












# Puiden syöttöjärjestelyjen vaikutus automaattipilkontakoneen tuottavuuteen

Kirjoittajat: Ari Erkkilä, Antti Heikkinen, Heikki Kaipainen, Tuula Strömberg

Luottamuksellisuus: julkinen



Raportin nimi Puiden syöttöjärjestelyjen vaikutus automaattipilkontakoneen tuottavuuteen				
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Keski-Suomen metsäkeskus, PL 39, 40101 Jyväskylä	Asiakkaan viite			
Projektin nimi Energiasisältöön perustuvan polttopuuliiketoiminnan kehittäminen	Projektin numero/lyhytnimi 26100/Energiapilke			
Raportin laatija(t) Ari Erkkilä, Antti Heikkinen, Heikki Kaipainen, Tuula Strömberg	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 12/			
Avainsanat polttopuu, pilkonta, tuottavuus	Raportin numero VTT-R-00153-12			
Tiivistelmä <p>Pilkkeiden valmistuksessa työmaajärjestelyillä on suuri vaikutus tuottavuuteen. Tehdyssä aikatutkimuksessa verrattiin samalla työmaalla kahta erilaista yhden työntekijän hoitamaa toimintamallia, traktorikäyttöistä siirrettävää ja sähkökäyttöistä kiinteää pilkonta-asemaa. Molemmissa käytettiin automaattipilkontakoneita ja puiden syöttöjärjestelyjä.</p> <p>Pilkontatyön osuus työskentelyajasta oli erittäin korkea molemmilla järjestelyillä. Kiinteällä pilkonta-asemalla pilkontatyön osuus oli 92 % työajasta. Työpäivälle laskettu työajan tuottavuus oli 2,1 kiintokuutiometriä tunnissa. Siirrettävällä pilkonta-asemalla pilkontatyön osuus oli 79 % työajasta. Työpäivää kohti laskettu työajan tuottavuus oli 2,2 kiintokuutiometriä tunnissa. Tuottavuudet sisältävät myös pilkontakoneen automaattiajon pysäyttämisen vaatineet häiriöt. Siirrettävän aseman parempi tuottavuus johtui pilkontakoneen paremmasta tehotuntituottavuudesta. Pilkonnan tuottavuudet olivat 2,8 (siirrettävä asema) ja 2,3 (kiinteä asema) kiintokuutiometriä tunnissa. Pilkottujen runkojen läpimittojen keskiarvo oli 15 cm. Aiemmassa tutkimuksessa sahaavilla koneilla pilkonnan osuus on ollut 65 – 74 % tehoajanmenekistä, kun pilkekoneet on sijoitettu mahdollisimman hyvälle työskentelyetäisyydelle puupinosta. Tässä tutkimuksessa raaka-ainekasan ja pilkontapaikan välinen etäisyys oli 120 metriä ja puiden nouto sisältyi myös työskentelyaikaan.</p> <p>Automaattipilkonnan ansiosta pilkonta-asemaa voi hoitaa yksi työntekijä. Työntekijä pystyi selvittämään koneen käydessä pilkekoneesta riippumattomia häiriöitä pilkontatyön keskeytymättä. Pilkontatyön tuottavuuteen vaikutti rungon läpimitta voimakkaasti. Sähkökäyttöisen kiinteän pilkonta-aseman tuottavuus ei kasvanut pilkottavan rungon läpimitan kasvaessa yhtä paljon kuin traktorikäyttöisen. Kiinteässä pilkonta-asemassa käytettiin 8-osaan halkaisevaa terää ja siirrettävässä asemassa oli 6-osaan halkaiseva. Siirrettävä pilkonta-asema sopii erityisesti pilkontapalvelujen tuottamiseen. Kiinteän aseman etuna on pilkontakoneen suuri käyttöaste. Sähkökäyttöisen pilkontakoneen käyttökustannus on myös selvästi pienempi kuin traktorikäyttöisen. Pilkekoneet olivat vuoden 2011 malleja. Vuoden 2012 konemalleihin valmistaja on nopeuttanut katkonnan ja halkaisun työkiertoa kaksoissyylinterin avulla.</p>				
Luottamuksellisuus	Julkinen			
Jyväskylä 2.2.2012 <table border="0"> <tr> <td>           Laatija              Ari Erkkilä            erikoistutkija         </td> <td>           Tarkastaja              Jyrki Raitila            tiimipäällikkö         </td> <td>           Hyväksyjä              Jouni Hämäläinen            teknologiapäällikkö         </td> </tr> </table>		Laatija  Ari Erkkilä erikoistutkija	Tarkastaja  Jyrki Raitila tiimipäällikkö	Hyväksyjä  Jouni Hämäläinen teknologiapäällikkö
Laatija  Ari Erkkilä erikoistutkija	Tarkastaja  Jyrki Raitila tiimipäällikkö	Hyväksyjä  Jouni Hämäläinen teknologiapäällikkö		
VTT:n yhteystiedot VTT, (Koivurannantie 1), PL 1603, 40101 Jyväskylä				
Jakelu (asiakkaat ja VTT)				
VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.				

