

Tampereen ammattikorkeakoulu, amk-tutkinto
Metsätalouden koulutusohjelma
Janne Jalkanen

Tutkintotyö

Energiapuuharvennusten tuntituotoksia sekä koneyrittäjien kokemuksia energiapuutyömailta hankinnan alkuvaiheessa

Työn ohjaaja Tuntiopettaja Miia Seilonen

Työn tilaaja Päijänteen Metsänhoitoyhdistys

Jyväskylä 2010

Tampereen ammattikorkeakoulu, amk-tutkinto
Metsätalouden koulutusohjelma

Tekijä	Janne Jalkanen
Työn nimi	Energiapuuharvennusten tehotuntituotoksia sekä koneyrittäjien kokemuksia energiapuutyömailta hankinnan alkuvaiheessa
Sivumäärä	30+13 liitesivua
Valmistumisaika	Marraskuu 2010
Työn ohjaaja	Tuntiopettaja Miia Seilonen
Työn tilaaja	Päijänteen Metsänhoitoyhdistys, hankintapalveluesimies Seppo Lohtander

TIIVISTELMÄ

Työn aihe sai alkunsa käytännön tarpeesta. Energiapuunhankinta oli uusi työlaji Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksessä vuonna 2009 ja siitä ei ollut täällä kokemusta niin konepuolella kuin toimihenkilöilläkään. Työ koostaa käytännön työmailta asioita, joiden selvittäminen parantaa energiapuuharvennusten työolosuhteiden ja taksoituksen kehittämistä, mikäli siihen koetaan tarvetta. Taksoituksen kehittäminen vaatii osaltaan oman selvityksensä.

Työssä selvitin energiapuuharvennusten tehotuntituotoksia Metsänhoitoyhdistyksen palveluksessa olevilta harvestereilta mittalistojen ja kuormainvaakamittausten painojen sekä G15-tuntien eli tehoajan perusteella 17:ltä eri leimikolta. Tuotoksia vertailin aiempiin tehtyihin tutkimuksiin. Lisäksi koostin yrittäjien kokemukset ja havainnot palautekaavakkeiden, sähköpostien ja puhelinkeskustelujen avulla.

Integroidussa hakkuussa, jossa samanaikaisesti tehdään karsittua rankaa ja runkojen latvoista kokopuuta, Metsänhoitoyhdistyksen keskiraskaiden noin 15 tonnin painoisten sopimuskoneiden Ponsse H53e:n, Ponsse H60:n ja Ponsse H60:n hakkuukourien tehotuntituotos oli 6,4 m³ karsitun osan poistuman järeyden ollessa 48—68 dm³. Timberjack 1070:n 754-kouralla tuotos oli 4,0 m³ kokoluokassa 48—73 dm³.

Karsitun rangan hakkuussa luvut olivat Ponsseilla 6,3 m³, kun poistuman järeys oli 30—80 dm³ ja Timberjackilla 3,7 m³ kokoluokassa 41—55 dm³. Muiden metsänhoitoyhdistysten teettämässä opinnäytetöissä tuotostaso oli samaa luokkaa, kun taas eri tutkimuslaitosten tekemissä tuotostutkimuksissa taso oli selvästi suurempi.

Kuljettajan vaikutus tehotuntituotokseen on hyvin suuri. Ero voi olla jopa kaksinkertainen kahden eri kuljettajan välillä.

Koneyrittäjät ja koneenkuljettajat kokivat ennakkoraivauksen ja riittävän poistuman järeyden olevan tärkeimmät tekijät tuotoksen ja työolojen parantamiseksi.

Avainsanat: energiapuu, karsittu ranka, kokopuuranka, tehotuntituotos

TAMK University of Applied Sciences, Master's Degree
Department of Forestry

Writer	Janne Jalkanen
Thesis	Harvester productivities and experiences of contractors in fuel wood harvesting sites at the beginning of fuel wood procurement
Pages	30+13 pages of appendies
Graduation time	November 2010
Thesis supervisor	Lecturer Miia Seilonen
Co-operating company	Forest Management Association Päijänne, Seppo Lohtander, Foreman for harvesting operations

ABSTRACT

Forest Management Association had needs to find out how many cubic meters their co-operation companies' harvesters can fell during the one efficient working hour. Fuel wood harvesting was a new thinning form in 2009. People in forestry didn't have experience of fuel wood thinnings in young forests. This thesis brings together issues which can improve circumstances in fuel wood thinnings. With the help of results of this thesis Forest Management Association and harvesting contractors can develop felling costs to the right direction.

In this thesis efficient hour productivities was compared with other researches of the same issue. Contractors' experiences was collected by formulas including circumstances on working sites, by emails and by telephone calls.

In felling method in which delimbed fuel wood and whole tree fuel wood is taken simultaneously (integrated harvesting) average efficient productivity in hour with the first harvester mark was 6,4 m³ when the size of felled trees was 48—68 dm³. Another harvester mark get lower, 4,0 m³. In harvesting of delimbed fuel only wood average productivity was 6,3 m³ and with another harvester mark productivity was 3,7 m³. In other theses done for Forest associations productivity per hour was at the same level. But in other investigations of fuel wood thinning made by different research institutes productivity was much higher.

Machine driver's influence for the productivity is very high. The difference between two drivers can be double concerning efficiency.

Contractors and machine drivers feel that two main things to improve circumstances and productivities are the clearing of undergrowth and the size of felled trees should be big enough.

Keywords: fuel wood, delimbed fuel wood, whole tree fuel wood, efficient productivity in hour

ALKUSANAT

Haluan kiittää tästä opinnäytetyöstä Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksen toimihenkilöitä, koneyrittäjiä ja koneenkuljettajia, jotka antamallaan tiedoilla ovat mahdollistaneet tämän opinnäytetyön tekemisen. Lähinnä kiitos kuuluu hankintapalveluesimies Seppo Lohtanderille, jolla oli käytännön tarve selvittää tässä työssä tutkittuja asioita.

