



Metsäteho

Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky

Markus Strandström ¹, Veli-Matti Saarinen ², Heidi Hallongren ²,
Jarmo Hämäläinen ¹, Asko Poikela ¹, Juho Rantala ²

¹ Metsäteho Oy & ² Metsäntutkimuslaitos

Metsätehon tulokalvosarja 15/2011

Tausta ja tavoite

- Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kustannuskilpailukyky ja työvoiman tarve metsurityöhön verrattuna
- Työ on tehty osana Metsäklusteri Oy:n EffFibre-tutkimusohjelmaa
 - ohjelman tavoitteena on kasvattaa kotimaisen puuraaka-aineen saatavuutta ja parantaa puuntuotannon kustannustehokkuutta sekä klusterin kilpailukykyä
 - osana ohjelmaa selvitetään tehostetun puuntuotannon vaatimia teknologisia ja logistisia ratkaisuja puunkorjuussa ja metsänhoidossa
- Tulosalvosarja perustuu Metsätehon raporttiin 218.
 - Strandström, M., Saarinen, V-M., Hallongren, H., Hämäläinen, J., Poikela, A. & Rantala, J. 2011. Koneellisen istutuksen ja taimikonhoidon kilpailukyky. Metsätehon raportti 218.

Tarkastellut koneet ja laitteet

- Nykyisin yleisimmin käytössä olevat istutus- ja taimikonhoitolaitteet, joiden työn tuottavuudesta ja työn laadusta oli aiempaa tutkimustietoa
- Koneistutus
 - Bracke P.11 + keskiraskas telakaivinkone
 - M-Planter + keskiraskas telakaivinkone
- Taimikon varhaisperkaus
 - Kitkevä Naarva-perkaaja + keskiraskas hakkuukone
- Taimikonharvennus
 - UW40-risuraivain + Tehojätkä-pienmetsäkone
 - MenSe-raivauspää + keskiraskas hakkuukone
- Vertailuketjut
 - Istutuksessa: kaivinkoneella tehty laikkumätästys + pottiputki-istutus
 - Taimikonhoidossa: raivaussahalla tehty varhaisperkaus ja taimikonharvennus

Istutuslaitteet



Bracke P.11-istutuslaite (Bracke Forest Ab)



M-Planter (M-Planter Oy)

Taimikonhoitolaitteet



Kitkevä Naarva-perkaaja (Pentin Paja Oy)



Mense RP40 raivauspää (Mense Oy)



UW40-risuraivain (Usewood Oy)

Laskentaoletukset - työmaiden työvaikeustekijät

- Istutus
 - Istutustiheys 1 800 kpl/ha
- Taimikonhoito
 - Poistuman tiheys 12 000 kpl/ha
 - Poistuman kantoläpimitta varhaisperkauksessa 1 tai 1,5 cm
 - Poistuman kantoläpimitta taimikonharvennuksessa 2 tai 3 cm

Metsänhoitokoneiden työkaudet

- Koneistutuksessa oletettu seuraavaa:
 - työkausi 5 kk, tehdään 2 vuorossa, kaudella 3 viikkoa lomaa / seisokkia
 - muuta työtä 6 kk, tehdään yhdessä vuorossa, talvella 1 kk seisokkia
- Koneellisessa taimikonhoidossa oletettu seuraavaa:
 - työkausi 6 kk, tehdään 2 vuorossa, kaudella 3 viikkoa lomaa / seisokkia
 - muuta työtä 5 kk, tehdään yhdessä vuorossa, talvella 1 kk seisokkia
 - UW40:lla talvella 3 kk seisokkia
- Maanmuokkauksessa työkaudet kuten koneellisessa taimikonhoidossa
- Metsurin oletettu työllistyvän ympärivuotisesti (työn tekeminen painottuu kesäkuukausille ja tasataan vuositasolla)

Kustannuslaskelmat ja -laskentaperusteet

- Koneiden kustannuslaskelmat tehtiin Metsätehon kustannuslaskentamalleilla
- Laskelmat tehtiin uusien peruskoneiden ja metsänhoitolaitteiden hinnoin
- Koneiden käyttöaste oli 85 %

- Työmaan keskikoko 2,5 ha
- Työmaiden välimatka keskimäärin 15 km
- Työntekijän työmatka keskimäärin 25 km / suunta

Laskennassa käytettyjen koneyksiköiden käyttöajanmenekit

Työlaji ja metsänhoitolaite	Peruskone	h/ha	Lähde
Laikkumätästys:			
Levy tai kauha	Telakaivinkone 15 tn	6,00	Saarinen 2006, Saksa ym. 2002
Bracke M.26	Kuormatraktori 14 tn	1,11	Saarinen 2006
Istutus:			
Bracke P.11	Telakaivinkone 15 tn	12,00	Arnkil & Hämäläinen 1995
M-Planter	Telakaivinkone 15 tn	11,92	Rantala & Laine 2010
Varhaisperkaus:			
Naarva	Hakkuukone 16 tn	7,46	Rantala & Kautto 2011
Taimikon harvennus :			
UW40	Pienmetsäkone 0,18 tn	10,00	Strandström & Poikela 2010
Mense RP 40 tai 80	Hakkuukone 16 tn	8,47	Strandström ym. 2011

Laskennassa käytetyt metsuritöiden ajanmenekit

Työlaji	Menetelmä	h/ha
Istutus, 1800 paakkutainta/ha laikkumättääseen	Pottiputki	10,93
Istutus, 1800 paakkutainta/ha laikkumättääseen*	Pottiputki	11,39
Varhaisperkaus, poistuma 12000 r/ha, keskiläpimitta 1 cm	Raivaussaha	8,56
Varhaisperkaus, poistuma 12000 r/ha, keskiläpimitta 1,5 cm	Raivaussaha	10,18
Taimikonhoito, poistuma 12000 r/ha, keskiläpimitta 2 cm	Raivaussaha	11,86
Taimikonhoito, poistuma 12000 r/ha, keskiläpimitta 3 cm	Raivaussaha	15,86

*) laikkumätäs tehty jatkuvatoimisella mätästäjällä

Työehtosopimuksen ajanmenekkiluvut on korjattu raivaussahatöissä käytännön seurantatuloksia vastaaviksi kertoimella 1,31

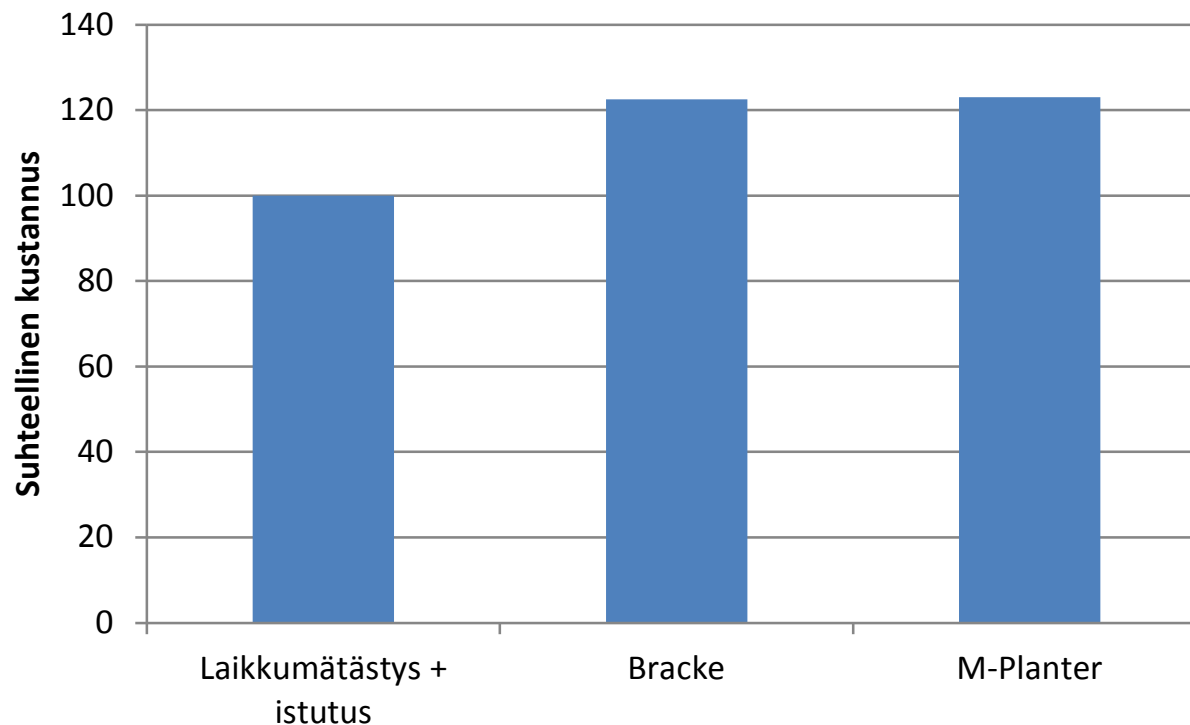
Metsähoitokoneiden käyttötuntikustannusten laskentaperusteet