## Alkusanat

Tutkimusraportissa esitetään tulokset puiden syöttöjärjestelyjen vaikutuksen tutkimuksesta automaattipilkontakoneen tuottavuuteen. Tutkimus toteutettiin Keski-Suomen *Bioenergiasta elinvoimaa* (BEV) -klusteriohjelmassa *Lämpöyrittäjyyden ja polttopuuliiketoiminnan kehittäminen* –projektin osana lokakuussa 2011. Projektin päärahoittaja oli Keski-Suomen ELY-keskus Euroopan maaseudun kehittämisen maatalousrahasto. Projektia hallinnoi Keski-Suomen metsäkeskus.

Koko projektin ohjausryhmään kuuluivat puheenjohtajana lämpöyrittäjä Jussi Koskinen, sihteerinä projektin päällikkö bioenergianeuvoja Veli-Pekka Kauppinen (Keski-Suomen metsäkeskus), projektin vastuullinen johtaja Ari Nikkola (Keski-Suomen metsäkeskus), polttopuuyrittäjä Pasi Sironen, Martti Sinkkonen ja Veijo Kontro (Maaselän Kone Oy), Tapani Sauranen ja Hannu Vilkkilä (JAMK), Risto Janhunen (ELY-keskus) ja Pekka Janhonen (POKE).

Tutkimus toteutettiin Metsäkeskuksen ja VTT:n sekä polttopuuyrittäjien Ulla Kylmälahden ja Ismo Tiihosen yhteistyönä. Tutkimuksen osarahoittajana toimi Reikälevy Oy. Tutkimukseen osallistuivat VTT:stä vastuuhenkilönä erikoistutkija Ari Erkkilä, tutkija Antti Heikkinen sekä tutkimusinsinööri Heikki Kaipainen sekä Tuula Strömberg Keski-Suomen metsäkeskuksesta.

Esitämme parhaat kiitokset työn tilaajalle, rahoittajille, ohjausryhmän jäsenille ja kaikille muille työhön osallistuneille.

Jyväskylä 2.2.2012

Tekijät

## Sisällysluettelo

Alkusanat.....	2
1 Johdanto.....	4
2 Tutkitut pilkkontakoneiden syöttöjärjestelyt .....	4
3 Tehdyt mittaukset .....	7
4 Mittaustulokset.....	7
5 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset .....	11
Lähdeviitteet .....	12

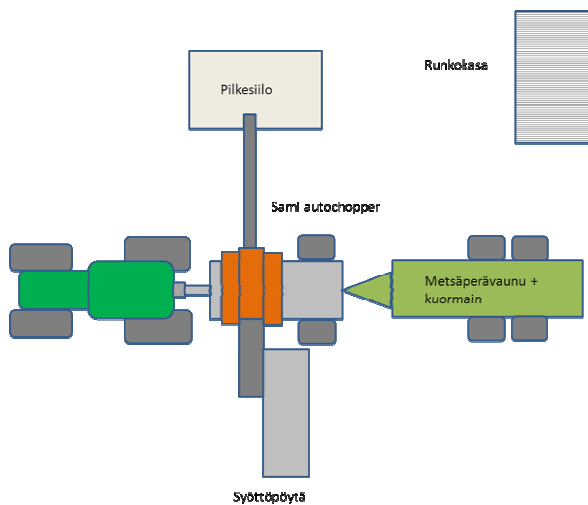
## 1 Johdanto

Pilkekoneyön tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä pilkekoneen ominaisuuksien ohella ovat pilkottavien runkojen läpimitta ja pituus, runkojen mutkaisuus ja oksaisuus, pilkkeiden pituus sekä työmaajärjestelyt runkojen ja pilkkeiden siirtologistiikkoineen.