Lisäksi kiitos kuuluu myös aiemmille opinnäytetöiden tekijöille, jotka ovat tutkineet samaa aihetta ansiokkaasti sekä Metlalle, Työtehoseuralle, Metsäteholle ja Metsät täyskäyttöön-projektille, joilta kaikilta löytyi hyvää aineistoa kyseisestä aiheesta.

Jyväskylässä marraskuussa 2010

Janne Jalkanen

SISÄLLYS

1 Johdanto	9
2 Työn tavoitteet ja toteuttaminen	9
2.1 Työn tavoitteet	9
2.2 Työn toteuttaminen	9
3 Energiapuuharvennusten tehotuntituotoksia Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksessä vuonna 2009	11
3.1 Integroitu hakkuu ilman joukkokäsittelyä	13
3.2 Karsitun rangan hakkuu	14
4 Vertailua energiapuuharvennusten tehotuntituotoksista	15
4.1 Timberjack 745-hakkuukouran tehotuntituotos eri tutkimuksissa	16
4.2 Ponsse H53e- ja H60-hakkuukouran tehotuntituotos eri tutkimuksissa	18
4.3 Vertailut muihin tutkimuksiin kouratyyppeiden tehotuntituotoksista	19
4.3.1 Kokopuunkorjuu nuorista metsistä	19
4.3.2 Energiapuun koneellinen korjuu ja sen kannattavuus	20
4.3.3 Moipu 400ES ensiharvennuspuun integroidussa hakkuussa	20
4.3.4 Energiapuuhakkuun kannattavuus koneyrittäjän näkökulmasta	21
4.3.5 Metsäenergiaa kannattavasti-hanke	21
4.3.6 Nuoren metsän energiapuuharvennusten menetelmät ja kannattavuus.	22
5 Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksen työmailla toimivien Koneyrittäjien kokemuksia energiapuuharvennuksista vuonna 2009	23
6 Koneyrittäjien Liiton ehdotukset korjuuolosuhteiden ja urakointimaksujen kehittämiseksi	25
6.1 Alikasvosten raivaus	25
6.2 Energiapuun korjuun hinnoittelu	26
6.3 Energiapuun mittaus	27

6.4 Tuet energiapuulle

27

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

27

LÄHTEET

30

LIITTEET

SANASTO

Energiapuuharvennus tarkoittaa ensiharvennushakkuuta, jossa osa hakatuista puista tai kaikki puut menevät polttotarkoitukseen.

Ennakkoraivaus tehdään ennen koneellista energiapuuharvennusta. Siinä poistetaan raivaussahalla kaikki hakkuukoneen työskentelyä haittaavat rinnakorkeusläpimitaltaan alle 5-senttiset puut.

Karsimaton ranka ja kokopuu ovat pieniläpimittaista karsimatonta puuta tai karsitun rangan tai kuituosan yläpuolelta tuleva karsimaton latva, jonka pituus on 4—7 metriä

Karsittu ranka on karsittua ja 2,7—5 metriseksi katkaistu pölkky. Latvaläpimitta on minimissään noin 4 cm.

Integroidussa hakkuussa hakkuukone tekee samalla ainespuuta ja energiapuuta tai karsittua rankaa tai kokopuuta.

Joukkokäsittely tarkoittaa useamman rungon samanaikaista karsintaa, mikä onnistuu harvesterilla, jossa on ns. joukkokäsittelykoura.

Yksinpuinhakkuu on normaalia yksi runko kerrallaan hakkuuta.

Poistuman keskilitrakoko eli poistuman järeys on hakkuukoneen katkomien puiden kuutiolavuuksien keskiarvo. Järeys vaikuttaa urakoitsijan hakkuutaksoihin.

Tehotuntituotos kertoo hakkuukoneen tunnissa hakkaaman kuutiomäärän. Alle kahden minuutin seisokit kuuluvat tehotuntiaikaan. Tehotuntituotosta käytetään, kun testataan koneiden suorituskykyjä.

Käyttötuntituotos on tehotuntituotos jaettuna 1,4:llä. Käyttötuntituotos on kuutiomäärä, jonka kuljettaja tekee normaalin työtuntinsa aikana. Aikaan sisältyvät kaikki seisokit ja remontiin kulunut aika. Käyttötuntituotos tarkoittaa todellista yrittäjän saamaa tuotosta käytännön työmaalla.

1 JOHDANTO

Kuitupuun huonoa kysyntätilannetta vuonna 2009 paikkasi onnistuneesti energiapuun voimistunut kysyntä. Tuolloin hakattiin paljon ensiharvennusleimikoita kokonaan energiapuuksi. Parantunut energiapuunhinta mahdollisti käytännössä samantasoisten kantohintojen maksamisen energiapuusta metsänomistajille kuin mitä maksettiin ainespuuhakkuissa. Tuotannon alasajot paperi- ja selluteollisuudessa aiheuttivat tilanteen, että teollisuus ei pystynyt käyttämään kaikkea kuitupuuta, jota Suomen metsät vuosittain tuottavat. Eli ilman puun energiakäyttöä vielä suurempi osa Suomen metsien tuotosta olisi jäänyt hyödyntämättä. (Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme 2010.)

Vaikka tällä hetkellä energiapuun kysyntä on hivenen laskenut, niin tilanne jäänee väliaikaiseksi. Tulevaisuudessa energiapuun kysyntä tulee edelleen nousemaan ja hyvin todennäköisesti pienipuustoisten metsien harvennushakkuista tulevat puut tulevat ohjautumaan jatkossakin suurelta osin energiatuotantoon. (Metsänhoitoyhdistys Päijät-Häme 2010.)