	Laikkumätästys		Istutus		Taimikonhoito		
	Telakaivin-kone 15 tn	Kuorma-traktori 14tn	Telakaivin-kone 15 tn	Telakaivin-kone 15 tn	Hakkuu-kone 16 tn	Pienmetsä-kone 0,18 tn	Hakkuu-kone 16 tn
Lisälaite	Naarva-levy	Bracke M.26	Bracke P.11	M-Planter	Naarva	UW40	MenSe
Peruskone, €	125 000	200 000	125 000	125 000	250 000	58 000	250 000
Pitoaika, h	12 000	12 000	12 000	12 000	15 000	10 000	15 000
Lisälaite, €	4 500	100 000	44 000	49 000	19 500	7 000	16 000
Pitoaika, h	7 500	7 500	7 500	7 500	6 000	6 000	6 000
Vuotuiset käyttötunnit, h							
Yhteensä	2 196	1 838	2 126	2 126	2 217	1 934	2 228
Metsänhoito	1 448	1 090	1 242	1 242	1 469	1 492	1 480
Muu työ	748	748	884	884	748	442	748
Metsänhoidon vuosisuorite							
päätyölajissa, ha	241	982	104	104	197	149	175
Pitoaika vuosina							
Peruskone	5,5	6,5	5,6	5,6	6,8	5,2	6,7
Lisälaite	5,2	6,9	6,0	6,0	4,1	4,0	4,1
Pääomakustannukset:							
Arvon alenema							
Peruskone %/vuosi				25			
Lisälaite %/vuosi				40			
Pääoman korko, %				5,0			

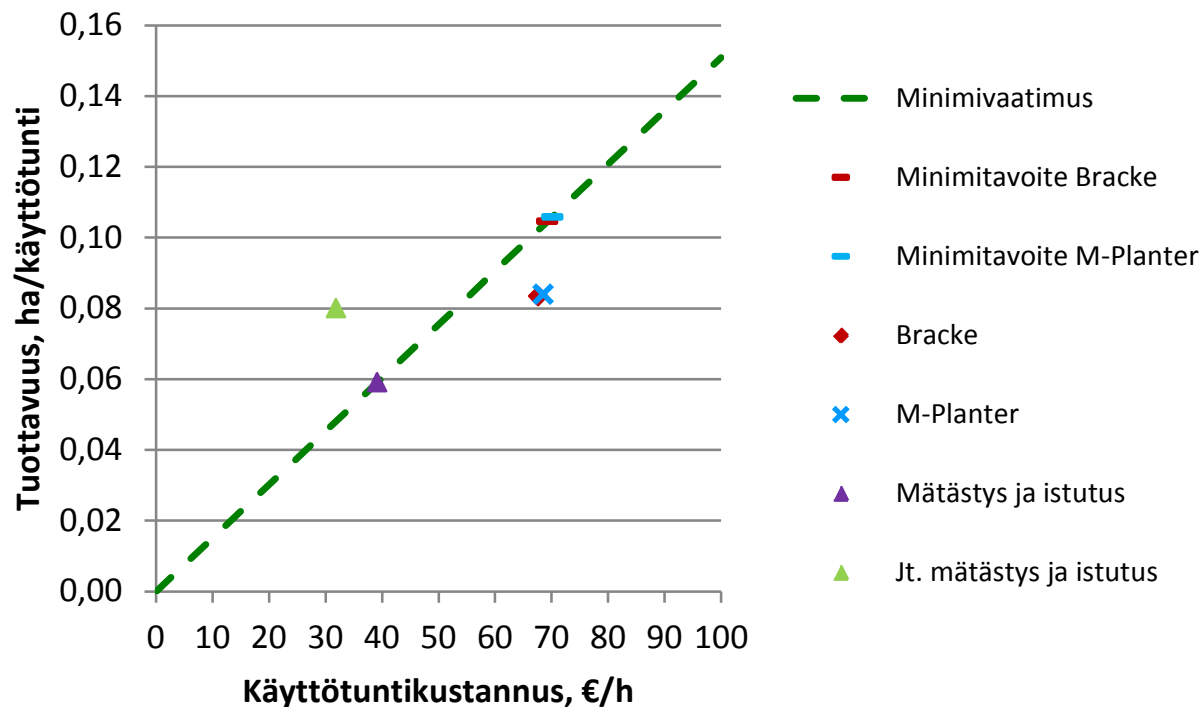
Metsähoitokoneiden käyttötuntikustannusten laskentaperusteet

	Laikkumätästys		Istutus		Taimikonhoito		
Peruskone	Telakaivin- kone 15 tn	Kuorma- traktori 14tn	Telakaivin- kone 15 tn	Telakaivin- kone 15 tn	Hakkuu- kone 16 tn	Pienmetsä- kone 0,18 tn	Hakkuu- kone 16 tn
Lisälaite	Naarva-levy	Bracke M.26	Bracke P.11	M-Planter	Naarva	UW40	MenSe
Kuljettajan palkka €/h				12,43			
Välilliset palkka- kustannukset €/h (55%)				6,84			
Palkkakustannukset €/h yhteensä				19,27			
Polttoaine:							
Litraa käyttötunnissa €/l	10,0	17,5	10,0	10,0 0,85	10,0	1,5	9,0
Siirrot ja siirtymiset:							
Kone, €/km	10,00	4,50	10,00	10,00	10,00	0,60	10,00
Kuljettaja €/km				0,46			
Huolto ja korjaus:							
€/käyttötunti	5,00	8,00	5,00	5,00	8,00	3,10	8,00
Kiinteät vuosi- kustannukset €/v:							
Vakuutukset	800	1750	800	800	2100	300	2100
Hallinto ja ylläpito				6800			