Työmaajärjestelyt ja erityisesti pilkottavien runkojen syöttöjärjestelyt vaikuttavat pilkekoneen teholliseen työskentelyaikaan. Koneelle tulisi olla jatkuvasti pilkottavia runkoja tarjolla. Pilkekoneen konstruktiosta puolestaan riippuu tarvitaanko katkeamattomaan työskentelyyn yksi vai kaksi työntekijää. Markkinoilla on niin sanottuja automaattipilkkokkia, jotka eivät sido pilkekoneen käyttäjää yksinomaan sahaukseen ja halkaisuun. Työntekijä voi entistä paremmin hallita koko pilkontaprosessia. Automaattitoiminnan aikana prosessia käyttävällä työntekijällä on mahdollisuus hoitaa pilkottavien runkojen siirrot ja tarvittaessa valmiiden pilkkeiden käsittelyyn. Koko työmaan voi hoitaa yksi työntekijä, millä on oleellinen merkitys toiminnan kannattavuuteen.

## 2 Tutkitut pilkontakoneiden syöttöjärjestelyt

Tutkimuksessa verrattiin samalla työmaalla käytännön tilanteessa kahta erilaista toimintamallia syöttöjärjestelyineen, jotka yrittäjät ovat rakentaneet Reikälevy Oy:n valmistaman Sami Autochopper –automaattipilkkokan yhteyteen. Kuva 1 esittää Ismo Tiihosen toteuttaman siirrettävän pilkonta-aseman periaatetta. Siirrettävän pilkonta-aseman avulla voidaan tarjota pilkontapalveluja oman pilketuotannon ohella. Tutkimuksessa pilkonta-aseman käyttövoimana oli traktori. Puruimuria käytettiin sähköllä. Kuvassa 2 pilkonta-asema on käytössä.



Kuva 1. Siirrettävän pilkonta-aseman periaate. Suunnitellut Ismo Tiihonen.

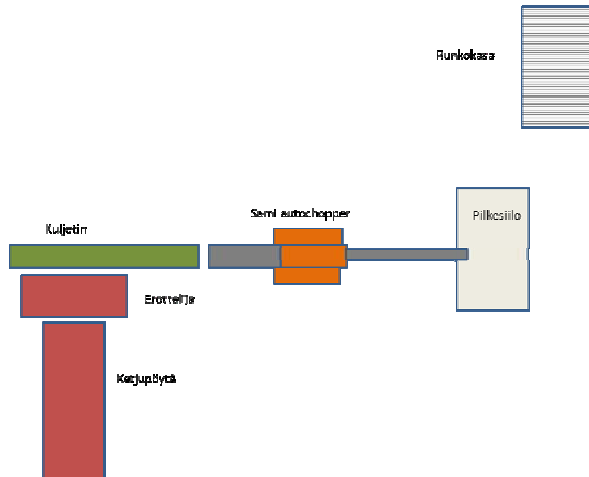




*Kuva 2. Ismo Tiihosen suunnittelema ja rakentama siirrettävä pilkonta-asema. Yläkuvassa runkojen nouto pilkontapaikalle. Alakuvassa pilkonta käynnissä. Pilkonta-aseman koneet: traktori Valtra 700, kuormain-metsäperävaunu Farma CT 4,6 – 7D, Sami Autochopper E65-TEC380 -pilkekone, jossa oli 6-osainen halkaisuterä.*

Kuva 3 esittää Ulla Kylmälahden kiinteän pilkonta-aseman periaatetta syöttöjärjestelyineen. Kuvassa 4 on työskentely käynnissä. Pilkonta-asema on sähkökäyttöinen. Ketjupöydän ja erottelijan käyntiä ohjattiin käsikäytöllä. Jatkossa koko linjasta tulee automaattisesti pilkekoneen käynnin mukaan toimiva.

Molempien pilkonta-asemien konstruktioit olivat juuri valmistuneet ja Sami Autochopper automaattipilkkokat saapuneet edellispäivänä tehtaalta. Oletettavaa on, että työtavat ja pilkonta-asemien toimivuus kehittyvät edelleen pilkkeiden valmistuksen jatkumisen myötä.



Kuva 3. Kiinteän pilkonta-aseman periaate. Suunnitellut Ulla Kylmälahti.