Työskentelin neuvojana Metsät täyskäyttöön-projektissa Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksessä maaliskuusta joulukuuhun vuonna 2009. Tuona aikana energiapuunkorjuu lisääntyi merkittävästi Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksen panostettua asiaan voimakkaasti mm. omalla energiapuukampanjallaan. Kampanjassa metsänhoitoyhdistyksen jokainen neuvoja lähestyi kirjeitse alueensa metsänomistajia, joilla on mahdollisesti hoitamattomia nuoren metsän kunnostuskohteita. Kampanja poiki paljon energiapuuharvennuksia ja sen myötä koneurakoitsijoiden työllisyys säilyi yli kesän. Energiapuutyömaiden saantia vauhdittivat Kemera-lain tuet energiapuunkorjuulle sekä teollisuuden vähäinen kuitupuuntarve, minkä ansiosta myös ainespuuta ohjautui huomattavasti energiakäyttöön.

Energiapuukampanjan alullepanevia voimia olivat energiapuun lisääntynyt kysyntä ja sen kohonnut hinta. Keljonlahteen valmistui uusi voimala Jyväskylän Energian toimesta ja se käyttää polttoaineena puuta turpeen ohella. Metsänhoitoyhdistyksen energiapuun hankintamäärä Keljonlahteen oli vuonna 2009 huomattava.

Toiminta energiapuun parissa oli keväällä 2009 uutta ja ennenkokematonta. Myös hakkuukoneiden energiapuuharvennusten korjuumaksut olivat uusi asia. Yrittäjien

korjuumaksut oli muokattava aiempien ainespuutaksojen pohjalta. Työn tuotos ja sen myötä yrittäjien tulotaso vaihtelevat paljon erilaisissa energiapuuleimikossa.

2 TYÖN TAVOITTEET JA TOTEUTTAMINEN

2.1 Työn tavoitteet

Tämän työn tavoitteena oli kerätä ja selvittää muutamien Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksen palveluksessa olevien metsäkoneyrittäjien tuntituotoksia sekä heidän kokemuksiaan hakkuun työvaikeustekijöistä energiapuuharvennustyömailta. Taksojen kehittämistä varten koneyrittäjät ja koneenkuljettajat olivat tehneet työaika- ja tuotosseuranta energiapuutyömailta sekä kirjanneet kommentteja työmaista, joiden tulosten pohjalta energiapuun korjuun taksoja pyritään edelleen kehittämään. Tämän työn tiedot palvelevat Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksen koneyrittäjiä sekä Metsänhoitoyhdistystä energiapuun korjuutaksojen kehittämiseksi.

2.2 Työn toteuttaminen

Työ toteutettiin hankintapalveluesimiehen laatimilla kyselykaavakkeilla, joihin koneyrittäjät ja koneenkuljettajat olivat kirjanneet tietoja tekemistään energiapuuharvennuksista (Liite 1.) . Joistakin leimikoista kyselin tietoja puhelimitse yrittäjiltä. Hankintapalveluvastaavilta sain käyttööni monitoimikoneiden (joista käytetään tässä työssä jatkossa termiä moto) mittalistat (Liite 2.) sekä metsäkuljetuksen suorittajien vaakamittaustulokset kyseisiltä leimikoilta. Energiapuuharvennustyömailta tässä tutkimuksessa on yhteensä 17 kappaletta, joista 7 on integroitua ranka- ja kokopuuhakkuuta. Niistä kertyi karsittua rankaa n. 2000 m³ (67 %) ja kokopuuta n. 1000 m³ (33 %). Karsitun rangan kohteita on 10 leimikkoa, joista on tullut karsittua rankaa n. 1900 m³ kiintokuutiometriä. Yhteismäärältään tässä otoksessa on siis n. 4900 m³ energiapuuta, joten otos on sangen mittava. Työmaissa ei ollut puhtaita kokopuuharvennuksia, koska niitä ei juuri tehty vuoden 2009 kesällä. Siksi kokopuuharvennuksista on tässä työssä esillä aiemmat tutkimukset.

Yrittäjien ja kuljettajien täyttämässä kyselykaavakkeissa (Liite 1.) ilmenee seuraavia asioita: metsänomistaja, urakoitsija, hakkuukone- ja kouratyypit, koneen kuljettaja, G15- eli tehotunnit työmaalla, poistuman keskijäreys, moton mittaamat kiintokuutiot, kuljettajan

arvioima joukkokäsittelyn osuus prosentteina, oliko alue ennakkoraivattu vai ei ja kommentti raivauksen laadusta, kommentti raivaustarpeesta raivaamattomalla alueella sekä lopuksi kommentti työmaan yleisestä korjuukelpoisuudesta.

Moton mittalistasta (Liite 2.) ilmenee osittain samoja seikkoja: työmaan aloitus- ja lopetuspäivä, runkojen kappalemäärä, poistuman keskijäreys sekä moton mittaamat kuutiometrit. Työmaan aloitus- ja lopetuspäivällä on merkitystä kesäaikana, kun vaakamittaus on luovutusmitan ja hakkuutaksan perusteena kokopuulla sekä joukkokäsitellyllä karsitulla rangalla. Hakkuun ja metsäkuljetuksen yhteydessä tehdyn vaakamittauksen aikaväli näet ratkaisee kiintokuutiometrin painon. Kun kuutiopainolla jaetaan puiden kokonaismassa, saadaan kiintokuutiometrit selville. Joukkokäsitelty karsittu ranka on punnittu, koska moton mittaustulos ei pidä paikkaansa useita runkoja samanaikaisesti karsittaessa, jolloin moton mitta näyttää liikaa. Mittalistan runkoluvuilla, keskijäreyksillä sekä moton mitaamalla kuutiometreillä on merkitystä silloin, kun tehdään karsittua tai integroitua rankaa yksinpuin ja hakkuutaksan sekä luovutusmitan perusteena on motomittaus ja järeiden mukainen kuutiotaksa. Metsäkuljetuksen suorittajan vaakamittauspaperista (Liite 3.) ilmenee metsäkuljetuksen suorittaja, puuerän kokonaispaino kilogrammoina sekä painot erikseen karsitulle ja karsimattomalle rangalle ja vaakamittauspäivämäärä.