Koneellisen istutuksen kustannukset 23 % vertailuketjua korkeammat

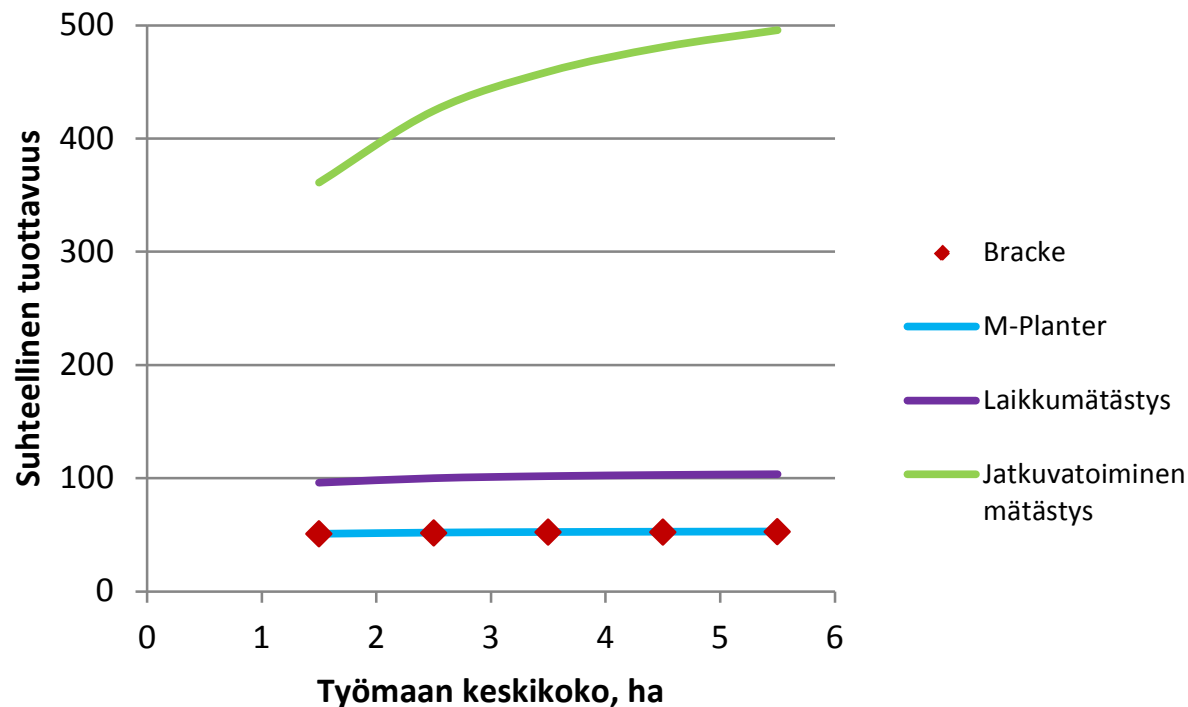


Koneistutuksen tuottavuuden tulisi nousta vähintään 25 % käyttötuntituotos 150 taimesta → 190 taimeen



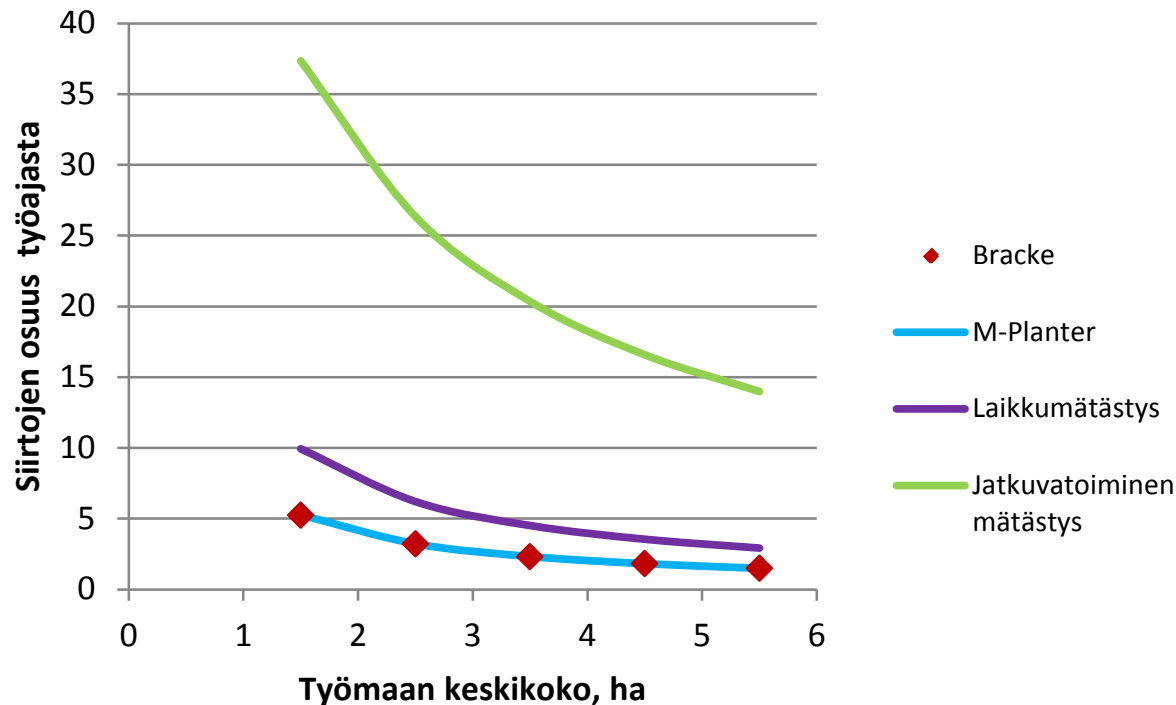
Minimivaatimus vastaa kaivinkonemätästysten ja käsin istutuksen kustannuksia. Konekohtaisissa minimitalvoitteissa on otettu huomioon tuottavuuden muutoksen vaikutus koneen siirtoihin kuluvaan työaikaan ja siirtokustannuksiin sekä näiden vaikutukset koneen käyttötuntikustannuksiin.

Jatkuvatoimiseen mätästykseen pohjautuvissa ratkaisuissa potentiaalia

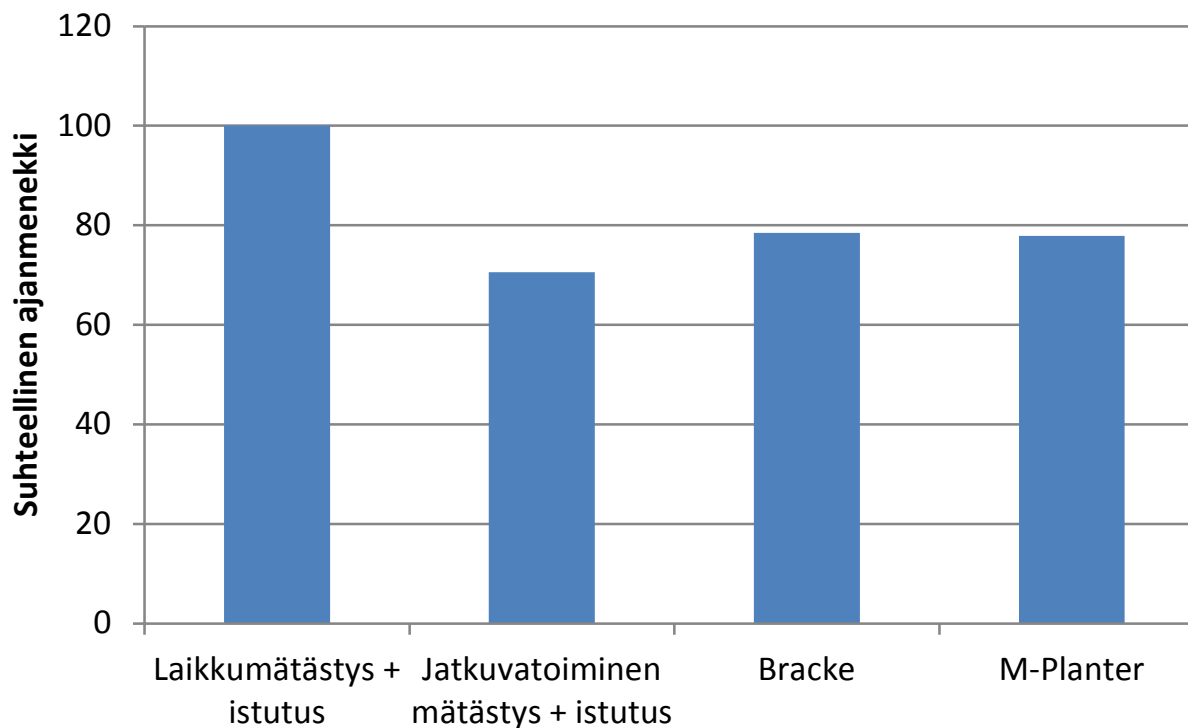


Suhdeluku 100 vastaa kaivinkonemätästykseen tuottavuutta 2,5 ha työmaalla.