Kuva 4. Ulla Kylmälahden toteuttama siirrettävä pilkonta-asema. Yläkuvassa runkojen nouto pilkontapaikalle. Alakuvassa pilkonta käynnissä. Pilkonta-aseman koneet: Volvo EW150C pyörälustainen kaivinkone ja perävaunu, ketjupöytä,



*erottelija, syöttökuljetin, Sami Autochopper S85-TEC440 –pilkekone, jossa oli 8-osainen halkaisuterä.*

### 3 Tehdyt mittaukset

Kummankin pilkonta-aseman mittaukset toteutettiin samalla työmaalla samoissa olosuhteissa. Molemmat järjestelmät olivat vastavalmistuneita eikä niillä oltu työskennelty muutamaa tuntia kauempaa. Koneiden käyttäjinä toimivat niillä työskentelevät yrittäjät, jotka ovat kokeneita koneiden käyttäjiä ja pilkkeiden valmistajia. Ennen tuottavuusmittausta rungot numeroitiin ja määritettiin pilkottavien runkojen tilavuudet rungon puolivälistä mitatun läpimitan ja rungon pituuden avulla. Mittausjakson aikana kelloitettiin kunkin rungon pilkontaan kulunut aika.

Aikatutkimuksen avulla määritettiin eri työvaiheiden ja keskeytysten ajanmenekki sekä pilkekoneyön tehotuntuottavuus runkokohtaisesti. Siirrettävän aseman työvaiheet olivat: ajo kasalle, kuormaus, ajo kasalta, koneen asennus pilkontavalmiuteen, puiden nosto syöttöpöydälle ennen pilkonnin alkamista, pilkonta ja kone ajovalmiuteen. Kiinteän pilkonta-aseman työvaiheet olivat: ajo kasalle, kuormaus, ajo kasalta, puiden nosto syöttöpöydälle ennen pilkonnin alkamista, koneiden käynnistys ja pilkonta.

Valmiiden pilkkeiden irtotilavuus mitattiin siirrettävän pilkonta-aseman yhteydessä tasaamalla pilkkeet siirtolavaan, johon pilkkeet valmistettiin, ja mittaamalla dimensiot. Kiinteän pilkonta-aseman valmistamien pilkkeiden tilavuus mitattiin pyöräkuormaajan kauhan mittojen avulla.

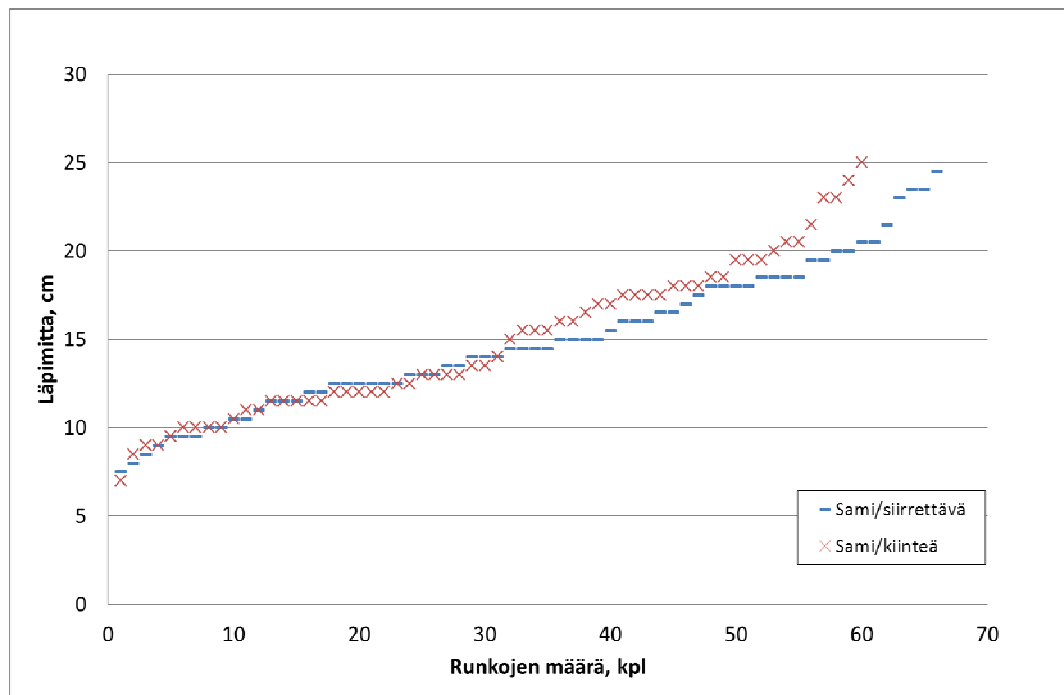
Traktorin polttoaineen kulutus mitattiin siirrettävän pilkonta-aseman tapauksessa. Kiinteän aseman sähkönkulutus mitattiin pihtivirtamittarilla. Kaivinkoneen polttoaineen kulutusta ei mitattu. Tapahtumat videoitiin mahdollisia jälkepäin tehtäviä tarkistuksia ja mittauksia varten.