Edellisten tietojen pohjalta koostin yhteenvedot tehotuntituotoksista kouratyypikohtaisesti erilaisilla poistuman keskijäreyksillä sekä koostin koneyrittäjien kommentit. Tarkemmat leimikkokohtaiset tiedot ovat tämän työn liiteosassa (Liite 4.), missä tehotuntituotos on lisäksi muutettu käyttötuntituotokseksi jakamalla tehotuntituotos 1,4:llä. Kyseistä kerrointa on käytetty ainespuuhakkuissa 5—10 vuotta sitten ja sitä kerrointa käytetään edelleen, koska teho- ja käyttötuntien välistä yhteyttä ei ole viime vuosina tutkittu.

Tämän työn kohteena ovat normaalit harvesterit, joissa on joukkokäsittelytoiminto, mikä tarkoittaa useamman rungon karsimista samanaikaisesti. Vertailen työssäni metsänhoitoyhdistyksen yrittäjien tuntituotoksia aiempiin vastaaville koneille tehtyihin tutkimuksiin. Kaksi yrittäjää eivät olleet tehneet tuntiseurantaa.

Metsänhoitoyhdistyksellä oli viisi koneyrittäjää, joilla olivat käytössään seuraavat koneet: Yrittäjä A:lla oli käytössä Valmet 901, jossa on Nisulan koura joukkokäsittelytoiminnolla sekä

ketjusahalla. Tämän yrittäjän tunti- ja aikaseuranta ei ollut käytettävissä, vain suulliset kommentit yhdestä työmaasta ja kommentteja energiapuuhakkuusta yleensä, joten hänen työmaistaan on mukana tutkimuksessa vain yhden leimikon tietoja liiteosiossa (Liite 4.). Yrittäjä B:llä oli käytössä Ponsen Beaver H53e, jolla tehdyistä työmaista on viisi mukana tässä tutkimuksessa (Liite 4.). Yrittäjältä on lisäksi mukana neljä työmaata, jotka on tehty Ponsen Beaver H60-kouralla (Liite 4.).

Yrittäjä C käytti Ponsse Ergo 15:ttä H60e-kouralla neljällä työmaalla, jotka sisältyvät tähän työhön (Liite 4.).

Yrittäjä D: n koneena on Timberjack 1070, 754-kouralla. Koneen hakkuista mukana on 5 työmaata (Liite 4.).

Yrittäjä E:llä oli koneena Moipun 400ES, jolta ei ollut aikaseuranta. Alustakone oli rikki usein, joten vertailukelpoisen aineiston saaminen olisi ollut vaikeaa.

3 Energiapuuharvennusten tehotuntituotoksia Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksessä vuonna 2009

Seuraavalla sivulla on koostettuna kaikkien tutkimuksessa mukanaolleiden 18 leimikon tehotuntituotokset. Ylimpänä taulukossa (Taulukko 1.) on integroidun hakkuun tuotos eli on hakattu sekä karsittua että kokopuuta eri kasoihin kahdella hieman erilaisella Ponsen kouralla, H53e:lla ja H60:lla. On huomattava, että esimerkiksi leimikossa 5, jossa kuljettajan arvioima joukkokäsittelyn osuus on 70 %, poistuman todellinen litrakoko on noin 30 dm³, kun mittalistan kertoma litrakoko 65 dm³. Sen sijaan leimikoissa, joissa joukkokäsittelyn määrä on 10 % tai vähemmän, mittalistan kertoma poistuman litrakoko on lähellä oikeata. Toisin sanoen joukkokäsittelyn määrän kasvu vääristää mittalaitteen tarkkuutta.

Seuraavana samassa taulukossa (Taulukko 1.) on puolestaan tehotuntituotokset leimikoista, joissa on tehty vain karsittua rankaa. Hakkuu on tehty samoilla koneilla kuin integroidussa hakkuussa. Alimpana taulukossa on Timberjack 754-hakkuukouran tehotuntituotokset integroidussa ja yksinpuinhakkuussa.

Taulukko 1.

Mhy:n sopimuskoneiden tehotuntituotokset karsitun rangan ja yhdistetyn ranka- ja kokopuun hakkuissa erilaisilla poistuman järeyksillä.

