



Metsäteho

Koneellisen taimikonhoidon kustannustehokkuuden parantaminen

FIBIC Oy:n EffFibre-tutkimusohjelma
Kooste osahankkeen tuloksista

Jarmo Hämäläinen, Metsäteho Oy

Markus Strandström, Metsäteho Oy

Veli-Matti Saarinen, METLA

Jari Hynynen, METLA

Timo Saksa, METLA

Heikki Hyyti, Aalto-yliopisto

Tutkimuksen osat

- Nykyisten koneiden kustannuskilpailukyky ja vaikutus työvoiman tarpeeseen
- Taimikon käsittelyperiaatteiden vaikutus puuntuotannon kannattavuuteen
- Uudet tekniset konseptit konetyön tuottavuuden ja kustannustehokkuuden parantamiseksi.

Nykyisten koneiden kustannuskilpailukyky ja vaikutus työvoiman tarpeeseen



Naarva P25 -perkaaja Ponsse-hakkuukoneessa.



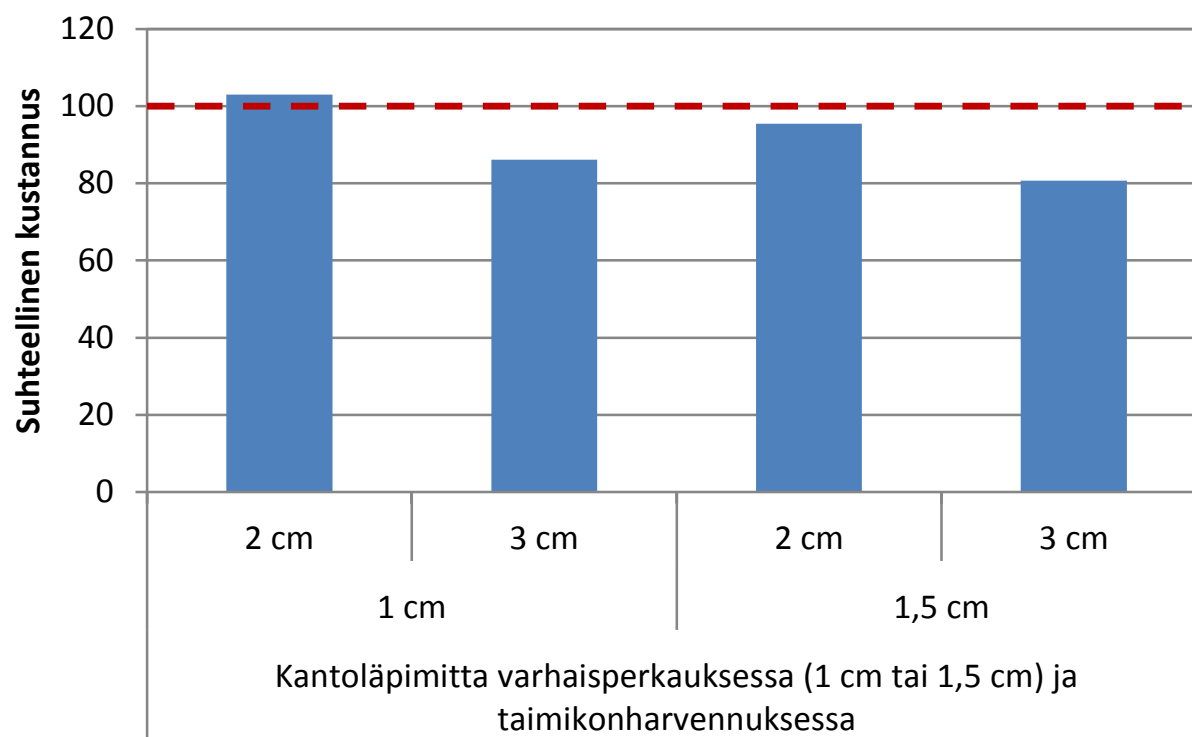
MenSe RP40 -raivauspää Valmet-hakkuukoneessa



UW40-risuraivain Tehojätkä-pienmetsäkoneessa



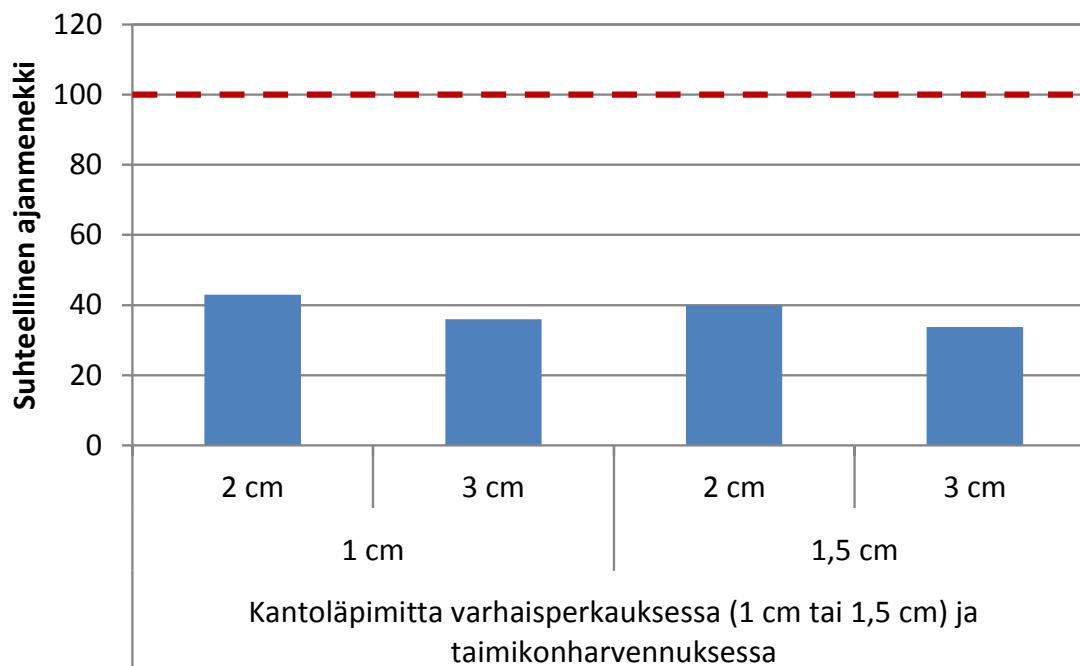
Kitkevä Naarva-perkaaja on kustannuksiltaan kilpailukykyinen koko taimikonhoitoketjua tarkasteltaessa



Metsurin tekemä varhaisperkaus ja taimikonharvennus (suhteellinen kustannus 100).