### 4 Mittaustulokset

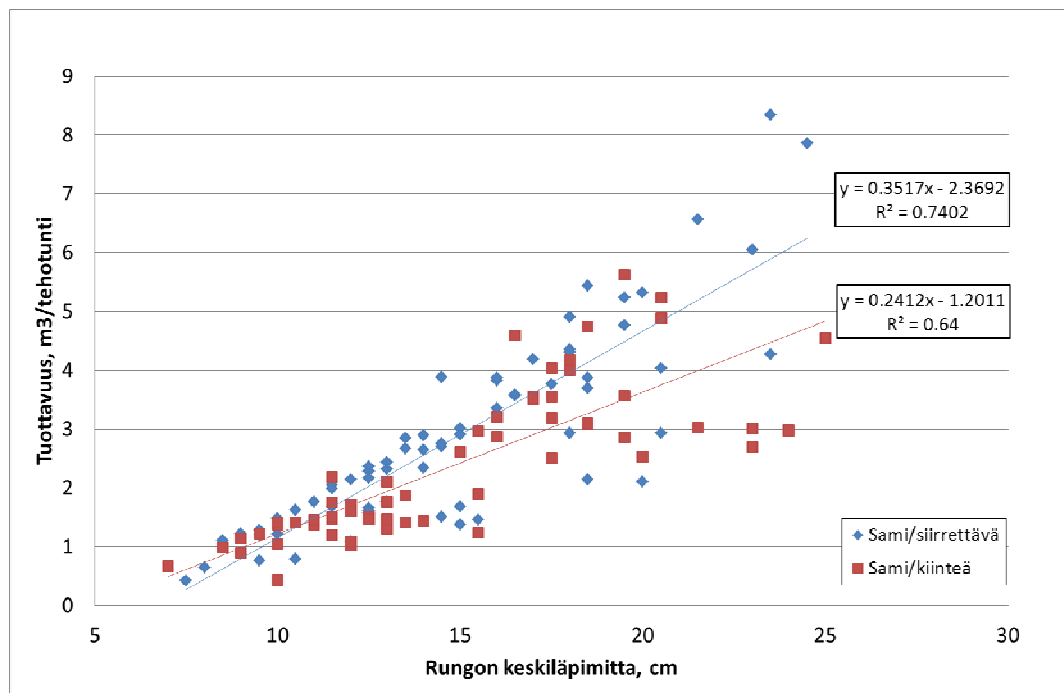
Tuottavuusmittauksissa pilkottiin siirrettävällä asemalla 66 runkoa ja kiinteällä asemalla 62 runkoa. Kiinteän aseman käytön aikana tulleiden keskeytysten vuoksi kaksi runkoa hylättiin tarkastelusta. Molemmilla pilkonta-asemilla pilkottujen runkojen läpimittojen keskiarvo oli 14,9 cm. Kuva 5 esittää runkojen läpimittoja suuruusjärjestykseen aseteltuna. Kuvaajasta havaitaan, että siirrettävän aseman raaka-aineessa oli noin 15 cm:n läpimittaisia runkoja muutama vähemmän, mutta muuten läpimittajakauma oli samanlainen molemmilla pilkonta-asemilla.

Kuva 6 esittää rungon läpimitan vaikutusta pilkontakoneen tehotuntuottavuuteen. Tuottavuudessa on mukana automaattipilkonnin keskeyttäneet häiriöt, jolloin pilkonta tapahtui väliaikaisesti käsiohjauksella. Keskimääräiset pilkonta-ajat runkoa kohti olivat 77 sekuntia siirrettävässä ja 88 sekuntia kiinteässä pilkonta-asemassa.

Taulukossa 1 on pilkontatyövaiheen mittaustulokset. Muut työvaiheet eivät ole mukana.



Kuva 5. Tuottavuusmittauksissa pilkottujen runkojen läpimitat. Molemmissa runkosarjoissa läpimittojen keskiarvo oli 14,9 cm.



Kuva 6. Rungon läpimitän vaikutus pilkontakoneen tehotuntuottavuuteen. Tuottavuudessa on mukana myös automaattipilkonnan keskeyttäneet häiriöt.

Taulukko 1. Pilkontatyövaiheen mittaustuloksia.