Leimikko	tehotuntit yht	runkokoko karsitulle rangalle	karsitun rangan kuutiot	todellinen karsittu m3	tuottavuus karsitulla rangalla	punnittu koko- puu m3	tuottavuus kokopuulla	Huom.	kok. kertymä m3/tehotunti	arvioitu joukko- käsittelyn ennako- raivaus	Kone	Yrittäjä		
INTEGROITU HAKKU (TEHTY MOLEMPIA LAJIA)														
Leimikko 2	28	78	305,5	305,5	10,9	169,0	6,0	motomitta	473,5	16,9	0%	kyllä	Ponsse Beaver H53	B
Leimikko 5	79	65	281,2	412,3	5,2	60,7	0,8	vaakanmittaus	473,0	6,0	70%	kyllä	Ponsse Beaver H53	B
Leimikko 11	100,12	48	169,3	191,9	1,9	275,7	2,8	vaakanmittaus	467,6	4,7	0%	huonosti	Ponsse Beaver H60	C
Leimikko 12	105	68	322,9	339,1	3,2	248,0	2,4	vaakanmittaus	587,1	5,6	0%	huonosti	Ponsse Beaver H60	C
Leimikko 14	47,48	60	296,4	418,6	8,8	23,7	0,5	vaakanmittaus	442,3	9,3	0%	kyllä	Ponsse Beaver H60	C
	359,6	64	1667,4	1667,4	6,0	776,1	2,5		2443,5	8,5			keskiarvo, m3 integroidussa hakkuussa tehotunnissa Ponssella	
	yht. tunteja	keskiarvo	yht. karsittu	keskiarvo	keskiarvo	yht. kokopuu				8,4			määrällä painotettu keskiarvo,	
		litrakoko	68%	m3/tehotunti	m3/tehotunti	32%							m3 / tehotunti	
KARSITUN RANGAN HAKKU														
Leimikko 3	31	53	70,0	210,0	6,8	0,0	0,0	vaakanmittaus	210,0	6,8	40%	kyllä	Ponsse Beaver H53	B
Leimikko 4	25	45	148,6	148,9	6,0	0,0	0,0	motomitta	148,9	6,0	10%	ei	Ponsse Beaver H53	B
Leimikko 6	52	63	396,8	396,8	7,6	0,0	0,0	motomitta	396,8	7,6	10%	kyllä	Ponsse Beaver H53	B
Leimikko 7	16,48	43	77,2	77,2	4,7	0,0	0,0	motomitta	77,2	4,7	0%	ei	Ponsse Ergo H60	B
Leimikko 8	44,24	30	164,4	164,4	3,7	0,0	0,0	motomitta	164,4	3,7	10%	kyllä	Ponsse Ergo H60	B
Leimikko 9	51,24	67	385,1	385,1	7,5	0,0	0,0	motomitta	385,1	7,5	0%	kyllä	Ponsse Ergo H60	B
Leimikko 10	27	55	190,1	190,1	7,0	0,0	0,0	motomitta	190,1	7,0	0%	kyllä	Ponsse Ergo H60	B
Leimikko 13	11,12	80	72,4	82,8	7,4	0,0	0,0	vaakanmittaus	82,8	7,4	0%		Ponsse Beaver H60	C
	258,08	55	1655,3	1655,3	6,3	0			1655,3	6,3			keskiarvo, m3 karsitun rangan hakkuussa tehotunnissa Ponssella	
		keskiarvo	yht.	keskiarvo	m3/tehotunti					6,7			määrällä painotettu keskiarvo,	
		litrakoko	karsittu	m3/tehotunti									m3 karsitun rangan hakkuussa tehotunnissa	
		karsitulla												
Seuraavat ovat yrittäjä D:n tuotokset:														
Leimikko 15	30	73	85,2	2,8	38,7	1,3	motomitta	123,9	4,1				Timberjack 754	D
Leimikko 16	100	48	204,6	2,0	179,9	1,8	motomitta	384,5	3,8				Timberjack 754	D
Leimikko 17	45	55	150,0	3,3	0,0	0,0	motomitta	150,0	3,3				Timberjack 754	D
Leimikko 18	13	41	53,2	4,1	0,0	0,0	motomitta	53,2	4,1				Timberjack 754	D
	47	54,3	493,0	3,1	218,6	1,5		711,6	3,9				keskiarvo, m3 /tehotunti Timberjackilla	
									3,8				määrällä painotettu keskiarvo, m3 /tehotunti	

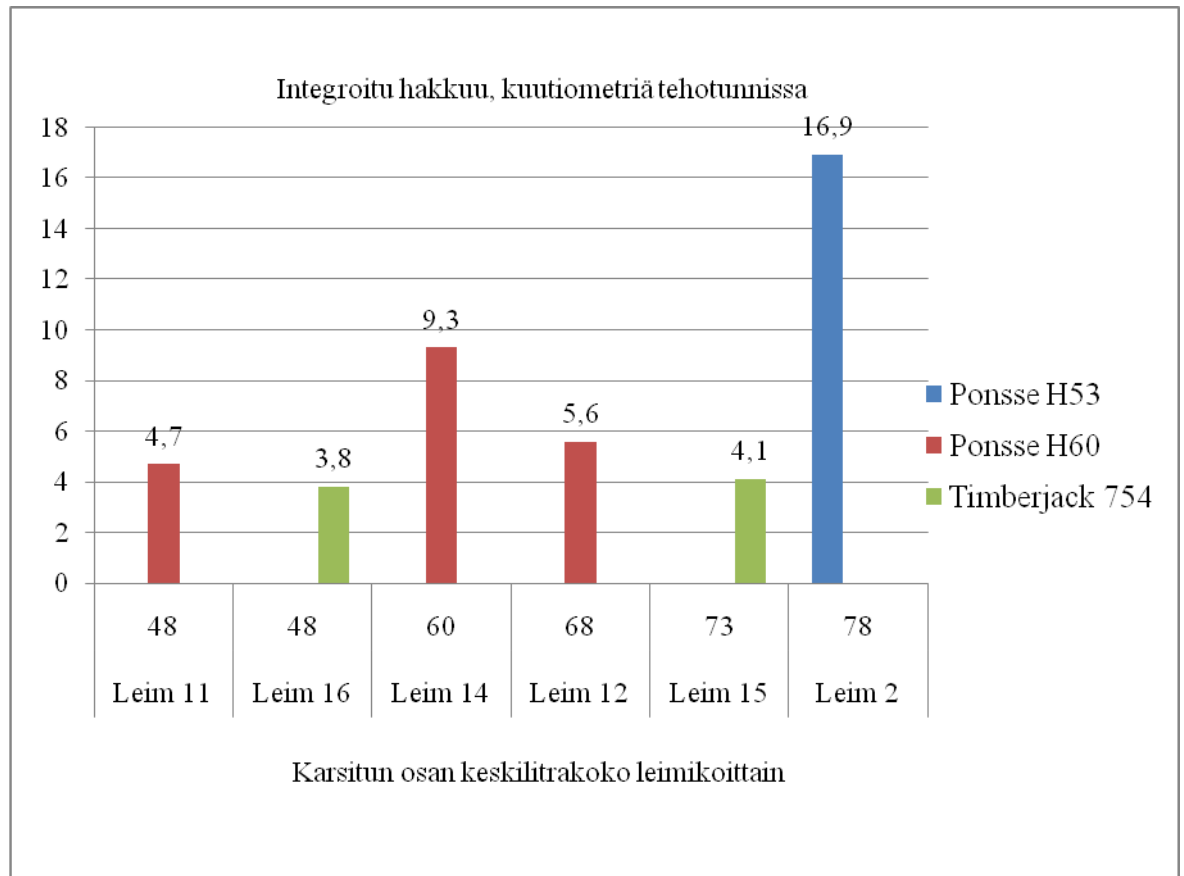
3.1 Integroitu hakkuu ilman joukkokäsittelyä