Koneellisessa ketjussa kitkemällä tehdyn varhaisperkauksen on oletettu poistavan taimikonharvennuksen tarpeen.

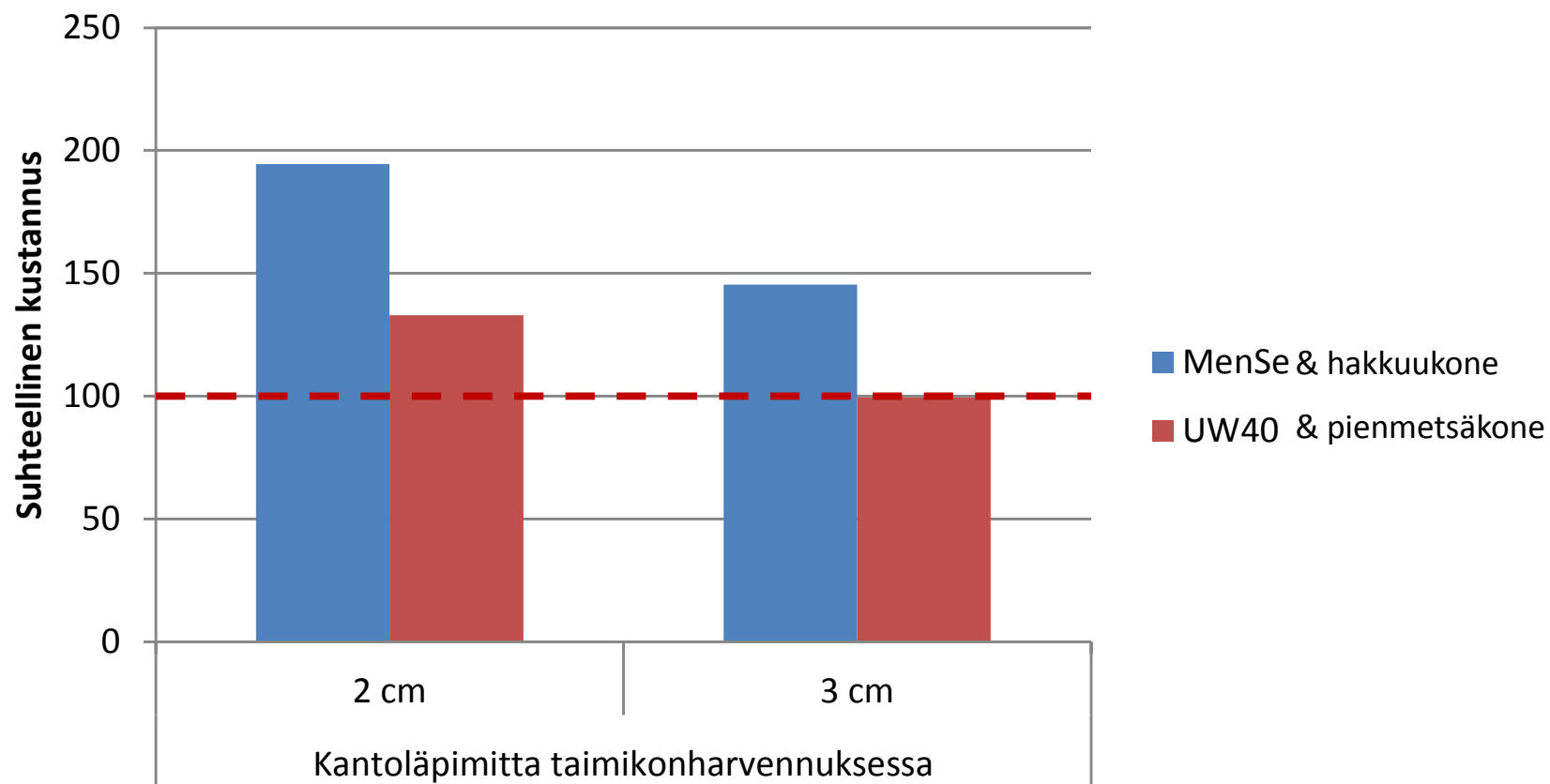
Kitkevä Naarva-perkaaja sitoo työvoimaa koko taimikonhoitoketjussa noin 60 % vähemmän kuin metsurityö



Metsurin tekemä varhaisperkaus ja taimikonharvennus (suhteellinen ajanmenekki 100).

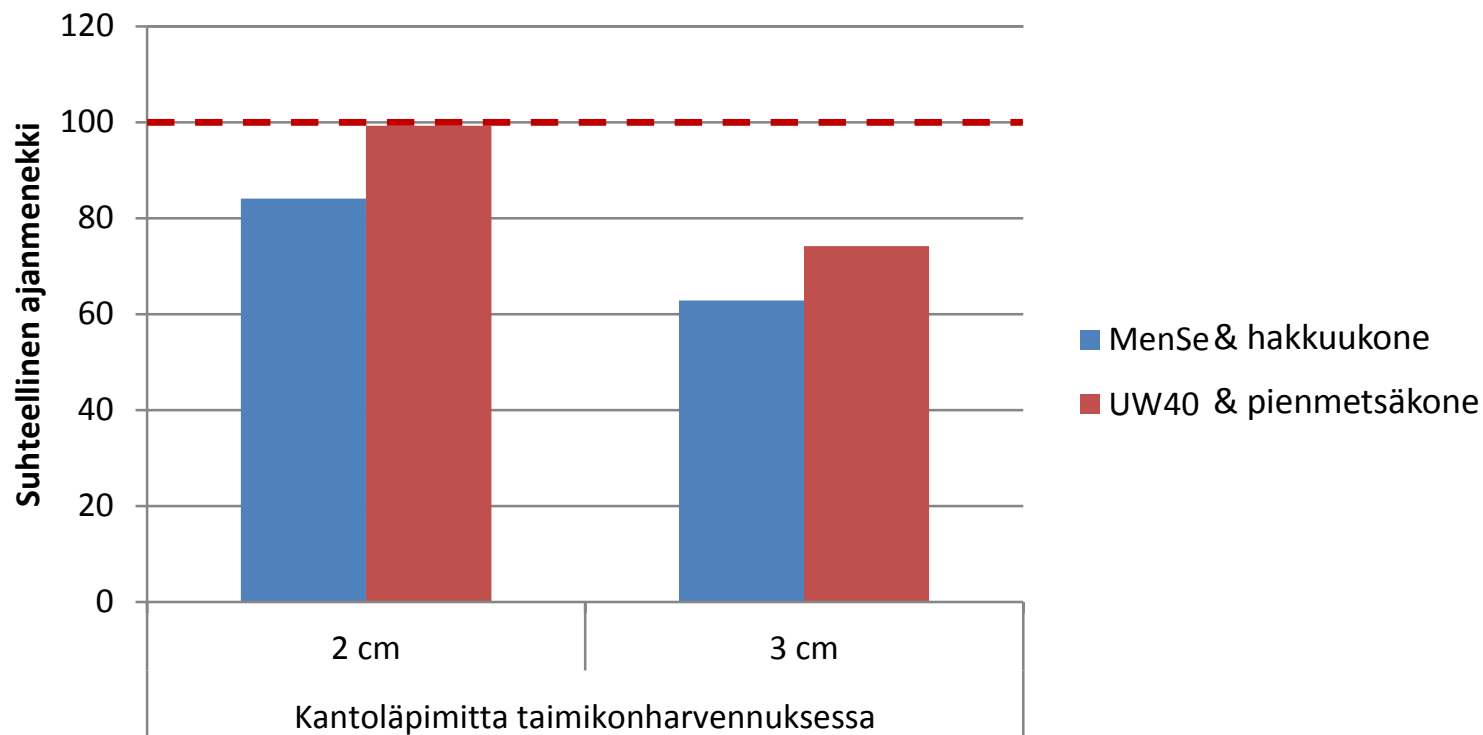
Koneellisessa ketjussa kitkemällä tehdyn varhaisperkauksen on oletettu poistavan taimikonharvennuksen tarpeen.