		Siirrettävä	Kiinteä
Pilkottuja runkoja	kpl	66	60
Runkojen tilavuus yhteensä	k-m <sup>3</sup>	3.669	3.396
Pilkkeiden irtotilavuus, noin	i-m <sup>3</sup>	7.8	8.6
suhde	i-m <sup>3</sup> /k-m <sup>3</sup>	2.1	2.5
Pilkonta-aika yhteensä (sis.häiriöt)	s	4809	5415
Pilkonnan tuottavuus	k-m <sup>3</sup> /h	2.75	2.26
Rungon tilavuus keskiarvo	dm <sup>3</sup>	56	56
Läpimitta keskiarvo	cm	15	15
Pilkonnan keskeyttäneiden häiriöiden lukumäärä	kpl	18	28
Pilkonta-aika ilman häiriöitä	s	4183	4812
Pilkonnan tuottavuus ilman keskeytyksiä	k-m <sup>3</sup> /h	3.16	2.54

Saatuja mittaustulosten pohjalta laskettiin molemmille pilkonta-asemille vertailukelpoinen työpäivän työskentelykiertojen määrä, jolloin molempien työpäivän tuotanto on 14 kiintokuutiometriä (taulukot 2 ja 3). Työpäivän työajaksi tuli siirrettävällä asemalla 6,5 tuntia ja kiinteällä asemalla 6,8 tuntia. Työajat eivät sisällä ruoka- ja kahvi- tai muita taukoja.

Taulukossa 4 on pilkonta-asemien energian kulutus ja energiakustannus. Kiinteän pilkonta-aseman yhteydessä ei mitattu eikä ole otettu huomioon kaivinkoneen polttoaineen kulutusta. Kaivinkoneen käyttöä on noin puoli tuntia taulukon 3 mukaisessa työpäivässä. Siirrettävän aseman yhteydessä myös runkojen noutoon sisältyvä polttoaineen kulutus on mukana.

Taulukko 2. Työskentelyajan jakautuminen siirrettävällä pilkonta-asemalla. Tilavuudet kiintokuutiometrejä.

Siirrettävä traktorikäyttöinen pilkonta-asema								
Työvaiheet	työmaa- ajasta		matka	ajo- nopeus	tuottavuus	kuorma- koko	aika	aika
	%		m	km/h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	s	h
ajo kasalle	1.9		150	5			108	
kuorma	7.7				28	3.5	450	
ajo kasalta	2.5		120	3			144	
kone pilkontavalmiuteen	5.2						300	
puiden nosto syöttöpöydälle	1.4						80	
pilkonta	78.8				2.75	3.5	4582	1.3
kone ajovalmiuteen	2.6						150	
Työkierto yhteensä	100.0						5814	1.6
runkojen keskiläpimitta 14.9 cm								
<b>Työpäivä:</b>								
Päivässä kiertoja	kpl	4					23255	6.5
Päivän tuotanto	m <sup>3</sup>					14		
<b>Tuottavuus</b>	m <sup>3</sup> /h				<b>2.2</b>			

*Taulukko 3. Työskentelyajan jakautuminen kiinteällä pilkonta-asemalla. Tilavuudet kiintokuutiometrejä.*

Kiinteä sähkökäyttöinen pilkonta-asema								
Työvaiheet	osuus työmaa-ajasta		matka	ajo-nopeus	tuottavuus	kuorma-koko	aika	aika
	%		m	km/h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup>	s	h
ajo kasalle	0.7		150	6.5			83	
kuormaus	3.3				63	7	400	
ajo kasalta	1.2		120	3			144	
puiden nosto syöttöpöydälle	2.5						300	
koneiden käynnistys	0.7						80	
pilkonta	91.7				2.26	7	11150	3.1
Työkierto yhteensä	100.0						12158	3.4
runkojen keskiläpimitta 14.9 cm								
<b>Työpäivä:</b>								
Päivässä kiertoja	kpl	2					24315	6.8
Päivän tuotanto	m <sup>3</sup>					14		
<b>Tuottavuus</b>	m <sup>3</sup> /h				<b>2.1</b>			