Koneen mittaama karsitun rangan litrakoko pitää edellisen sivun taulukossa 1 paikkansa, koska valitsin kuvan 1 vertailuun leimikot, joissa ei ole käytetty joukkokäsittelyä. Tuotokset ovat siten vertailukelpoisia keskenään. Todellinen poistuman litrakoko on muu kuin tässä ilmoitettu, koska keskilitrakoosta puuttuu kokopuun ja latvojen tilavuus.

Kuva 1 on koostettu sivulla 12 olevan taulukko 1:n tietojen pohjalta. Kuvaajan mukaan litrakoko ei ole niin ratkaiseva tuntituotokseen kuin Metsätehon ja Metlan tutkimusten perusteella voisi olettaa. Niiden mukaan tuotos nousee lineaarisesti järeyden mukana.

Käytännössä ennakkoraivauksen laatu tai tekemättä jättäminen vaikuttaa oleellisesti tuotokseen ja siten suoraan kannattavuuteen. Ponsse H60:n ja Timberjack 754:n kourien välillä on noin kuutiometrin ero tehotuntituotoksessa samoilla järeyksillä. Timberjackin työmailla 15 ja 16 on ollut aluskasvillisuus haittaa siten, että sitä on joutunut koneella raivaamaan.

Ponsse H60:n kouralla tehdyllä kahdella työmaalla, leimikoissa 11 ja 12, ennakkoraivaus on ollut heikko, kun sen sijaan leimikossa 14 se oli tehty hyvin ammattimetsurin toimesta. Kyseisellä työmaalla 14 tuotos oli peräti 66 % suurempi kuin heikosti raivatun leimikon 12 tuotos, jolla leimikolla maanomistaja oli jättänyt raivatessaan pystyyn turhan pientä puuta. Sen sijaan Ponsse H53e:n hakkaaman leimikon 2 16,9 kuutiota erottuu joukosta. Kyseisellä leimikolla oli raivaus tehty hyvin ja tuotos vastaa Metlan ja Metsätehon tutkimusten tuloksia. Kyseistä leimikkoa ei otettu mukaan laskuihin, koska ero tuotoksessa on niin suuri toisiin leimikoihin. Toisaalta hyvin ennakkoraivatulla runkokooltaan 80-litraisella harvennuksella on mahdollista saavuttaa tuollainen tuotos, kuten aiemmat Metlan ja Metsätehon tulokset kertovat. Kannattaa myös huomioida, että kahden eri kuljettajan tuotokset voivat poiketa paljon. Ero saattaa olla kaksinkertainen.



Kuva 1 . Integroidun hakkuun tehotuntituotos eri kouratyypeillä mhy:n sopimuskoneilla.