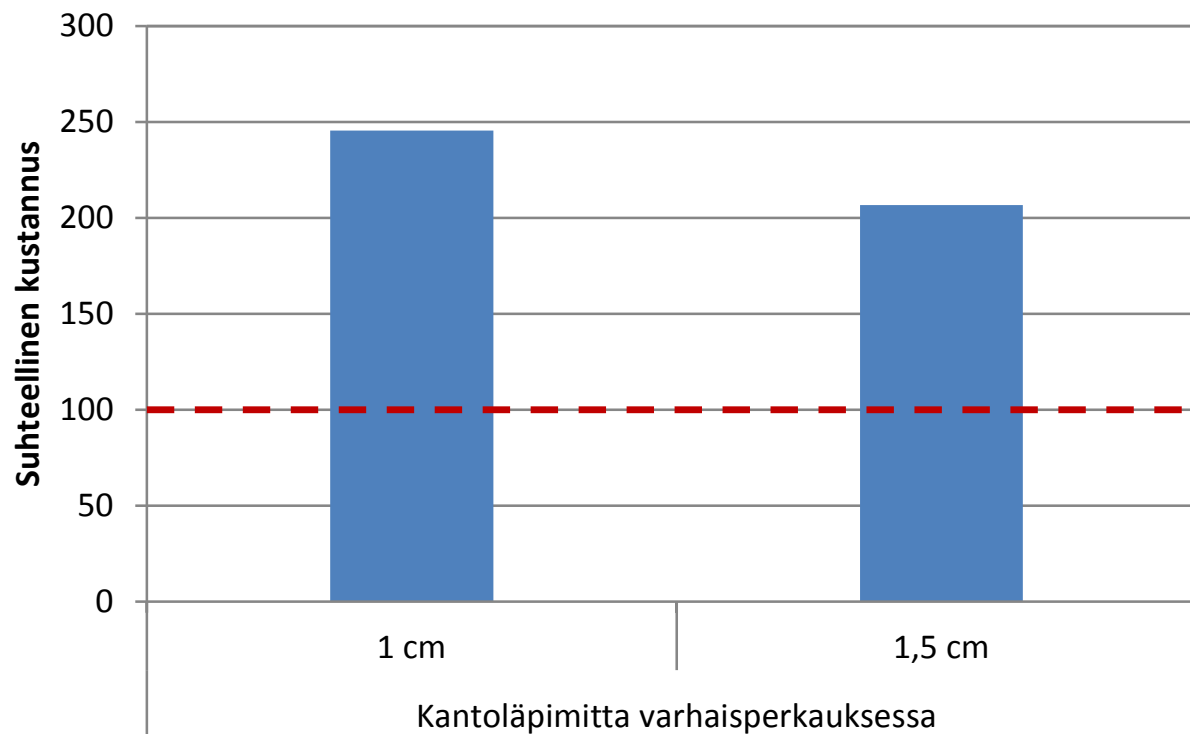
Työn tuottavuus ja työmaan pinta-ala vaikuttavat huomattavasti siirtojen osuuteen työajasta



Koneistutus vaatii 22 % vähemmän henkilöresursseja kuin erillinen laikkumätästys ja pottiputki-istutus

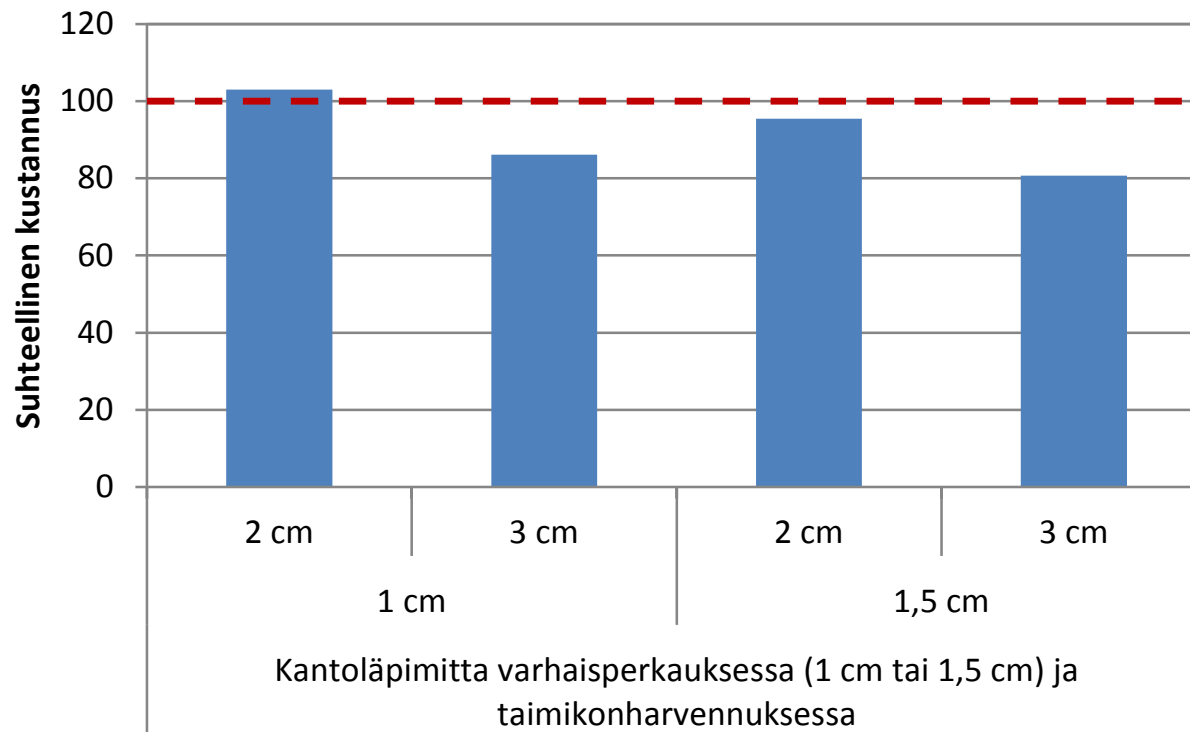


Kitkevän Naarva-perkaajan kustannukset pelkästään varhaisperkauksessa noin 2,1–2,5 -kertaiset suhteessa metsurityöhön



Metsurin tekemä varhaisperkaus (suhteellinen kustannus 100)