Taimikon harvennuksessa eri konetyyppien kustannuskilpailukyvyssä on eroa



Metsurin tekemä taimikonharvennus (suhteellinen kustannus 100)

Koneellinen taimikonharvennus sitoo henkilöresursseja metsurityötä vähemmän



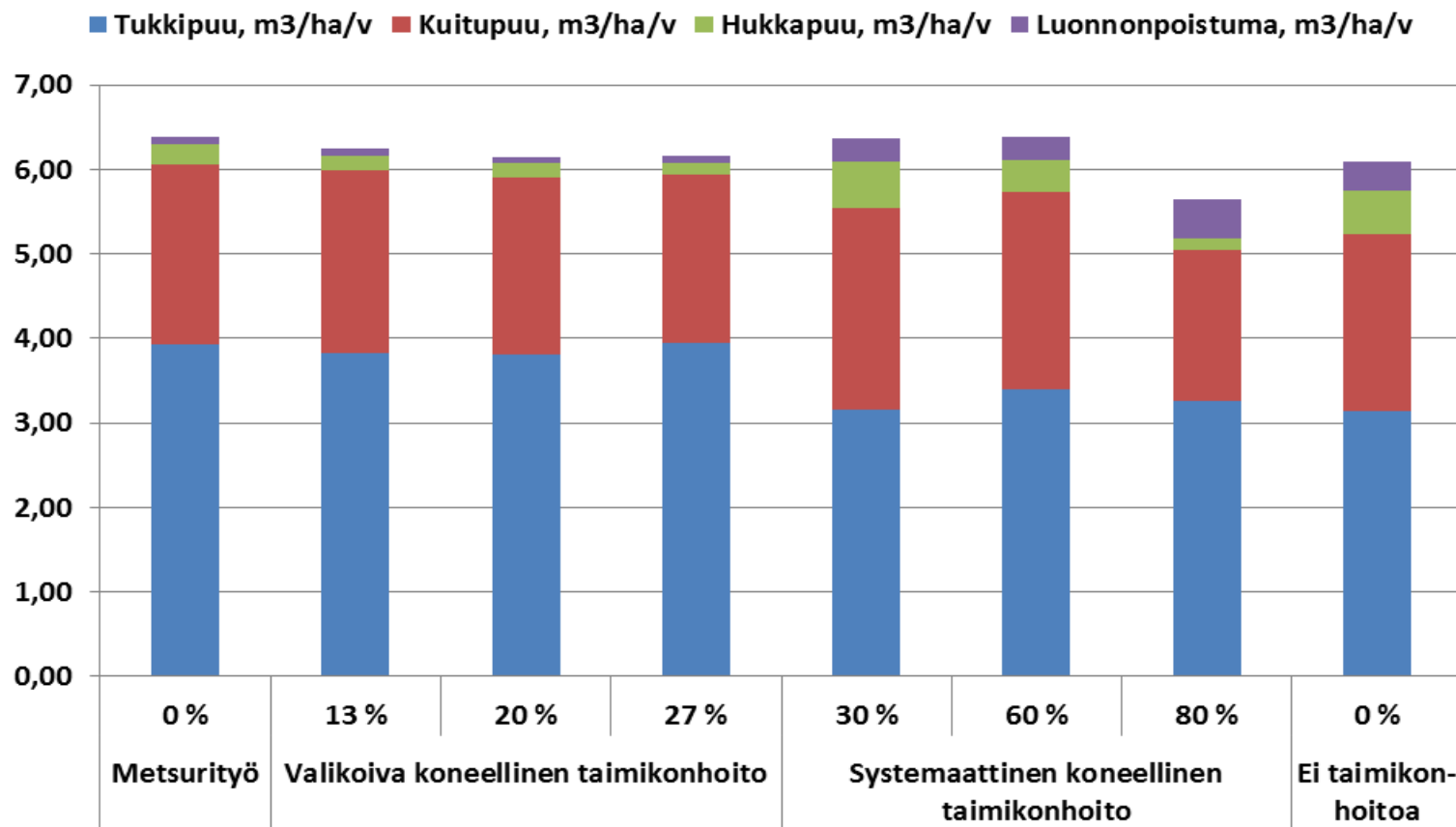
Metsurin tekemä taimikonharvennus (suhteellinen ajanmenekki 100)

