

Pinomittaus ajoneuvossa – Ositettu kehysotantamittaus



Pinomittaus ajoneuvossa – Ositettu kehysotantomittaus

■ ***Projektiryhmä***

- ***Tuomo Vuorenpää, proj.pääll. (kesäkuuhun 2000)***
- ***Heikki Alanne, proj.pääll. (kesäkuuhun 2001)***
- ***Timo Hokka, proj.pääll. (heinäkuuhun 2002)***
- ***Samuli Hujo, proj.pääll. (syyskuusta 2002)***
- ***Sirkka Keskinen ja***
- ***Kari Uusi-Pantti***

■ ***Kumppanit***

- ***Metsäliitto-Yhtymän Tehdasmittaus Oy, Myllykosken mitta-
asema***
- ***Mittaportti Oy, Kaskisten mitta-asema***

Pinomittaus ajoneuvossa – Ositettu kehysotanta

- ***Rahoittajat***
 - ***Metsähallitus, Metsäliitto Osuuskunta, Metsäteollisuus ry, Stora Enso Oyj, UPM-Kymmene Oyj ja Vapo Timber Oy***
- ***Projektin johtoryhmä***
 - ***Markku Halinen / Heikki Vuorinen, UPM-Kymmene Metsä***
 - ***Juha Lind, Metsähallitus***
 - ***Teppo Oijala, Metsäliitto Osuuskunta***
 - ***Markku Pyykkö, Vapo Timber Oy***
 - ***Eero Vitikainen, Stora Enso Metsä***

Projektin tavoitteet ja tehty raportti

- **Tavoitteet**

- *Alkuperäisenä tavoitteena oli laatia tarkennettu ja yksinkertaistettu pinomittausmenetelmä, joka parantaisi ajoneuvokuormissa tehtävän mittauksen tarkkuutta.*
- *Selvitettiin mahdollisuudet laatia ajoneuvossa tehtävälle pinomittaukselle omat pinotiiviyyttä kuvaavat kertoimet.*
- *Nykytilanteen kartoittamisen jälkeen kokeiltiin ositetun kehysotantamittauksen toimivuutta kuitupuun mittauksessa.*

- **Raportti**

- *Metsätehon raportti nro 159*

Pinomittaus ajoneuvossa

- **Aluksi kartoitettiin nykyisin ajoneuvossa tehtävän pinomittauksen ongelmat haastatteluilla, joita tehtiin kuudella eri mitta-asemalla.**
- **Esitutkimuksessa mittauserät mitattiin nykyisen pinomittausohjeen mukaisesti tienvarsivarastolla (Pino), ajoneuvossa tienvarressa (KUP 1) ja ajoneuvossa tehtaalla eri henkilöiden toimesta (KUP 2 ja Tehdas).**
- **Esitutkimusaineiston nippumäärä mittaajittain ja puutavaralajeittain:**

Mittaaja	Puutavaralaji				
	KUK	MÄK	KOK	Laho	Yhteensä
<i>Pinossa</i>	10	6	1	2	19
<i>Tienvarressa (KUP 1)</i>	37	23	13	4	77
<i>Tehtaalla (KUP 2)</i>	35	18	13	22	88
<i>Tehdasmittaaja</i>	35	18	13	22	88
<i>Otantamittaus</i>	9	16	11	20	56
<i>Yhteensä</i>	126	81	51	70	328

Nippujen keskimääräiset tilavuuserot esitutkimusaineiston mukaan

<i>Mittaaja</i>	<i>Puutavaralaji</i>			
	<i>KUK</i>	<i>MÄK</i>	<i>KOK</i>	<i>Laho</i>
<i>Tienvarressa (KUP 1)</i>	<i>0,3</i>	<i>1,3</i>	<i>- 2,7</i>	<i>-</i>
<i>Tehtaalla (KUP 2)</i>	<i>2,8</i>	<i>3,2</i>	<i>- 0,4</i>	<i>6,6</i>
<i>Tehdasmittaaja</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Otantamittaus</i>	<i>2,8</i>	<i>4,7</i>	<i>- 1,1</i>	<i>- 0,5</i>