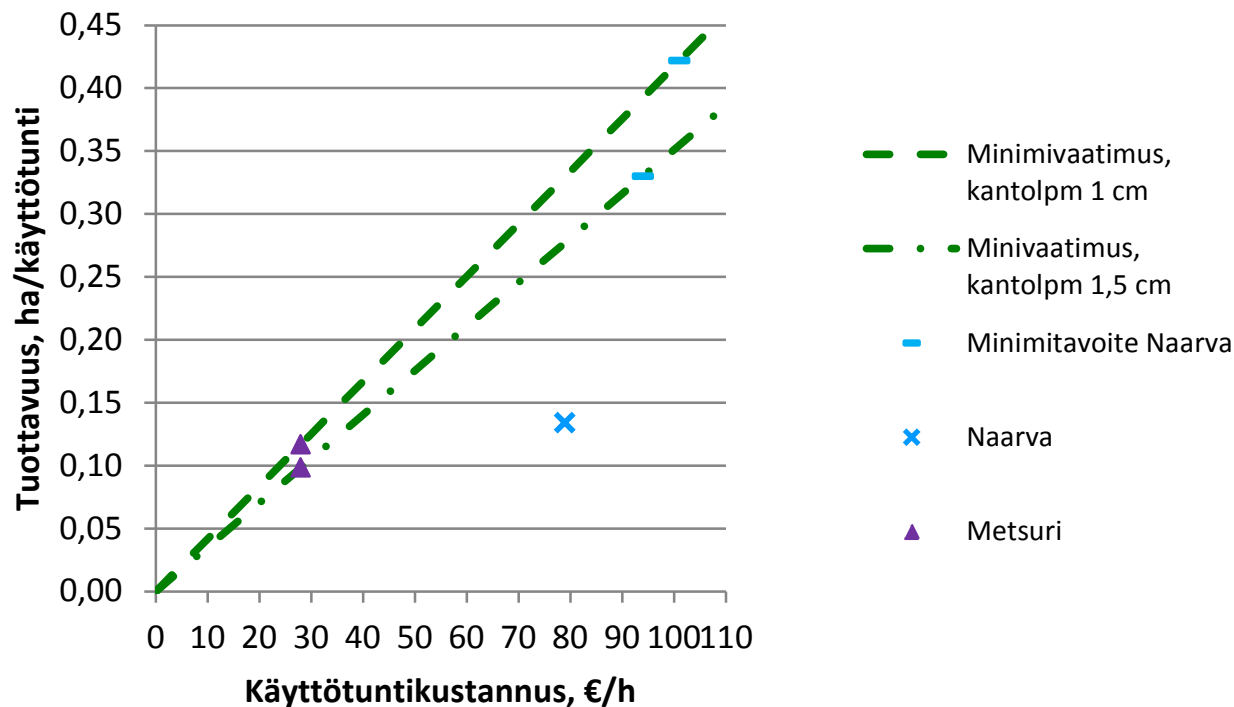
Kitkevä Naarva-perkaaja kustannuksiltaan kilpailukykyinen koko taimikonhoitoketjua tarkasteltaessa



Metsurin tekemä varhaisperkaus ja taimikonharvennus (suhteellinen kustannus 100).

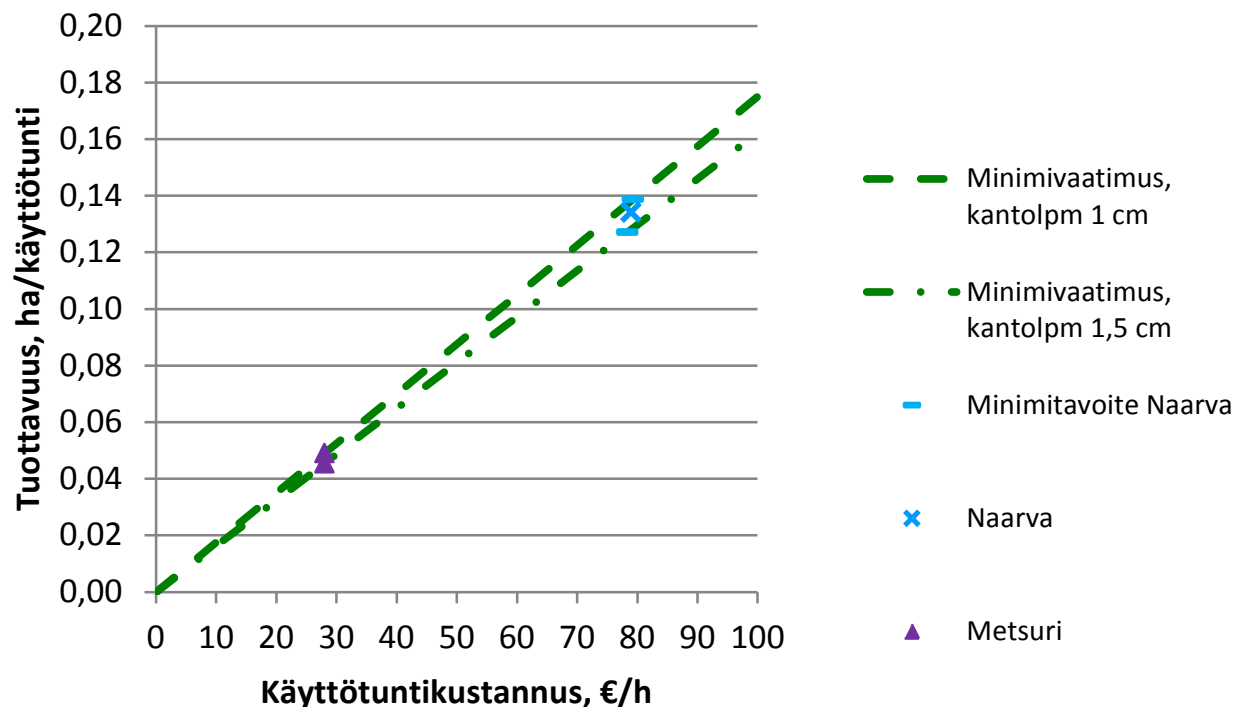
Koneellisessa ketjussa kitkemällä tehdyn varhaisperkauksen on oletettu poistavan taimikonharvennuksen tarpeen.

Kitkevän Naarva-Perkaajan tuottavuuden tulisi 2,5–3,1 -kertaistua varhaisperkauksessa



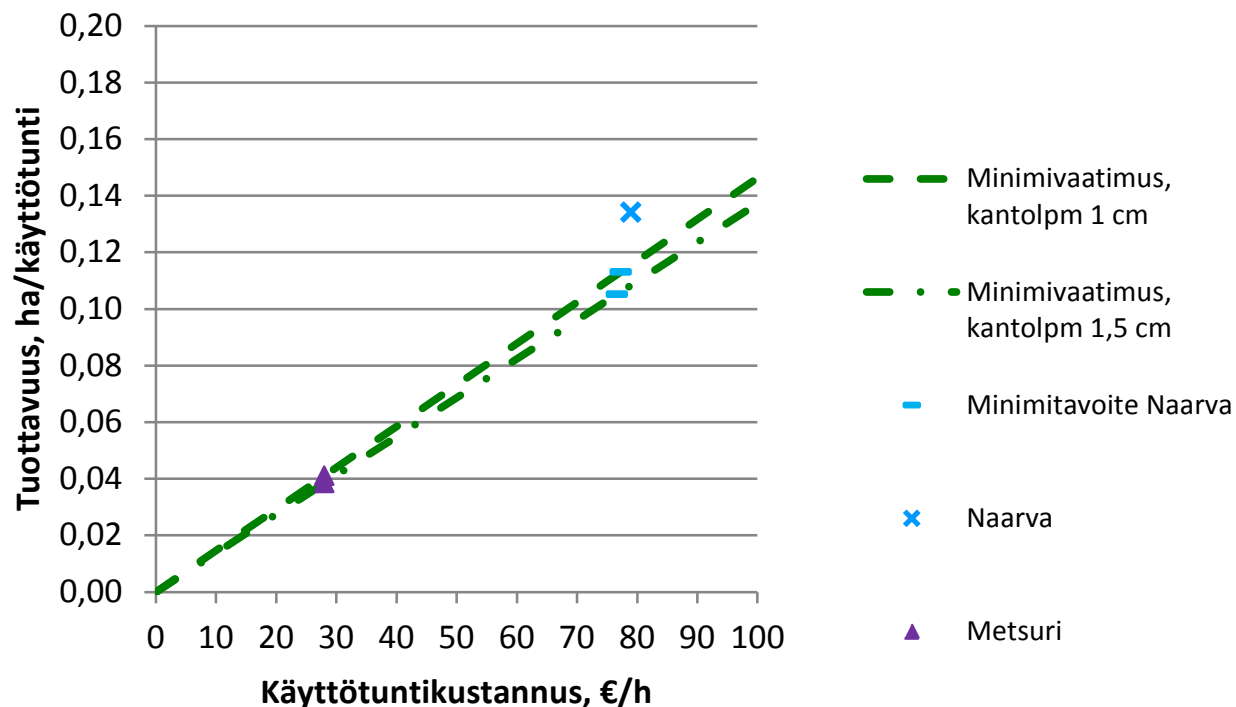
Minimivaatimus vastaa metsurityönä tehdyn varhaisperkauksen kustannuksia. Konekohtaisessa minitavoitteessa on otettu huomioon tuottavuuden muutoksen vaikutus koneen siirtoihin kuluvaan työaikaan ja siirtokustannuksiin sekä näiden vaikutukset koneen käyttötuntikustannuksiin.