*Taulukko 4. Pilkonta-asemien energian kulutus ja energiakustannus.*

<p>Siirrettävä pilkonta-asema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- traktorin polttoaineen kulutus sisältäen runkojen noudon ja pilkontakoneen pyöryksen 5,00 kg diesel-öljyä, dieselin energiasisältö 11,86 kWh/kg</li> <li>- pilkottu puumäärä 3,669 k-m<sup>3</sup></li> <li>- energiankulutus 16,2 kWh/k-m<sup>3</sup></li> <li>- polttoainehinta noin 1,33 €/litra</li> <li>- kustannus 2,15 €/k-m<sup>3</sup></li> </ul>
<p>Kiinteä pilkonta-asema:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mitatut käyttötehot               <ul style="list-style-type: none"> <li>o Sami automaattipilkkoja + kuljetin 6,4 kW</li> <li>o Puruimuri 0,96 – 1,1 kW</li> <li>o Syöttöpöytä ja erottelija 1,2 kW</li> <li>o Yhteensä 8,6 kW,</li> </ul> </li> <li>- tuottavuus 2,26 k-m<sup>3</sup>/h</li> <li>- energiankulutus 3,8 kWh/k-m<sup>3</sup></li> <li>- sähkön hinta siirtoineen noin 0,12 €/kWh</li> <li>- kustannus 0,46 €/k-m<sup>3</sup></li> <li>- runkojen noutoon ja syöttöpöydälle nostoon kulunut kaivinkoneen polttoaine ei ole mukana kustannuksessa</li> </ul>

## 5 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Pilkkeiden valmistuksessa työmaajärjestelyillä on suuri vaikutus tuottavuuteen. Tehdyssä aikatutkimuksessa syöttötasojen ja automaattipilkontakoneen avulla pilkekone valmisti pilkkeitä parhaimmillaan yli 90 % työpäivän työskentelyajasta yhden työntekijän pystyessä hoitamaan koko prosessia. Aiemmassa tutkimuksessa sahaavilla koneilla pilkonnin osuus on ollut 65 – 74 % tehoajanmenekistä, kun pilkekoneet on sijoitettu mahdollisimman hyvälle työskentelyetäisyydelle puupinosta (Kärhä et al. 2003). Tässä tutkimuksessa raaka-ainekasan ja pilkontapaikan välinen etäisyys oli 120 metriä ja puiden nouto sisältyi myös työskentelyaikaan.

Pilkontatyön osuus työskentelyajasta oli erittäin korkea molemmilla järjestelyillä. Kiinteällä pilkonta-asemalla pilkontatyön osuus oli 92 % työajasta. Työpäivälle laskettu työajan tuottavuus oli 2,1 kiintokuutiometriä tunnissa sisältäen myös pilkontakoneen automaattiajon pysäyttämisen vaatineet häiriöt. Siirrettävällä pilkonta-asemalla pilkontatyön osuus oli 79 % työajasta. Työpäivää kohti laskettu työajan tuottavuus oli 2,2 kiintokuutiometriä tunnissa sisältäen myös pilkontakoneen automaattiajon pysäyttämisen vaatineet häiriöt. Siirrettävän aseman parempi tuottavuus johtui pilkontakoneen paremmasta tuottavuudesta. Pilkonnin tuottavuudet olivat 2,8 (siirrettävä asema) ja 2,3 (kiinteä asema) kiintokuutiometriä tunnissa. Pilkottujen runkojen läpimittojen keskiarvo oli 15 cm.

Automaattisen pilkonnin keskeyttäneiden häiriöiden osuus pilkonta-ajasta oli kiinteällä asemalla 13,7 % (28 häiriötä) ja siirrettävällä asemalla 10,2 % pilkonta-ajasta (18 häiriötä). Pilkekoneita ei tällöinkään tarvinnut kokonaan sammuttaa, mutta tarvitsi väliaikaisesti käsiohjauksen. Häiriöiden syitä olivat sahatun kappaleen jääminen putoamatta halkaisusylinterin työnnettäväksi, pystysyöttö halkaisuterää vasten sekä poistokuljettimen alkupään tukkeutuminen. Pidempiä pilkontakoneen pysäyttämisen vaatineita häiriöitä olivat yksi ketjun katkeaminen ja yksi ketjun kiristäminen. Nämä keskeytykset on jätetty pois tuottavuustarkastelusta. Oletettavaa on, että häiriöiden määrä vähenee käytön myötä tehtävien säätöjen avulla. Tällöin pilkonnin tuottavuus paranisi 10 – 15 % tutkimusjaksossa mitatusta.