- *Esitutkimuksen perusteella ei katsottu olevan aiheellista lähteä laatimaan uusia pinotiiviyyttä kuvaavia kertoimia erikseen ajoneuvossa tehtävälle pinomittaukselle.*
- *Uusituillakin kertoimilla olisi päädytty varsin todennäköisesti samoihin ongelmiin kuin nykyisessä menetelmässä.*

Keskimääräiset kiintotilavuusprosentit ajoneuvossa

<i>Mittaaja</i>	<i>Puutavaralaji</i>			
	<i>KUK</i>	<i>MÄK</i>	<i>KOK</i>	<i>Laho</i>
<i>Tienvarressa (KUP 1)</i>	64,3	63,1	56,3	-
<i>Tehtaalla (KUP 2)</i>	64,1	62,9	56,5	69,6
<i>Tehdasmittaaja</i>	64,5	64,3	55,7	68,2

- *Ajoneuvokuormassa olevat kuitupuuniput eivät tiivisty eivätkä painu kasaan kaukokuljetuksen aikana tämän aineiston mukaan.*
- *Haastattelujen ja esitutkimuksen perusteella päädyttiin kokeilemaan ositettua kehysotantamittausta.*

Ositettu kehysotantamittaus

- ***Puutavara jaetaan tehtaan puunvastaanotossa ositteisiin puutavaralajin, pituuden, läpimittaluokan ja tiiviysluokan perusteella.***
- ***Ositeluokat tutkimuksessa puutavaralajeittain:***
 - ***Pituus:*** 3 –metrinen, rankapuu (n. 5 m)
 - ***Läpimittaluokat:*** - 12,0 cm, 12,1 – 14,0 cm, 14,1 – 16,0 cm, 16,1 – 18,0 cm ja 18,1 cm +
 - ***Tiiviys*** harva, normaali, tiivis

⇒ ***Yhteensä 30 ositeluokkaa puutavaralajia kohden***
- ***Luokkajakoa voidaan muokata tarkoituksenmukaisemmaksi puutavaran läpimittajakauman mukaan tehdaskohtaisesti.***

Tutkimusaineisto ositetussa kehysotantamittauksessa

<i>Puutavaralaji</i>	<i>Pinomittaus ajoneuvossa, m³</i>	<i>Otantamittaus, m³</i>	<i>Kokonaisero, %</i>	<i>Nippuja, kpl</i>
<i>KOK 3 m</i>	<i>6 480</i>	<i>6 516</i>	<i>- 0,6</i>	<i>667</i>
<i>KOK 5 m</i>	<i>746</i>	<i>745</i>	<i>0,1</i>	<i>53</i>
<i>MÄK 3 m</i>	<i>587</i>	<i>581</i>	<i>0,9</i>	<i>56</i>
<i>MÄK 5 m</i>	<i>1229</i>	<i>1 222</i>	<i>0,6</i>	<i>84</i>
<i>KUK 3 m</i>	<i>708</i>	<i>703</i>	<i>0,7</i>	<i>65</i>
<i>KUK 5 m</i>	<i>2 278</i>	<i>2 292</i>	<i>- 0,6</i>	<i>143</i>

Tutkimusaineistoa kerättiin Myllykoski Paper Oy:n tuotantolaitokselta 9/01 – 5/02 välisenä aikana ja Oy Metsä-Botnia Ab:n Kaskisten sellutehtaalta 9/01 – 9/02.

Ositettu kehysotanta – Tulosten laskenta

- ***Aineiston analysoinnissa simuloitiin mittaus ositetulla kehysotannalla***
- ***Nipun kehystilavuuden laskennassa käytettiin otannasta saatua, pölkkyjen tilavuudella painotettua nipun keskipituutta.***
- ***Nipun leveytenä ja korkeutena käytettiin perusmittauksesta saatuja tuloksia.***
- ***Ositeluokkien päivittyvien kiintotilavuusprosentin laskennassa käytettiin:***
 - ***5 viimeisimmän nipun liukuvaa keskiarvoa***
 - ***7/ 5 –otantaa, jossa pienin ja suurin arvo jätettiin pois keskiarvon laskennasta***
 - ***14/ 10 –otantaa, jossa kaksi pienintä ja kaksi suurinta arvoa jätettiin pois keskiarvon laskennasta***