Kitkevän Naarva-Perkaajan tuottavuus ja tuottavuuden minimivaatimus taimikonhoitoketjussa kantoläpimitta taimikonharvennuksessa 2 cm



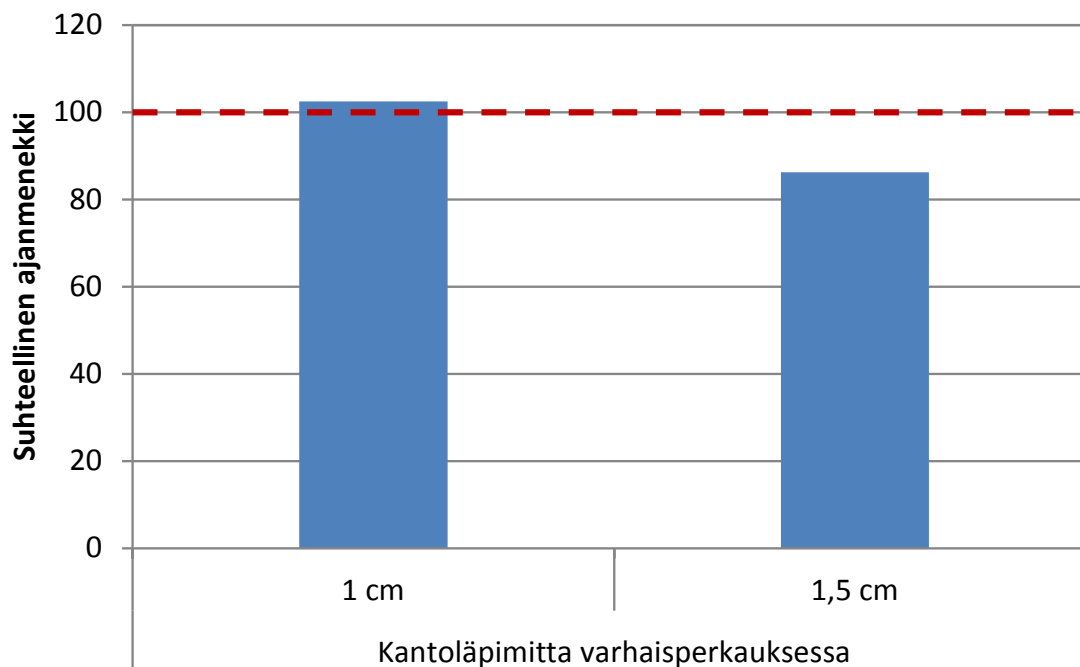
Minimivaatimus vastaa metsurityönä tehdyn varhaisperkauksen ja perkaus-harvennuksen yhteenlaskettuja kustannuksia. Konekohtaisessa minitavoitteessa on otettu huomioon tuottavuuden muutoksen vaikutus koneen siirtoihin kuluvaan työaikaan ja siirtokustannuksiin sekä näiden vaikutukset koneen käyttötuntikustannuksiin.

Kitkevän Naarva-Perkaajan tuottavuus ja tuottavuuden minimivaatimus taimikonhoitoketjussa kantoläpimitta taimikonharvennuksessa 3 cm



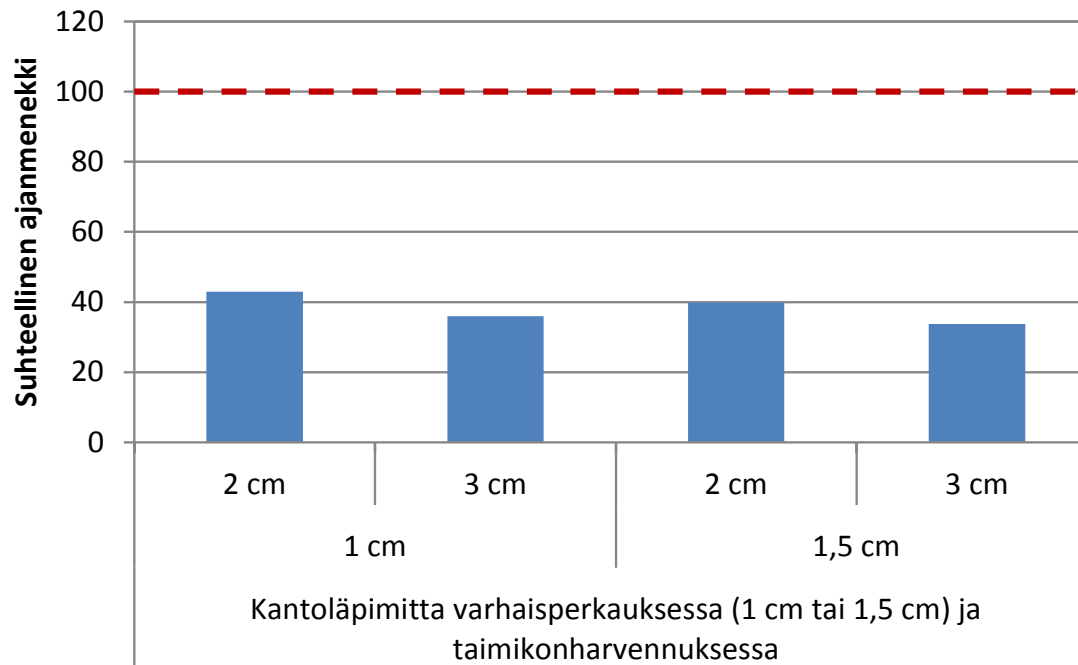
Minimivaatimus vastaa metsurityönä tehdyn varhaisperkauksen ja perkaus-harvennuksen yhteenlaskettuja kustannuksia. Konekohtaisessa minitavoitteessa on otettu huomioon tuottavuuden muutoksen vaikutus koneen siirtoihin kuluvaan työaikaan ja siirtokustannuksiin sekä näiden vaikutukset koneen käyttötuntikustannuksiin.