Taimikon käsittelyperiaatteiden vaikutus puuntuotannon kannattavuuteen

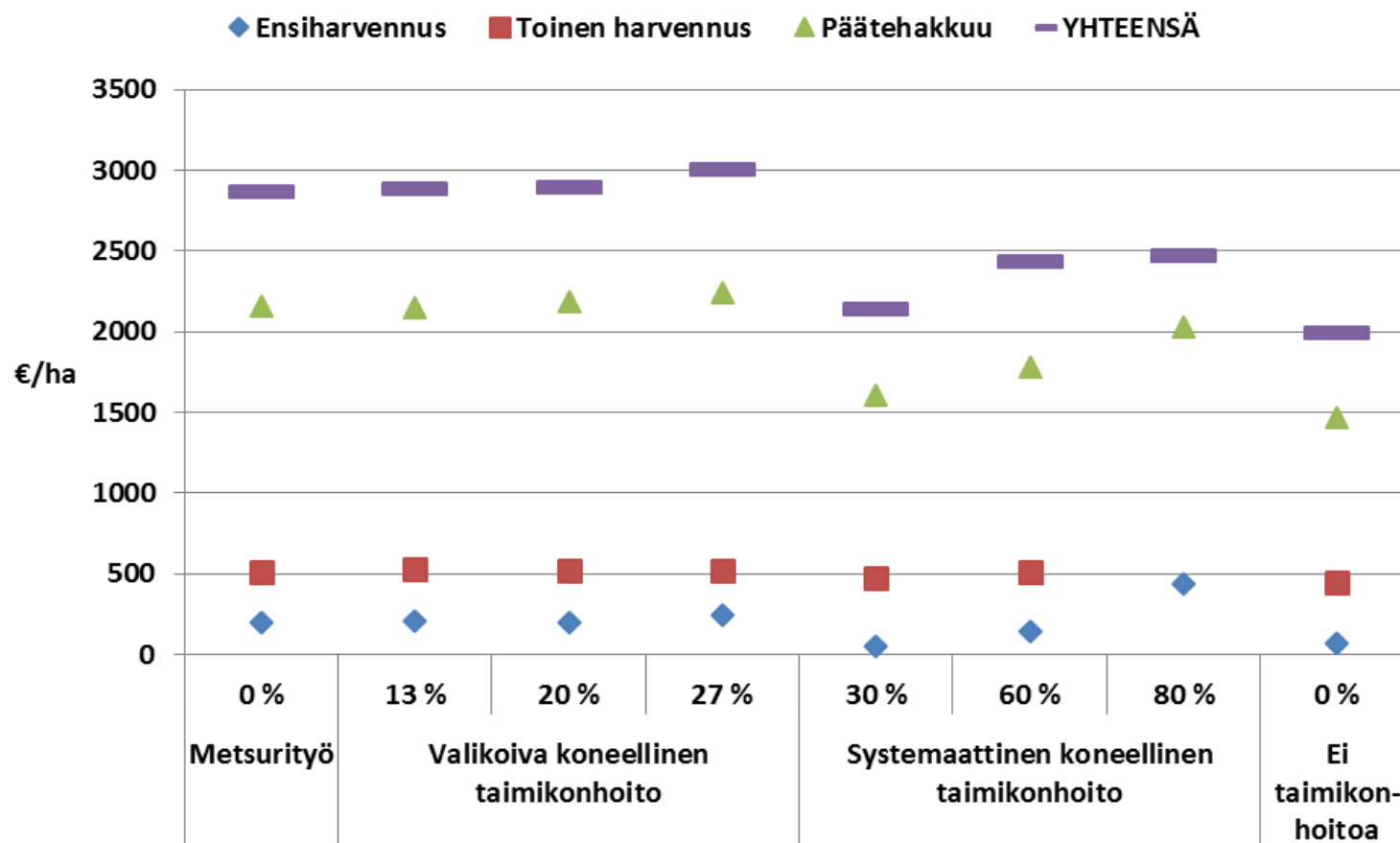
Kuusen kasvatushjelmat eri käsittelyvaihtoehdoissa.

	Metsurityö	Valikoiva koneellinen taimikonhoito			Systemaattinen koneellinen taimikonhoito			Ei taimikonhoitoa
Runkoluku taimikonharvennuksen jälkeen, r/ha	1800	1560	1440	1320	8400	4800	2291	
Urien osuus pinta-alasta	0 %	13 %	20 %	27 %	30 %	60 %	80 %	0 %
Taimikonharvennus, vuosi	11	11	11	11	11	11	11	
Ensiharvennus, vuosi	38	38	38	41	41	41	49	41
Toinen harvennus, vuosi	53	52	51	50	63	59		67
Päätehakkuu, vuosi	68	67	66	66	72	70	64	74

Kuusikon kiertoajan puuntuotos eri käsittelyvaihtoehtoissa



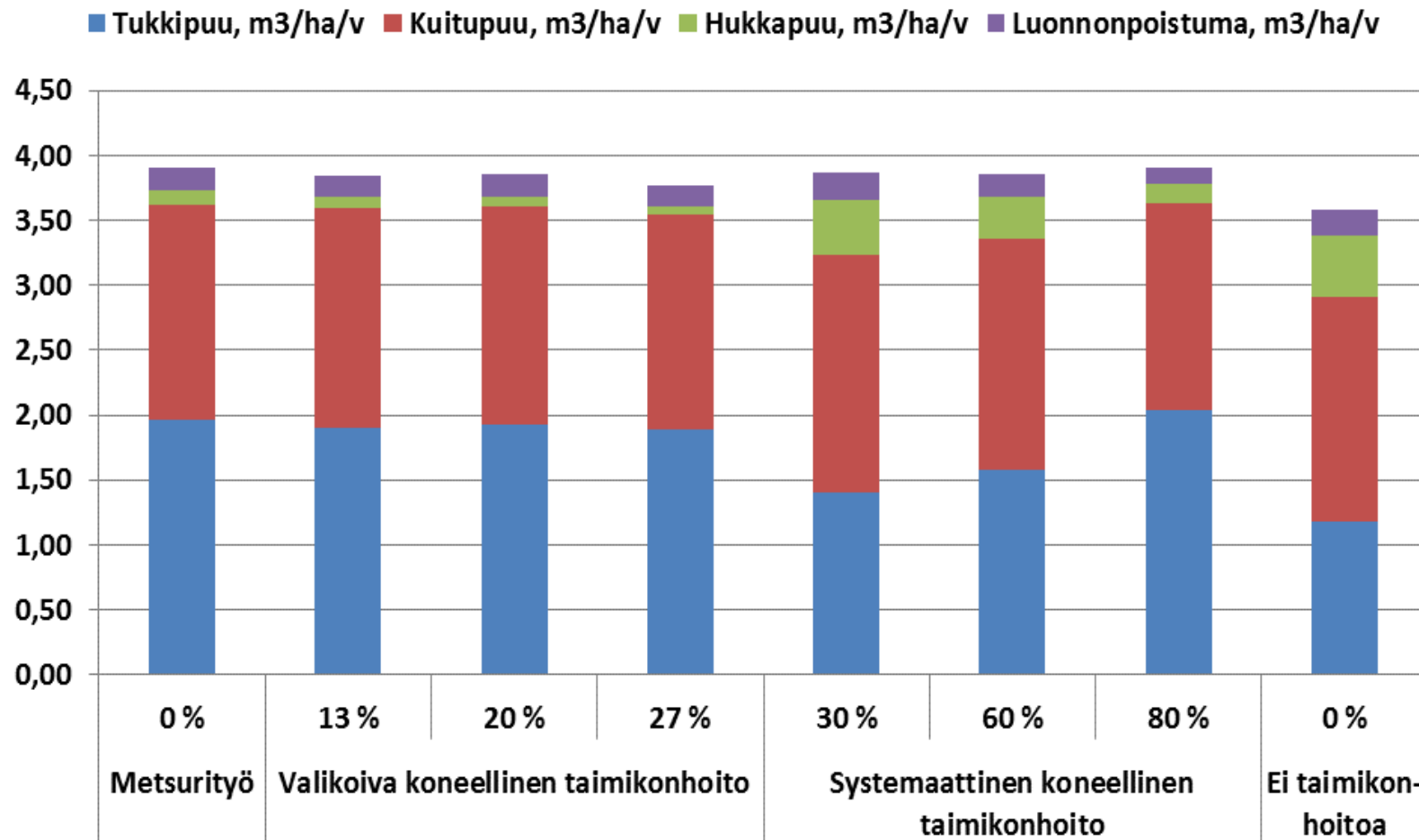
Taimikonhoitohetkeen (11 vuotta) diskonttatut kuusikon eri käsittelyvaihtoehtojen hehtaarikohtaiset kassavirrat hakkuittain