Ositettu kehysotanta – Tulosten laskenta

- ***Ositeluokittaisen kiintotilavuusprosentin laskeminen edellytti riittävää havaintojen määrää kyseisessä ositteessa.***
- ***Kolmella eri ositustavalla (liukuva, 7/ 5 – ja 14/ 10 –otannat) tehdyt laskennat on yhdistetty seuraavissa taulukoissa.***
- ***Tarkastelussa on mukana selvästi vähemmän nippuja kuin tutkimusaineistossa johtuen ositetun kehysotannan vaatimasta simuloinnista.***
- ***Ositetulla kehysotannalla simuloitua mittaustulosta on verrattu otannasta saatuun todelliseen kiintotilavuuteen.***

Ositetussa kehysotantamittauksessa käytetty aineisto ja mittaerot otantamittaukseen verrattuna

Menetelmät	Puutavaralaji					
	KOK 3m	KOK 5m	MÄK 3m	MÄK 5m	KUK 3m	KUK 5m
Otantamittaus, m³	5 005,3	86,9	19,2	286,4	251,0	1 219,4
<i>Nippuja, kpl</i>	<i>513</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>18</i>	<i>23</i>	<i>75</i>
<i>Kesk. nippu, m³</i>	<i>9,8</i>	<i>14,5</i>	<i>9,6</i>	<i>15,9</i>	<i>10,9</i>	<i>16,3</i>
Pinomittaus ajoneuvossa, m³	4 966,4	87,9	19,9	282,3	251,0	1 212,1
<i>Mittaero, %</i>	<i>- 0,8</i>	<i>1,2</i>	<i>3,5</i>	<i>- 1,4</i>	<i>0,0</i>	<i>- 0,6</i>
Ositettu kehysotantamittaus						
<i>Liukuva, m³</i>	<i>5 031,6</i>	<i>83,6</i>	<i>20,3</i>	<i>309,5</i>	<i>250,6</i>	<i>1 177,1</i>
<i>Mittaero, %</i>	<i>0,5</i>	<i>- 3,9</i>	<i>5,6</i>	<i>8,1</i>	<i>- 0,2</i>	<i>- 3,5</i>
7/ 5 –otanta, m³	5 028,2	81,3	19,9	308,4	250,8	1 179,2
<i>Mittaero, %</i>	<i>0,5</i>	<i>- 6,4</i>	<i>3,6</i>	<i>7,7</i>	<i>- 0,1</i>	<i>- 3,3</i>
14/ 10 –otanta, m³	5 027,7	88,9	19,7	305,3	250,6	1 180,9
<i>Mittaero, %</i>	<i>0,4</i>	<i>2,2</i>	<i>2,8</i>	<i>6,6</i>	<i>- 0,2</i>	<i>- 3,2</i>

Tutkimusnippujen keskimääräiset mittaerot ja niiden keskihajonnat

Menetelmät	Puutavaralaji					
	KOK 3m	KOK 5m	MÄK 3m	MÄK 5m	KUK 3m	KUK 5m
Nippuja, kpl	513	6	2	18	23	76
Pinomittaus ajoneuvossa						
<i>Kesk. mittaero, %</i>	- 0,4	0,2	3,9	- 1,5	0,0	- 0,4
<i>Keskihajonta, %-yks.</i>	6,0	7,2	2,6	4,4	3,7	5,4
Ositettu kehysotantamittaus						
Liukuva						
<i>Kesk. mittaero, %</i>	1,0	2,7	5,5	8,0	- 0,1	- 3,3
<i>Keskihajonta, %-yks.</i>	7,9	6,2	0,8	5,5	3,2	6,3
7/ 5 –otanta						
<i>Kesk. mittaero, %</i>	1,0	0,2	3,4	7,6	0,0	- 3,1
<i>Keskihajonta, %-yks.</i>	7,7	5,9	1,1	6,1	3,6	6,3
14/ 10 –otanta						
<i>Kesk. mittaero, %</i>	0,9	1,6	2,6	6,6	- 0,1	- 3,0
<i>Keskihajonta, %-yks.</i>	7,5	7,4	0,8	5,4	3,1	6,0