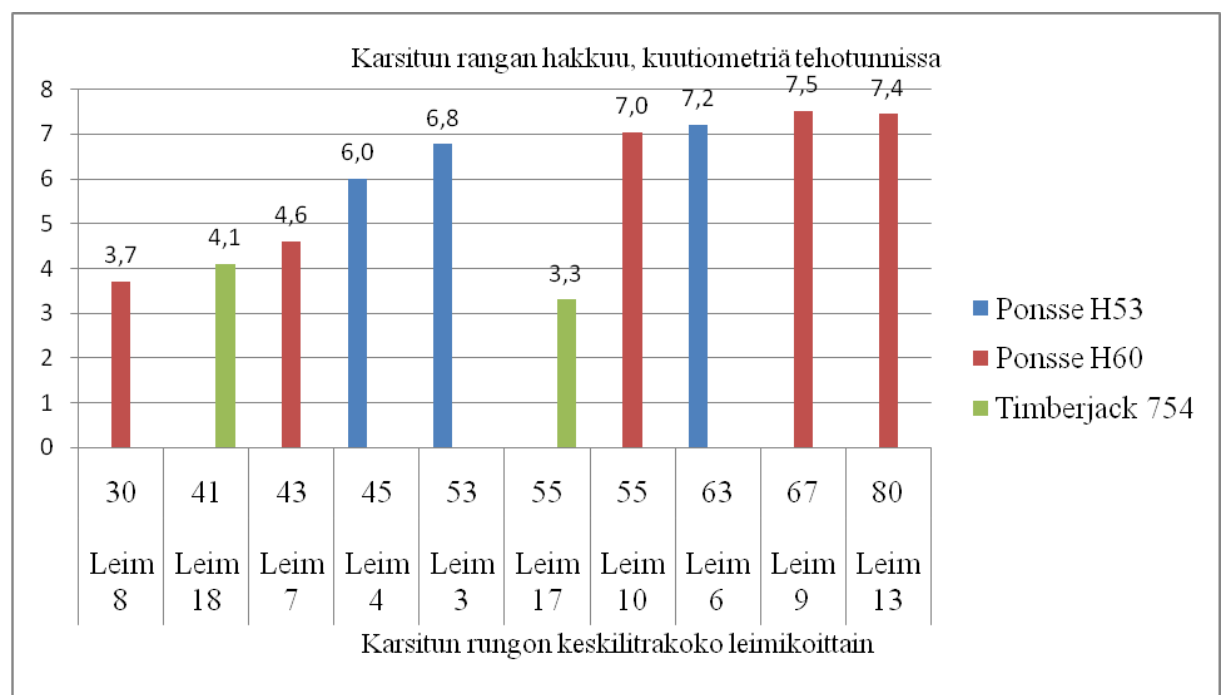
3.2. Karsitun rangan hakkuu

Jotta karsitun rangan leimikot olisivat jokseenkin vertailukelpoisia, valitsin kuvan 2 vertailuun leimikot, joissa joukkokäsittelyn määrä hakatuista kuutioista on enintään 10 %, paitsi yhdessä se on 40 %. Kuvassa 2 näkyy yleinen linja, jossa järeyden noustessa myös tuotos lisääntyy. Pelkässä karsitun rangan hakkuussa ennakkoraivaus on usein tehty voimakkaampana, joten alikasvos ei hidasta työtä. Alikasvoshaitta näkyy myös tuotoksessa, esimerkiksi Timberjackin tuotos on alikasvoshaitan vuoksi pudonnut noin kuution leimikossa 17, vaikka poistuman litrakoko on kasvanut kymmenisen litraa. Kuvasta näkee yleisemmin, että poistuman litrakoon noustessa kymmenisen litraa tuotos nousee vajaan kuution.

Ponsse H60:n kouralla tehdyissä leimikoissa 7 ja 8 on ollut alikasvoshaittaa liian kevyen raivauksen johdosta. Litrakoko on myös alhainen, kuten tuotos. Sen sijaan leimikot 9, 10 ja 13 saavat kehuja kuljettajilta ja niissä on myös paremmat tulokset, mikä johtuu järeämmästä rungon koosta. Kyseiset työmaat ovat olleet joko männikköä tai mänty-koivu-sekametsää.

Ponsse H53e:n kouralla tehdyissä leimikoissa 3 ja 4 ei ollut alikasvohaittaa.

Leimikossa 3 on joukkokäsittelyn määrä noin 40% hakatuista kuutioista, mikä ei kuitenkaan ole nostanut enemmälti tuotosta. Tosin koneen ilmoittama poistuman keskilitrakoko 53 on todellisuudessa jonkin verran pienempi, sillä joukkokäsittelyssä koneen koura ilmoittaa liian suuren järeyden. Työmaalla 6 puolestaan maanomistaja oli raivannut liian kevyesti, mikä ei ole heikentänyt kuitenkaan tuotosta. Timberjack on saanut pienirunkoisella työmaalla 18 samantasoisien tuloksen kuin Ponssetkin, sen sijaan työmaalla 17 on alikasvohaitta pudottanut tuotoksen puoleen H53:n ja H60:n kouriin nähden.



Kuva 2 . Karsitun rangan hakkuun tehotuntituotos eri kouratyypeillä mhy:n sopimuskoneilla alle 10 % joukkokäsittelyosuudella. Leimikossa 3 se on 40 %.

4. Vertailua energiapuuharvennusten tehotuntituotoksista

Energiapuuharvennuksista on tehty lukuisia tutkimuksia vuosina 2002—2009. Tässä kappaleessa on tutkimukset mm. kahdesta opinnäytetyöstä, Metsäteholta , Metlalta ja Työtehoseuralta sekä Metsäenergiaa kannattavasti-hankkeelta.

4.1. Timberjack 745- ja 754- hakkuukouran tehotuntituotoksia eri tutkimuksissa

Taulukossa 2 on Timberjack 745-hakkuukouran tehotuntituotoksia eri tutkimuksissa. Mhy:n sopimuskone on kouratyyppejä 754. Taulukossa on lihavoinnilla merkitty suurin tuotos ja alleviivauksella pienin tuotos järeysluokittain.

Timberjackin tehokkain energiapuun hakkuumenetelmä karsitun rangan teossa on taulukon perusteella joukkokarsinta. Metsätehon tutkimuksen mukaan se on noin kaksinkertainen yksinpuin hakkuuseen verrattuna. Vasta järeydessä yli 150 litraa alkaa yksinpuinhakkuun tuotos lähestyä joukkokarsintaa. Todennäköisesti testitilanteessa on erityisen korostetusti paneuduttu hakkuuseen. (Metsäteho 2002.)

Metsätehon tutkimuksessa talvella vuonna 2002 on todettu, että ajanmenekki yksinpuinhakkuussa on noin 40 % isompi kuin joukkokäsittelyssä. Metlan tutkimuksessa talvella 2003 joukkohakkuuharvesteri osoittautui tuottavuudeltaan paremmaksi kuin kaatokasauskoneet. Tuotosero oli joukkohakkuuharvesterin eduksi 25—50 %. Joukkohakkuuharvesterilla joukkokarsittu energiapuu tai erilleen hakattu energia- ja ainespuu oli myös kustannuksiltaan edullisinta. Karsinta onkin järkevintä kohteissa, joissa korjattavien puiden läpimitta on luokkaa 9–13 cm ja rungon koko 30–70 dm³. Kahden joukkokarsinnan välillä ei ole juuri eroa, molemmissa ovat työmaina olleet männikkö ja sekametsä. Poistuman keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta on molemmissa tutkimuksissa ollut noin 9 cm.

Metlan ja Työtehoseuran tutkimuksessa, joka tehtiin v. 2004 keväällä ja kesällä, oli poistuman järeys kahdeksassa eri leimikossa 15—29 litraa, joten taulukossa esiintyvät luvut suuremmille järeyksille ovat lähinnä vain matemaattisia, sillä tuotuskäyrä on piirretty hyvin lineaariseksi. Kokeessa oli mukana myös Valmet 945 saksi, jonka tuotos ei juuri poikennut Timberjackista. Tutkimuksen mukaan puumäärä nousee 22—45 %, keskimäärin 33 %, kun hakkuu tehdään kokopuuna karsitun sijasta. (Metla ja Työtehoseura 2004.)