Automaattipilkonnin ansiosta pilkonta-asemaa voi hoitaa yksi työntekijä. Pilkonnin keskeytymättä työntekijä käytti aikaansa runkojen nostamiseen kuormaimella syöttöpöydälle kiinteällä asemalla 6,5 % pilkonta-ajasta (2 nostokertaa) ja siirrettävällä asemalla 13,4 % pilkonta-ajasta (26 nostokertaa). Muita työntekijän hoitamia tehtäviä olivat puiden oikominen ketjupöydällä, erottelijalla tai kuljettimella (kiinteä asema), erottelijan ja ketjupöydän käyttö (kiinteä asema) sekä puiden selvittely halkaisuterällä ja kuljettimen alkupäässä sekä poistokuljettimen kääntäminen (molemmat asemat). Mikäli automaattipilkonta ei olisi ollut mahdollista, pilkontatyö olisi keskeytynyt edellä luetelluista pilkekoneesta riippumattomista häiriöistä, joita työntekijä pystyi selvittämään koneen käydessä. Näiden häiriöiden selvittämiseen kulunutta aikaa ei erikseen mitattu. Siirrettävässä asemassa työntekijä ei voinut poistua koneen läheltä kauemmaksi, koska hän vieritti rungot syöttöpöydältä pilkekoneen syöttökuljettimelle käsin.



Pilkontatyön tuottavuuteen vaikutti tässäkin tutkimuksessa rungon läpimitta voimakkaasti. Traktorissa riitti voima myös isoille rungon läpimitoille. Tällä oli vaikutus tuottavuuteen. Sähkökäyttöisen kiinteän pilkonta-aseman tuottavuus ei kasvanut pilkottavan rungon läpimitan kasvaessa samoin kuin traktorikäyttöisen. Kiinteässä pilkonta-asemassa käytettiin 8-osaan halkaisevaa terää ja siirrettävässä asemassa oli 6-osaan halkaiseva, mikä osaltaan selittää voiman tarvetta sekä runkojen kiintotilavuuden ja valmistettujen pilkkeiden irtotilavuuden erilaisia suhteita. Kahdeksaan osaan halkaistaessa irto- ja kiintokuutioiden suhde oli 2,5, kun taas kuuteen osaan halkaistaessa suhde oli 2,1. Luonnollisesti myös halkaisuvoiman tarve on sitä suurempi, mitä useampaan osaan pölkky halkaistaan. Pilkekoneiden halkaisuvoimat olivat tietävästi 11,5 tonnia (kiinteä asema) ja 8,5 tonnia (siirrettävä asema). Pilkekoneet olivat vuoden 2011 malleja. Vuoden 2012 konemalleihin valmistaja on nopeuttanut katkonnan ja halkaisun työkiertoa kaksoissynterillä avulla.

Molemmilla pilkonta-asemilla on hyvät puolensa. Siirrettävä pilkonta-asema sopii erityisesti pilkontapalvelujen tuottamiseen. Kiinteän aseman etuna on pilkontakoneen suuri käyttöaste. Sähkökäyttöisen pilkontakoneen käyttökustannus on myös selvästi pienempi kuin traktorikäyttöisen. Kaivinkoneen polttoaineen kulutuksen huomioon ottaminen runkojen käsittelyssä kaventaa kustannuseroa arviolta muutamalla kymmenellä sentillä kiintokuutiota kohden.

Siirrettävällä pilkonta-asemalla olisi erityisen hyvä tuottavuus tilanteissa, jossa rungot voisi nostaa suoraan raaka-ainekasalta pilkekoneelle, koska tällöin kuormantekovaihe jäisi pois. Esimerkiksi ajouran varrella olevaa raaka-ainekasaa voisi pilkkoa ajouran toiselle puolelle kasaan tai perävaunuun.

Puiden syöttöjärjestelmällä voidaan työpäivän tuottavuus kasvattaa merkittävästi. Tuottavuuden kasvu tehotuntia kohden on aiemman tutkimuksen mukaan ollut 15 – 30 % verrattuna ilman syöttötasoja työskentelyyn (Kärhä et al. 2003). Työmaa-ajan tuottavuuden kasvu voi olla vielä suurempi riippuen puuvarastojen sijainnista koneeseen nähden. Tutkituissa pilkonta-asemissa käytettiin kuormaajia runkojen käsittelyyn. Konevoimaa ja syöttölaitteita käytettäessä voidaan käyttää pilkkeiden valmistamiseen läpimitaltaan järeämpää raaka-ainetta kuin ilman syöttötasoja käsin syöttämällä. Tässä tutkimuksessa runkojen pituus oli kolme metriä, joka oli hieman lyhyt kiinteän aseman ketjukuljettimelle. Pilkottaessa pitempiä runkoja työajan tuottavuus kasvaa runkojen käsittelyn tehostuessa kaikissa työvaiheissa.

## Lähdeviitteet

Kärhä, K., Jouhio, A. & Mutikainen, A. 2003. Pilkekoneiden tuottavuus, kustannukset ja kuormittavuus. Työtehoseuran raportteja ja oppaita 4. Työtehoseura, Helsinki. 57 s.