. Tutkimuksen yhteydessä on kehitetty taulukkolaskentarutiini, joka käyttää ajanmenekkifunktiota ja urakan rahakerrointa. Sovellus laskee taksan ilman luokittelusta aiheutuvaa virhettä.

Läpimittaluokituksen harvuudesta seuraa ongelmia myös silloin, jos työohjeessa määrätään, että vain poistettavan puuston minimikoon täyttäviä puita voidaan työmittauksessa ottaa huomioon. Jos alin läpimittaluokka on laaja, pitäisi edellisessä tapauksessa muuttaa taulukoita kun läpimitan mittaushjetta muutetaan. Palkkaperustetutkimuksessa on kaikki 0,5 cm:n täyttävä poistettu puusto mitattu, ja tä-

mä menettely on suositeltava myös käytännön työmittauksissa, vaikka taimikon kasvua haittaavana poistettavan puuston minimikoolle asetettaisiin rajoja. Tutkimukseen perustuvien palkkataulukoiden rakenteesta johtuen koealojen pienimmillä poistettavilla puilla ei ole suuria vaikutuksia ajanmenekkiin, jos luokkien porrastus on tiheä.



### 4.3 Aikapalkkaus

Aikapalkkauksen toimivuudesta saatiin tutkimuksessa hyviäkin kokemuksia - lähinnä niissä organisaatioissa, joissa palkanmääräytymisen perustana oli jokin muu kuin edellisen vuoden puutavaran hakkuun keskiansio.

Perinteistä aikapalkkausta voitaisiin kehittää henkilökohtaisen palkkauksen suuntaan. Menetelmä voisi ottaa huomioon henkilökohtaisen tuottavuuden, ja myöhemmin siihen lisättäisiin mahdollisesti laatukerros. Tuottavuuden tason säilyttämiseksi tarvitaan kuitenkin yksinkertainen, luotettava eikä liian raskas kontrollointimenetelmä.

Aikapalkka voitaisiin määritellä työntekijän ja työnjohdon välisellä sopimuksella, jos työsuhde on jatkunut pitkään ja luottamus on molemminpuolinen. Kuitenkin työn tuottavuutta on ajoittain kontrolloitava, esimerkiksi pistokoeluonteisen otannan avulla. Otantaa suoritettaisiin joko satunnaisesti tai tarpeen ilmentyessä. Koealamääränä voisi olla 20 - 30 kpl hehtaarilla, ja niiltä voitaisiin määrittää samalla työn laatua kuvaavia tunnuksia. Otantamenetelmää voidaan kehittää tämän tutkimuksen mittausrutiinien pohjalta.

Työn tuottavuuden lähtötaso voitaisiin määritellä muutamien työmaiden keskituottavuutena soveltaen tämän tutkimuksen mittausmenetelmiä. Seurannassa kontrolloitaisiin tuottavuustason säilymistä ja korjattaisiin palkkausta tarvittaessa täydentävillä, työntekijän ja työnjohdon kesken sovittavilla lisämittauksilla.