Kitkevä Naarva-perkaaja sitoo työvoimaa varhaisperkauksessa saman verran tai jopa vähemmän kuin metsurin tekemänä



Metsurin tekemä varhaisperkaus (suhteellinen ajanmenekki 100)

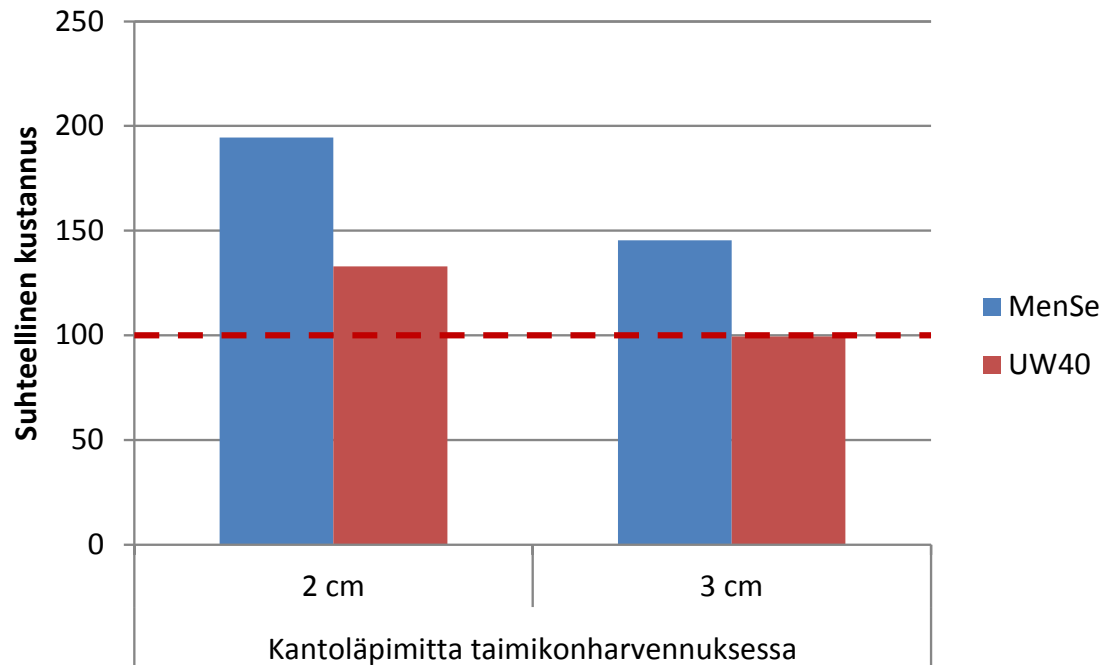
Kitkevä Naarva-perkaaja sitoo työvoimaa koko taimikonhoitoketjussa noin 60 % vähemmän kuin metsurin tekemänä



Metsurin tekemä varhaisperkaus ja taimikonharvennus (suhteellinen ajanmenekki 100).

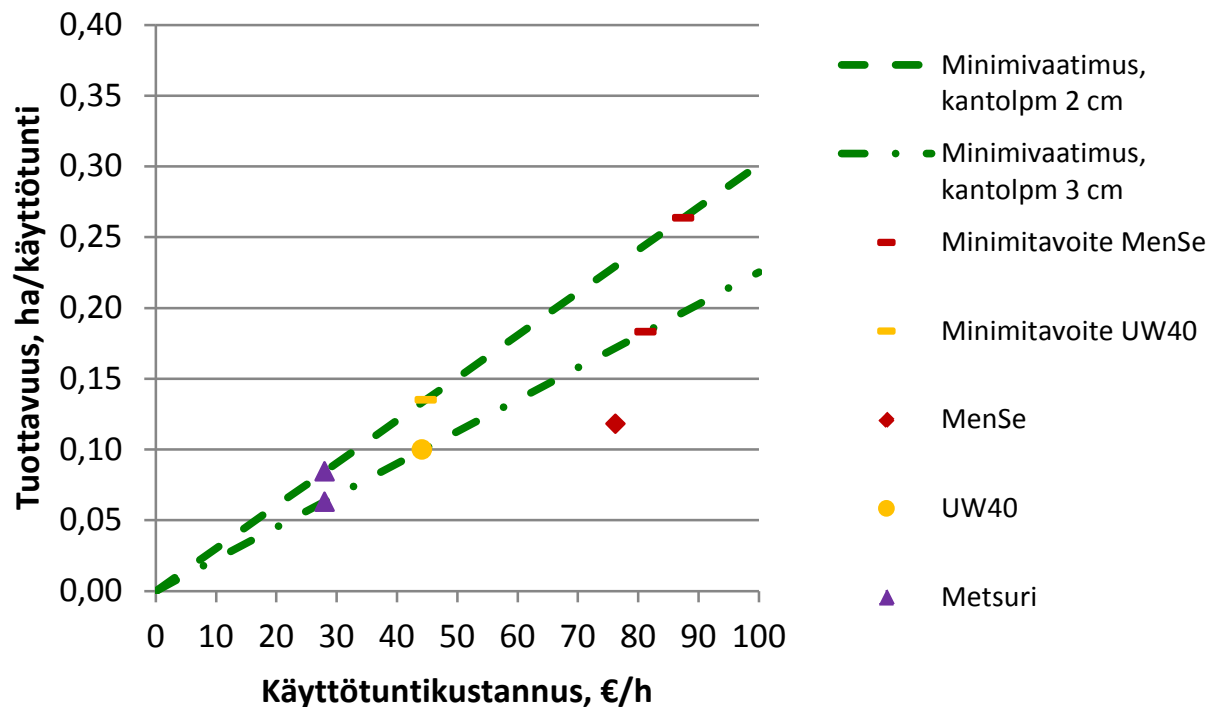
Koneellisessa ketjussa kitkemällä tehdyn varhaisperkauksen on oletettu poistavan taimikonharvennuksen tarpeen.

Taimikon harvennuksessa peruskoneratkaisultaan erilaisten laitteiden kustannuskilpailukyky eroaa toisistaan huomattavasti



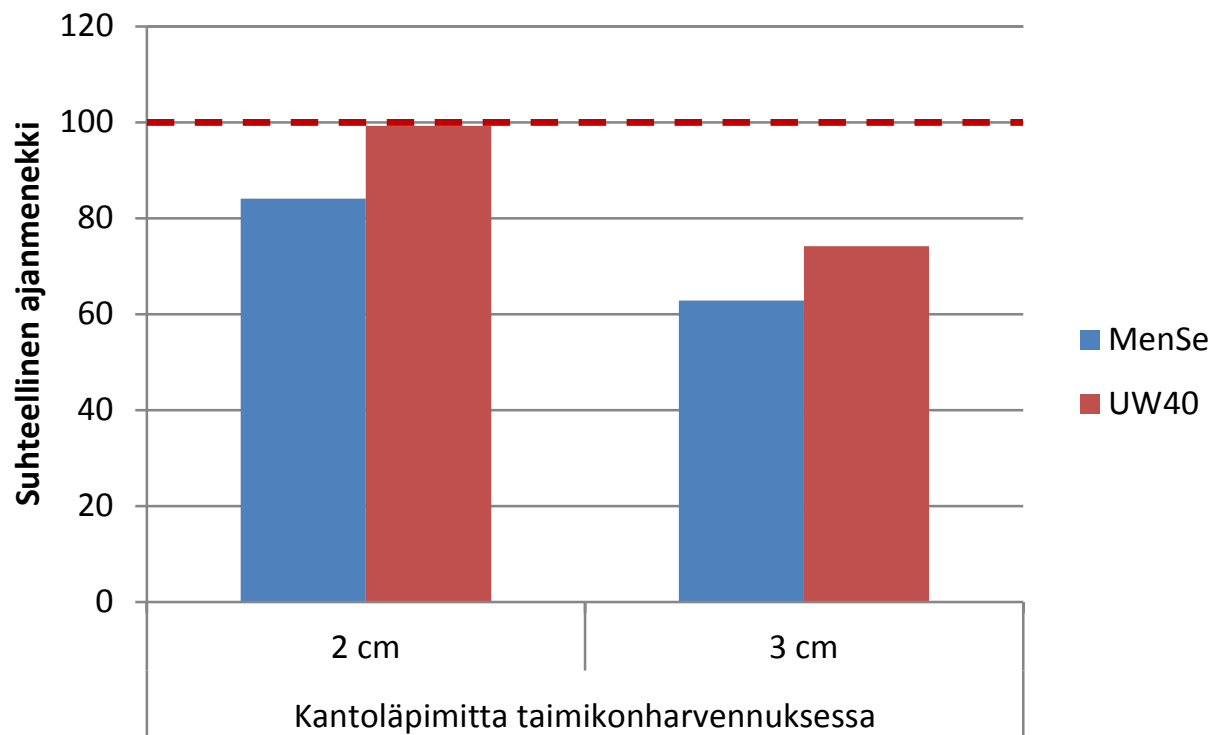
Metsurin tekemä taimikonharvennus (suhteellinen kustannus 100)

MenSen tuottavuuden tulisi 1,5–2,2 -kertaistua ja UW40:n nousta 35 % (2 cm kantolämpimittaluokassa), jotta päästäisiin metsurityön tasolle



Minimivaatimus vastaa metsurityönä tehdyn taimikonharvennuksen kustannuksia. Konekohtaisissa minimitavoitteissa on otettu huomioon tuottavuuden muutoksen vaikutus koneen siirtoihin kuluvaan työaikaan ja siirtokustannuksiin sekä näiden vaikutukset koneen käyttötuntikustannuksiin.