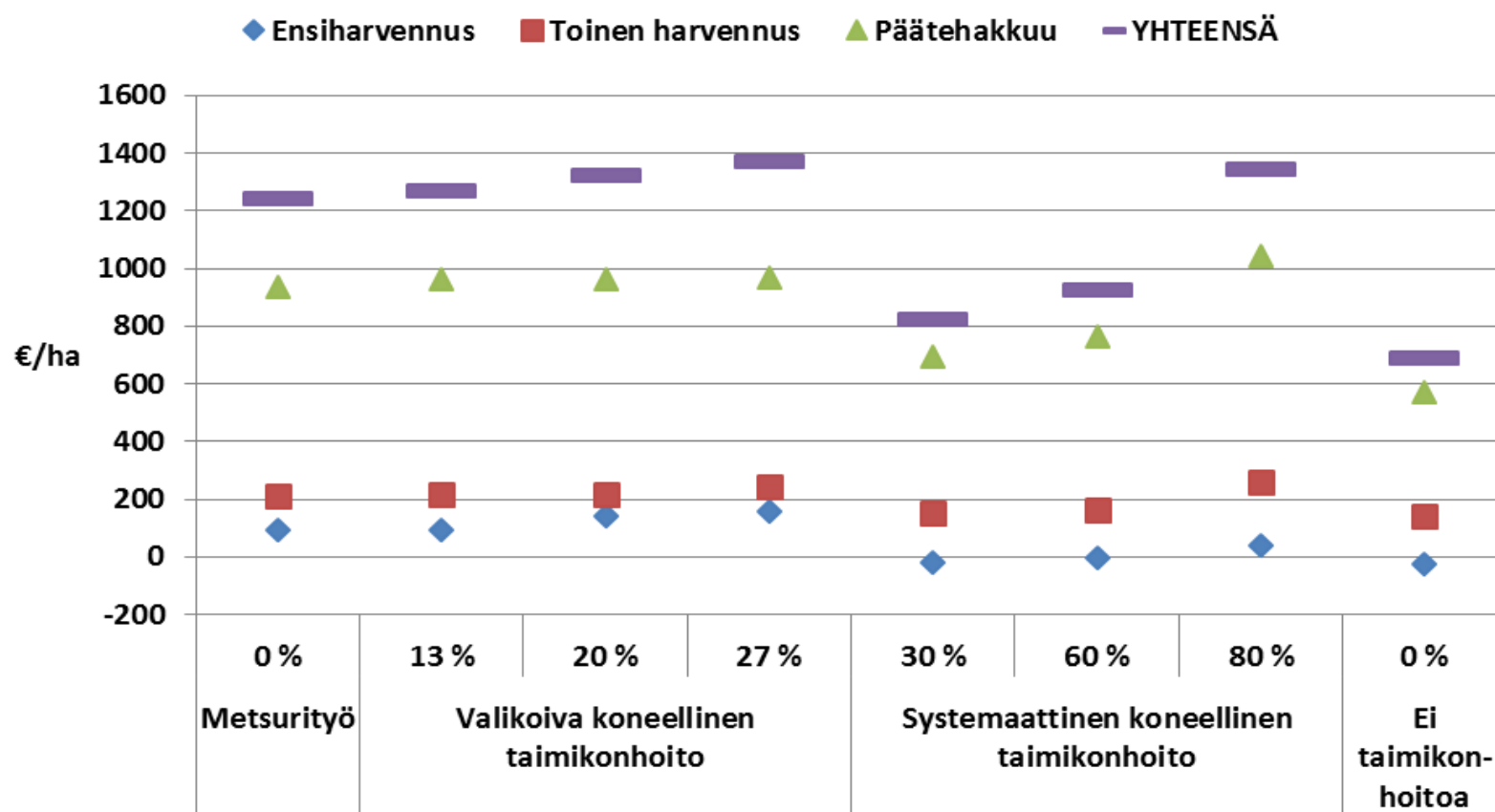
Männyn kasvatushjelmat eri käsittelyvaihtoehdoissa

	Metsuri- työ	Valikoiva koneellinen taimikonhoito			Systemaattinen koneellinen taimikonhoito			Ei taimikonhoitoa
Runkoluku taimikonharvennuksen jälkeen r/ha	2000	1733	1600	1467	7980	4558	2250	
Urien osuus pinta-alasta	0 %	13 %	20 %	27 %	30 %	60 %	80 %	0 %
Taimikonharvennus, vuosi	15	15	15	15	15	15	15	
Ensiharvennus, vuosi	43	43	48	48	47	45	44	45
Toinen harvennus, vuosi	63	61	61	63	80	75	66	79
Päätehakkuu, vuosi	93	91	91	88	95	95	85	95

Männikön kiertoajan puuntuotos eri käsittelyvaihtoehdoissa



Taimikonhoitohetkeen (15 vuotta) diskonttatut männikön eri käsittelyvaihtoehtojen hehtaariohtaiset kassavirrat hakkuittain.



Koneellisen taimikonhoidon suhteellinen enimmäiskustannus metsurityöhön verrattuna puulajeittain ja menetelmittäin.