Mittaustarkkuus pinomittauksessa ja ositetussa kehysotantamittauksessa suhteessa otantamittaukseen

	<i>Puutavaralaji</i>					
	<i>KOK 3m</i>	<i>KOK 5m</i>	<i>MÄK 3m</i>	<i>MÄK 5m</i>	<i>KUK 3m</i>	<i>KUK 5m</i>
<i>Nippuja, kpl</i>	<i>513</i>	<i>6</i>	<i>2</i>	<i>18</i>	<i>23</i>	<i>76</i>
<i>Menetelmät</i>	<i>4 %:n tarkkuudella mitattujen nippujen osuus, %</i>					
<i>Pinomittaus ajoneuvossa</i>	<i>49,9</i>	<i>33,3</i>	<i>50,0</i>	<i>66,7</i>	<i>69,6</i>	<i>54,0</i>
<i>Ositettu kehysotantamittaus</i>						
<i>Liukuva</i>	<i>45,4</i>	<i>66,7</i>	<i>0</i>	<i>22,2</i>	<i>82,6</i>	<i>34,2</i>
<i>7/ 5 –otanta</i>	<i>46,4</i>	<i>50,0</i>	<i>50,0</i>	<i>22,2</i>	<i>73,9</i>	<i>29,0</i>
<i>14/ 10 –otanta</i>	<i>47,2</i>	<i>33,3</i>	<i>100</i>	<i>33,3</i>	<i>87,0</i>	<i>40,8</i>
	<i>10 %:n tarkkuudella mitattujen nippujen osuus, %</i>					
<i>Pinomittaus ajoneuvossa</i>	<i>91,4</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>97,4</i>
<i>Ositettu kehysotantamittaus</i>						
<i>Liukuva</i>	<i>86,2</i>	<i>83,3</i>	<i>100</i>	<i>61,1</i>	<i>100</i>	<i>88,2</i>
<i>7/ 5 –otanta</i>	<i>85,8</i>	<i>83,3</i>	<i>100</i>	<i>61,1</i>	<i>100</i>	<i>89,5</i>
<i>14/ 10 –otanta</i>	<i>88,3</i>	<i>66,7</i>	<i>100</i>	<i>72,2</i>	<i>100</i>	<i>89,5</i>

Päätelmät - Ositettu kehysotantamittaus

- ***Ositettu kehysotantamittaus eri laskentavaihtoehdoilla oli tarkkuudeltaan heikompi kuin nykyisin käytettävä pinomittaus ajoneuvossa.***
- ***Nippukohtaiset tilavuuden hajontaluvut olivat suurempia ositetussa kehysotantamittauksessa kuin pinomittauksessa (pois lukien KUK 3 m).***
- ***Tulosten perusteella kokeiltuja kehysotantamenetelmiä (liukuva, 7/5 - ja 14/10 -otannat) ei voitu asettaa paremmuusjärjestykseen.***
- ***Suurimpana vaikeutena ositetussa kehysotantamittauksessa oli nipun tiiviyyden määrittäminen silmävaraisesti. ⇒ Tiiviysluokan määrittäminen eri mittaajien kesken ei ollut täysin yhtenevää.***

Päätelmät

- ***Ositetun kehysotannan käyttö edellyttäisi otantaan perustuvat mittaussmenetelmät –ohjeen muuttamista eräkohtaisen otantamittausvaatimuksen osalta.***
- ***Tutkimus vahvisti jälleen käsityksen, että koivukuitupuu on hankalampi mitattava kuin kuusi- tai mäntykuitupuu.***
- ***Tehdasmittaajat osaavat käyttää nykyistä pinomittausmenetelmää varsin hyvin ja he pääsevät kokemuksensa avulla verraten hyvin oikeaan mittaustulokseen.***
- ***Pinomittauksen ja sen sovellusten, kuten ositetun kehysotannan, mittaustarkkuus on vaikeasti parannettavissa ilman kehittyneempää mittaustekniikkaa ja -teknologiaa.***