Koneellinen taimikonharvennus sitoo henkilöresursseja metsurityötä vähemmän



Metsurin tekemä taimikonharvennus (suhteellinen ajanmenekki 100)

Johtopäätökset I

- Työvoiman riittävyyden ja resurssien käytön tehokkuuden näkökulmasta koneellinen metsänhoito tuo jo nykyisellä tuottavuustasolla etua suhteessa vertailuketjuihin
- Koneellinen istutus ja taimikonhoito eivät yleisesti ottaen tuo vielä kustannussäästöjä metsurityöhön verrattuna
- Nykyisilläkin istutuskoneilla mahdollista saavuttaa vaadittu tuottavuustaso
 - Kuljettajalla ja työolosuhteilla suuri vaikutus tuottavuuteen
- M-Planterilla potentiaalia suurempaan tuottavuuteen
- Istutuskoneiden tuottavuuden parantaminen edellyttää taimikasettien täytön automatisointia ja taimilogistiikan kehittämistä
- Todelliseen kehityshyppäykseen tarvitaan jatkuvatoiminen istutuskone
 - Haasteena saada mahdollisimman suuria työmaita

Johtopäätökset II

- Kitkevä Naarva-perkaaja jo nyt kilpailukykyinen metsurityöhön verrattuna
 - jopa 20 prosentin kustannussäästö taimikonhoitoketjussa
- Taimikonharvennuksessa vain UW40+pienmetsäkone kilpailukykyinen metsurin kanssa (vaikeampi 3 cm läpimittaluokka)
 - Etuna pienet pääomakustannukset, siirrettävyys ja matala polttoaineen kulutus
- MenSen kustannukset taimikonharvennuksessa 40–90 % metsurityötä suuremmat
- Peruskoneen hinta (saman kokoluokan uusi/vanha) ei herkkyytarkastelun mukaan muuta ratkaisevasti istutus- tai taimikonhoitokoneen kilpailukykyä suhteessa metsurityöketjuun

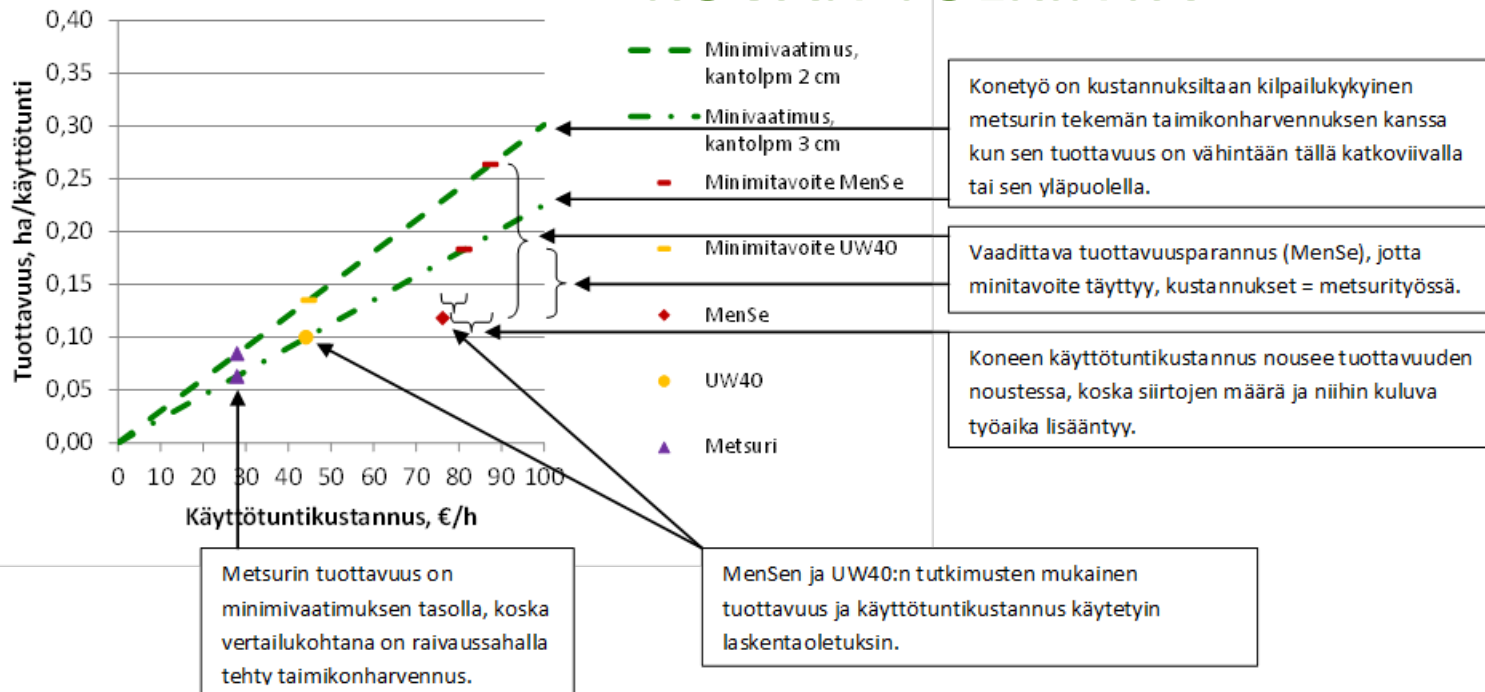
Johtopäätökset III

- Riittävien työmäärien varmistaminen koneyksiköille tarkoituksenmukaisilla kohteilla tärkeä tekijä metsänhoitotöiden koneellistamisessa
- Aistin- ja automaatioteknologian hyödyntämiseen metsänhoidon koneellistamisessa kohdistuu odotuksia ja mahdollisuuksia
 - Työn tuottavuus, laatu ja kuormittavuuden vähentäminen

KILPAILUASEMA JA TUOTTAVUUDEN MINITAVOITE,

Esimerkinä kuva 14, taimikonharvennus.

KUVAN TULKINTA



Periaate: vertailussa mukana olevat koneet (tässä MenSe ja UW40) on asemoitu kuvaan tuottavuuden ja käyttötuntikustannusten mukaan.

Minivaatimus: tuottavuustaso (katkoviiva), jolla konetyön kustannukset vastaavat tietyllä tuottavuudella ja käyttötuntikustannuksella vertailuketjun kustannuksia (tässä metsurin raivaussahalla tekemä taimikonharvennus).

Minitavoite: tuottavuustaso (piste), jolle koneen (tässä MenSe ja UW40) tulisi vähintään päästä. Minitavoite on aina minimivaatimus katkoviivalla, mutta sen sijainti määräytyy koneen tuottavuuden ja käyttötuntikustannusten mukaan.