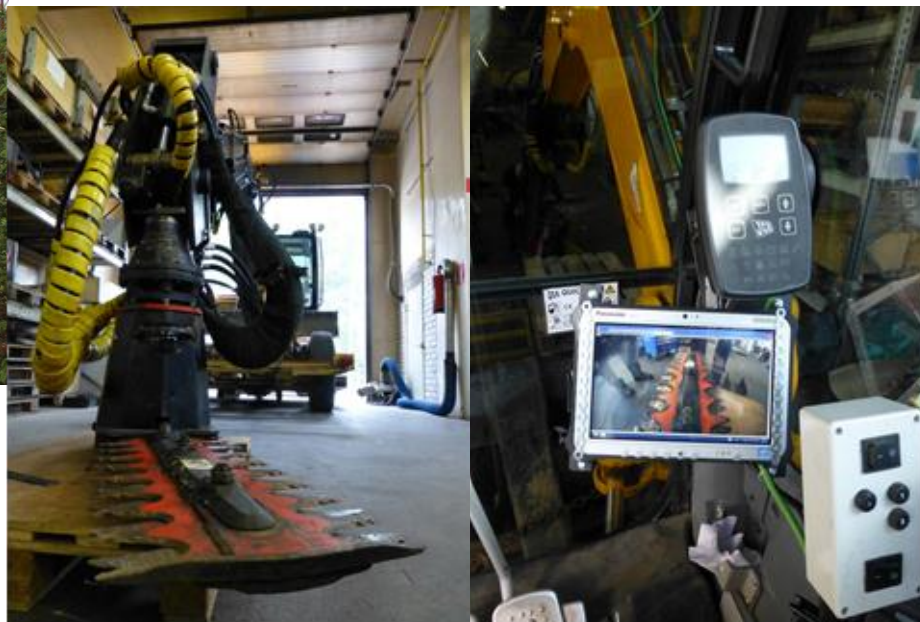
Puulaji	Metsuri-työ	Valikoiva koneellinen taimikonhoito			Systemaattinen koneellinen taimikonhoito			
		Ajourien osuus pinta-alasta, %						
		0 %	13 %	20 %	27 %	30 %	60 %	80 %
Kuusi	100	105	107	132	-	2	10	
Mänty	100	105	113	120	36	51	116	

Uusia teknisiä konsepteja konetyön tuottavuuden ja kustannustehokkuuden parantamiseksi.



Puuppolan Konepalvelun rakentama Risumoto-alustakone & MenSe RP40-raivauslaite.

8 tonnin JCB-telakaivukoneeseen on rakennettu tavanomaista maastokelpoisempi – maavaraltaan korkeampi ja joustavammin liikkuva – alusta. Koneessa lisäksi Marttiini-liukupuomi.



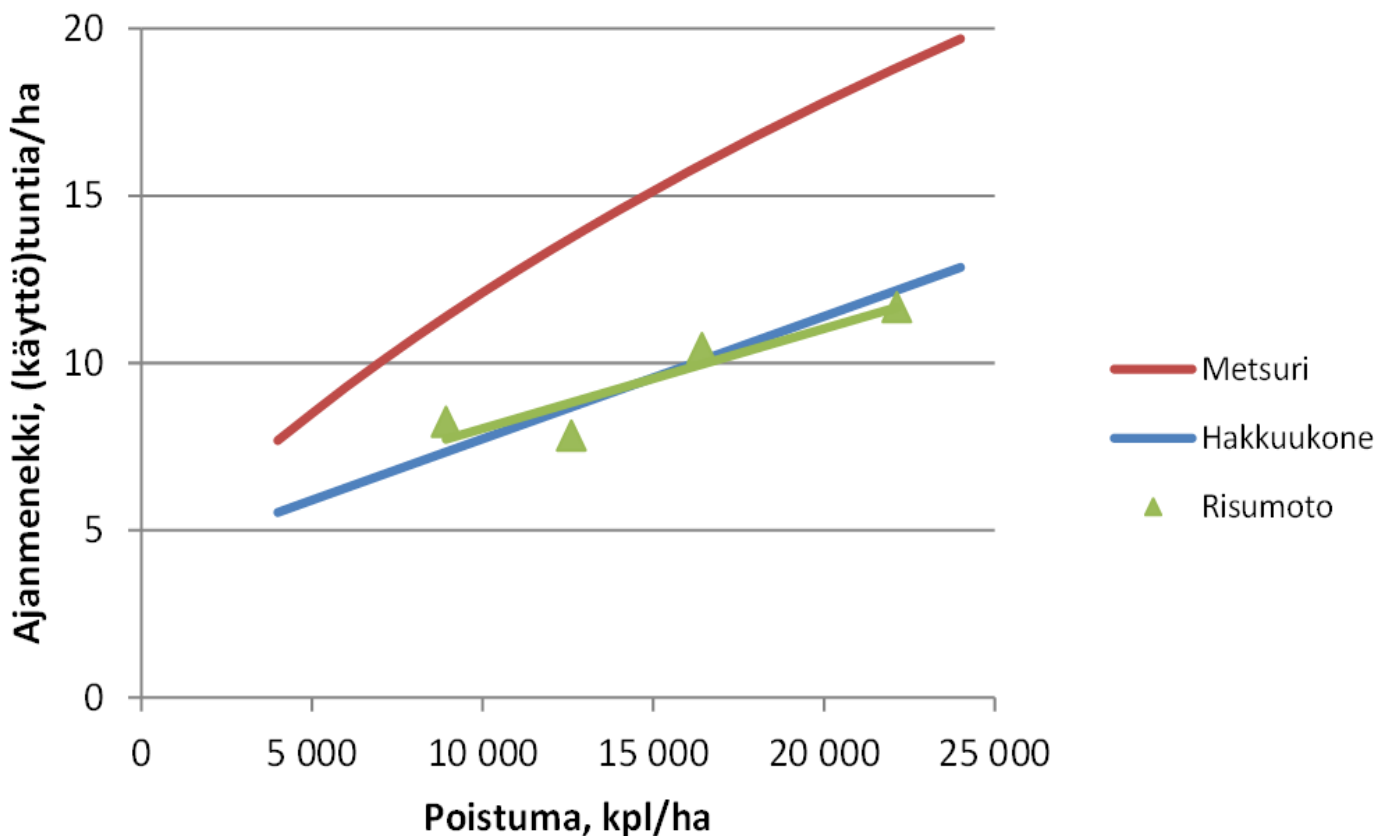
Kameratekniikkaa kuljettajan apuna.

Raivauslaitteessa on valvontakamera, jonka kuva tuodaan taulutietokoneelle ohjaamoon.

Risumoton koetyömaat

Työmaa	Koko, ha	Taimikon pääpuulaji	Taimikon pituus, m	Poistuma kpl/ha	Poistuman kanto- läpimitta, mm
1	1,3	Mä	4,3	16 400	24
2	6,3	Mä/ku	3,7	22 100	24
3	4,4	Ku	2,1	8 900	24
4	12,0	Ku	3,0	12 600	16

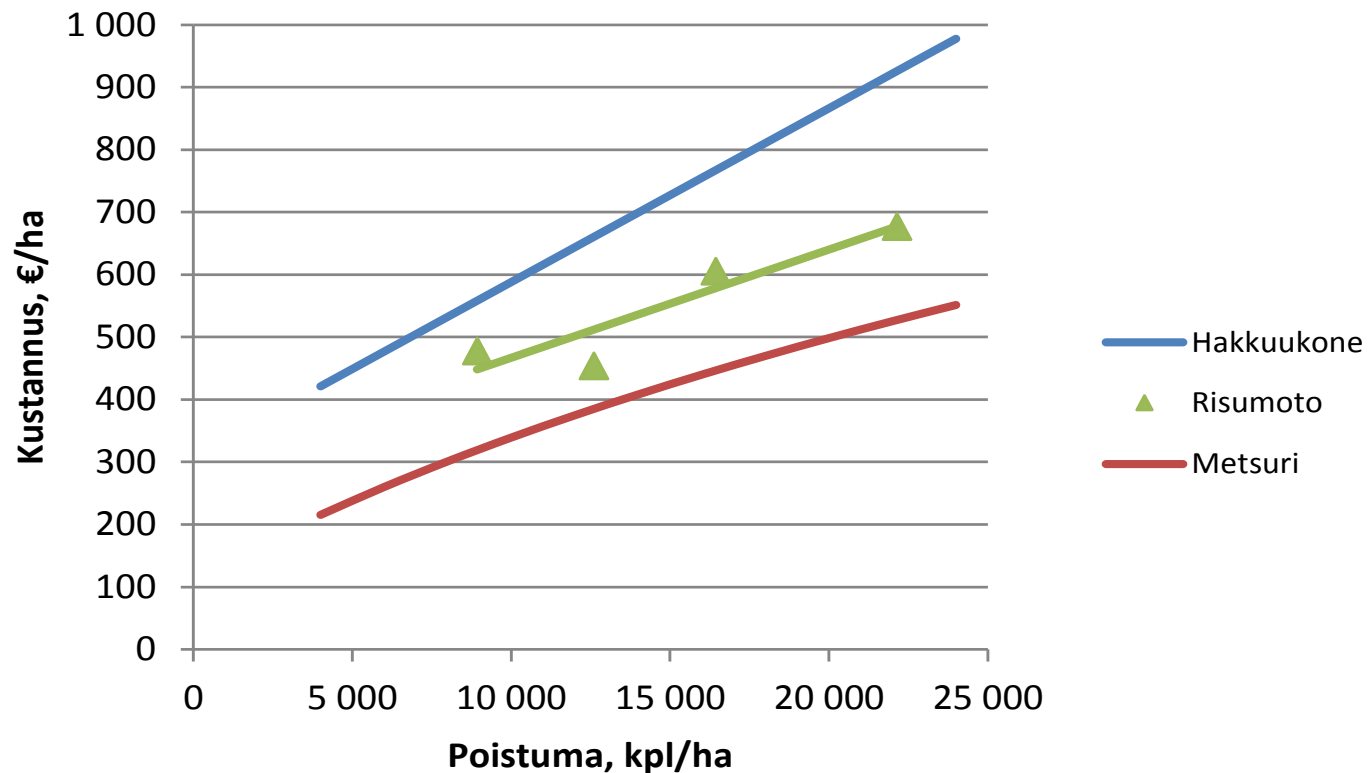
Käyttöajanmenekki poistuman tiheyden mukaan



Risumoto ja hakkuukone varustettu MenSe-raivauspäällä. Metsurin ja hakkuukoneyhdistelmän ajanmenekit aiemmista tutkimuksista.

Taimikonhoitokustannus taimikonharvennuksessa poistuman tiheyden mukaan

Kustannusoletukset: hakkuukone 76 €/käyttötunti, Risumoto 58 €/käyttötunti metsuri 28 €/tunti



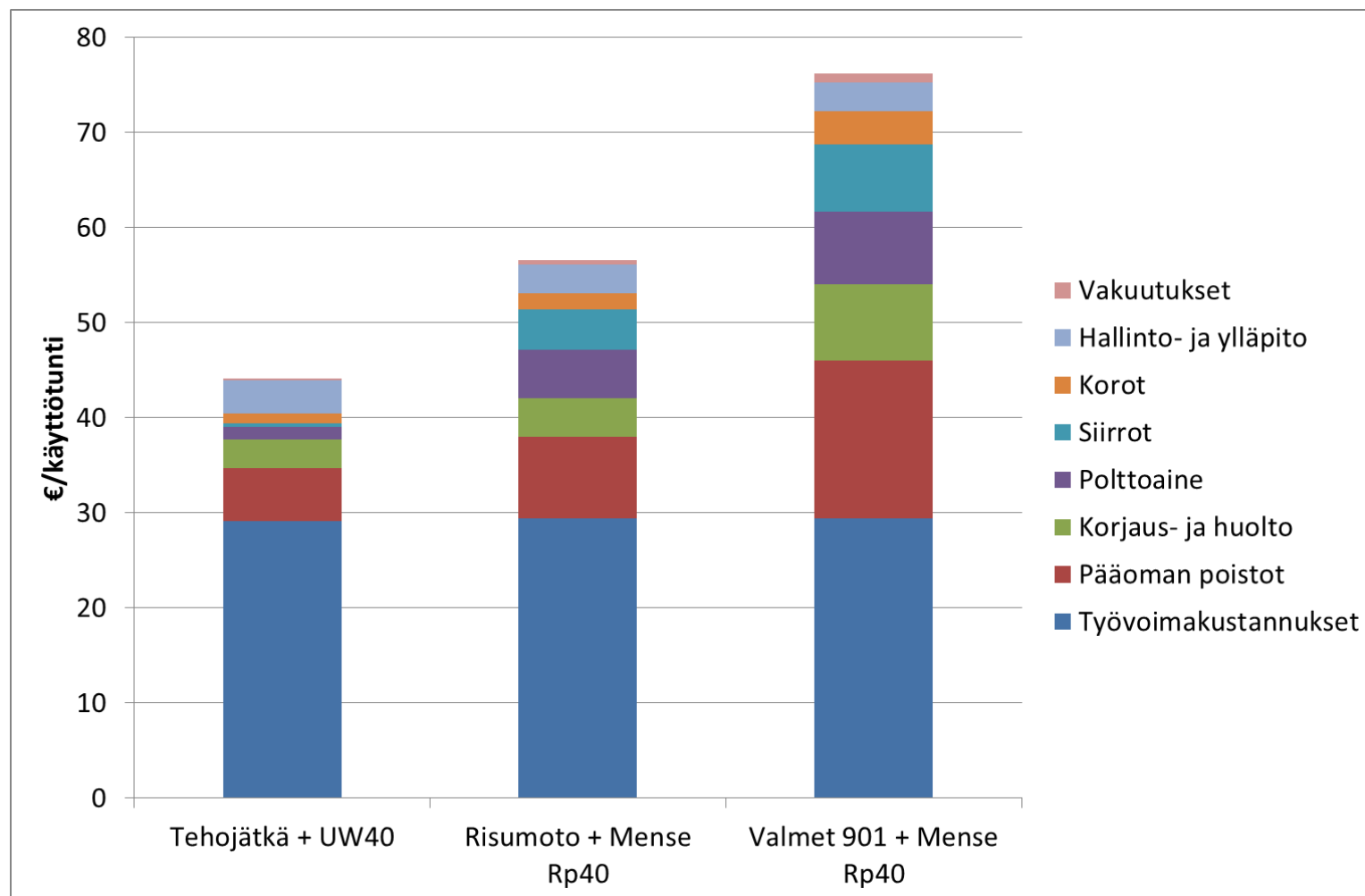
Risumoto ja hakkuukone varustettu MenSe-raivauspäällä

Risumoto/Mense-koneyksikön suhteelliset taimikonhoitokustannukset metsurityöhön (100) verrattuna eri tuntikustannustasoilla. Peruslaskelmassa kone 58 €/h ja metsuri 28 €/h.

Kone, €/h	Metsuri, €/h		
	28	30	35
50	118	110	94
55	130	121	104
58	137	128	109
60	141	132	113
65	153	143	123
70	165	154	132
75	177	165	141
80	189	176	151

Laskettu seurantatutkimuksen keskituottavuudella 0,11 ha/käyttötunti.

Esimerkkilaskelmia taimikonhoitokoneiden kustannusrakenteesta



Päätelmiä

- Kitkentä on kustannustehokas menetelmä koneelliseen taimikonhoitoon, kun otetaan koko taimikonhoitoketju huomioon.
- Aiemmissa tutkimuksissa on saatu lupaavia tuloksia myös konenäkötekniikan ja automaation mahdollisuuksista kitkennän tehostamisessa. Tulokset kannattaa pyrkiä tuotteistamaan, jotta kitkentä olisi mahdollisimman kilpailukykyinen jo yksittäisenä toimenpiteenä.
- Vaikka kitkentä - tai muut vesoittumisen ehkäisymenetelmät – yleistyisivätkin nopeasti, varttuneiden taimikoiden hoito on mittava työlaji pitkälle tulevaisuuteen. Konetyön tuottavuutta varttuneessa taimikossa pitää pystyä parantamaan nykyisestä, jotta se olisi kilpailukykyisempää. Työvoiman tarvetta nykyisetkin koneratkaisut toki vähentävät merkittävästi.
- Kohteiden valinnalla, työn ajoituksella, työtä avustavilla paikkatietojärjestelmillä ja kameratekniikalla voidaan parantaa varttuneen taimikon harvennuksen tuottavuutta ja laadun hallintaa.

Päätelmiä (2)

- Konetyön kustannusten keventäminen tavanomaisia puunkorjuukoneita halvemmilla alustakoneratkaisuilla on olennainen keino kilpailukyvyn parantamisessa. Taimikonhoito ei vaadi alustakoneelta samaa suorituskykyä kuin hakkuu tai metsäkuljetus, joten vaihtoehtoisia ratkaisuja on perusteltua kehittää ja ottaa käyttöön.
- Koneellinen taimikonhoito valikoivan harvennuksen menetelmillä ei aiheuta varttuneessa havupuutaimikoissa puuntuotannollisia tappioita tai hakkuutulojen menetyksiä raivaussahatyöhön verrattuna.
- Valikoivan koneellisen harvennuksen toteutustavoissa on pelivaraa. Systemaattisetkin menetelmät voivat tulla kysymykseen – ainakin hoitamattomuutta parempana vaihtoehtona – mikäli kustannustehokkaita menetelmiä saadaan kehitetyksi. Tulokset antavat edellytyksiä ennakkoluulottomalle menetelmä- ja konekehittelylle sekä taimikonhoidon työjälkivaatimusten tarkistamiselle.

Kirjallisuutta

- Bergström, D., Bergsten, U., Nordfjell, T. & Lundmark, T. 2007. Simulation of geometric thinning systems and their time requirements for young forests. *Silva Fennica* 41(1): 137-147.
- Bergström, D., Bergsten, U. & Nordfjell, T. 2010. Comparison of boom-corridor thinning and thinning from below harvesting methods in young dense Scots pine stands. *Silva Fennica* 44(4): 669-679.
- Hallongren, H. & Rantala, J. 2013. A search for better competitiveness in mechanized early cleaning through product development: evaluation of two Naarva uprooters. *International Journal of Forest Engineering* 24(2): 91-100.
- Hämäläinen, J., Strandström, M., Saarinen, V-M., Hynynen, J., Saksa, T. & Hyyti, H. 2013. Koneellisen taimikonhoidon kustannustehokkuuden parantaminen. *Metsätehon raportti* 228.
- Kukkonen, Mikael. 2011. Varhaisperkauksen onnistumisen arviointi ja tulevan perkaustarpeen ennustaminen koneellisesti kitketyissä kuusen (*Picea abies*) taimikoissa. Itä-Suomen yliopisto, luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta, metsätieteiden osasto, metsätieteen pro gradu -tutkielma, metsänhoidon ja metsäbioenergian erikoistumisala. 57 s.
- Rantala, J. & Kautto, K. 2011. Koneellinen kitkentä taimikon varhaisperkauksessa – työajanmenekki, kustannukset ja työpölyn laatu. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2011: 3-12.
- Saarinen, V-M., Hynynen, J. & Saksa, T. 2014. The effects of different precommercial thinning methods on wood production and profitability. Manuscript.
- Strandström, M. & Poikela, A. 2010. UW40-risuraivain koneellisessa taimikonhoidossa. *Metsätehon tulosalvosarja* 12/2010.
- Strandström, M., Kallioniemi, P. & Poikela, A. 2011. MenSe-raivauspään ajanmenekki ja tuotos käytännössä. *Metsätehon tulosalvosarja* 16/2011.
- Strandström, M., Saarinen, V.-M., Hallongren, H., Hämäläinen, J., Poikela, A. & Rantala, J. 2011. Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky. *Metsätehon raportti* 218. 29 s.