Oman tutkimukseni mukaan mhy:n sopimusyrittäjän Timberjack 754-koura on selvästi alhaisemmalla, 3,3—4,1 kuutiometrin tasolla. Erikoista on , että järeyden noustessa 30:sta

75:een litraan tuotos ei kasva. Esimerkiksi litrakoossa 50 mhy:n sopimuskoneen tuotos jää 45 %:iin Metlan ja Työtehoseuran (8,5 m³) vastaavasta hakkuusta. Timberjackin kuljettajan kertoman mukaan suurin osa leimikoista oli raivaamattomia, joten aikaa meni koneella raivaukseen. Integroidussa korjuussa taulukon tulkintaa vaikeuttaa järeyys, joka tässä tapauksessa mhy:n sopimuskoneella Timberjack 754:llä on karsitun osan järeyys. Tarkempi tieto olisi edellyttänyt tarkkoja puustomittauksia ennen hakkuuta, koska latvat ja kokopuurungot muuttavat todellista järeyttä. Joukkokäsittelyä ei yrittäjä ole tehnyt näillä työmailla. Metlan ja Metsätehon integroidun hakkuun tutkimuksissa järeyys sisältää myös latvakokopuun. Taulukon perusteella Metsätehon ja Metlan tutkimusten erot ovat suuret käytännön työmaihin verrattuna. Niiden tutkimuksissa on hakattu vain muutamia satoja tai tuhansia runkoja, joiden perusteella on tehty tuotoslaskelmat.

Taulukko 2. Timberjack 745- ja 754- hakkuulaitteen tehotuntituotoksia allaolevissa tutkimuksissa. (Timberjack 754:n poistuman litrakoko on mittalistan ilmoittama rungon karsitun osan järeyys. Järeydessä ei ole latvaosaa mukana.)

Poistuman litrakoko	Karsittu yksinpuin, Metsäteho 137/2002 T.jack 745	Joukkokarsinta, karsittu ranka, Metsäteho, 137/2002 T.jack 745	Joukkokarsinta, karsittu ranka, Metla 161/2003 T.jack 745	Karsittu ranka, Metla/TTS 2004 T.jack 745	Kokopuu (tyvi karsittu+ latva kasaan), Metla/TTS 2004 T.jack 745	Karsittu ranka, Mhy 2009 T.jack 754	Karsittu+ kokopuu, Mhy 2009 T.jack 754
5	1	3		1	1,3		
10				<u>1,8</u>	2,2		
15	2,5	6	5,6	<u>2,2</u>	3,2		
30	5	12	11,2	4,2	5,7	<u>4,1</u>	
40				5,3	7		
50	7	17	16,1	6,3	8,5		<u>3,8</u>
55						<u>3,3</u>	
60				7,3	9,7		
70	<u>12,5</u>	20	21,0				
75							<u>4,1</u>
100	<u>15</u>	26	25,8				
150	<u>22,5</u>	31	35,4				
250	33						

4.2. Ponsse H53- ,H53e- ja H60-hakkuukourien tehotuntituotoksia eri tutkimuksissa

Taulukossa 3 litrakoot on pyöristetty lähimpään viiteen litraan. Metsätehon tutkimuksessa on hakattu kuitupuuta ja karsimatonta kokopuuta. Mukana on ollut 4 eri leimikkoa, joissa integroidun hakkuun litrakoot tarkoittavat kokopuun litrakokoa sekä yksinpuin ja joukkohakattujen litrakoot kuitupuurungon kokoa ilman latvaa. Testissä hakattuja runkoja oli 5200 kpl lähes pelkkää mäntykuitupuuta, kun mhy:n työmailta otannassa oli useita tuhansia kuutioita erilaista puustoa, joten tuloksia on otannan erilaisuuden vuoksi vaikea verrata.

Karsitun rangan litrakoon ollessa 30 tuotos jää alle 4 kuution. Tämä ei ole kovin kannattavaa, jos tavoitteeksi hakkuutyölle asetetaan 70—80 euroa tunnissa. Sen sijaan kokoluokassa 40 alkaa hakkuu jo tuottaa. Tuossa kokoluokassa Metsätehon joukkohakkuu tuotti 1,5—1,9-kertaisesti verrattuna mhy:n koneiden yksinpuinhakkuuseen. Eroa osittain selittänee Metsätehon 52 prosentin joukkokäsittelyosuus.

Seuraavassa kokoluokassa 50 heikosti raivattu mhy:n integroidusti hakattu leimikko on jäänyt tuotoksessa puoleen jopa Metsätehon yksinpuinhakkuusta. Vielä kokoluokassa 55 litraa yksinpuinhakkuussa Metsätehon tulos on 1,6-kertainen mhy:n koneeseen nähden. Yleistäen voisi todeta, että mhy:n koneet ovat keskenään lähes tasoissa, erot ovat pieniä ja ne johtuvat leimikko-olosuhteista. (Metsäteho 2009.)

Taulukko 3. Ponsse H53-, H53e- ja H60-hakkuukourien tehotuntituotoksia eri tutkimuksissa

Poistuman litra koko	Ponsse H53, Integroitu, Mhy 2009	Ponsse H60, Integroitu, Mhy 2009	Ponsse H53e, Integroitu, Metsäteho 2009	Ponsse H53, Karsittu yksinpuin, Mhy 2009	Ponsse H60, Karsittu yksinpuin, Mhy 2009	Ponsse H53e, Karsittu yksinpuin, Metsäteho 2009	Ponsse H53e, Joukkohakkuu Metsäteho 2009
30					<u>3,7</u>		
35							
45				6,0	<u>4,7</u>		9,0
50		4,7				10,1/10,1	
55			11,1		<u>7,0</u>	11,2	9,6/10,6/ 11,4
60		9,3	11,2/ 13,0				
65	<u>6,0</u>		15,3	7,6	7,5		
70		5,6					
75							

4.3. Vertailut muihin tutkimuksiin kouratyypin tehotuntituotoksista

4.3.1. Kokopuunkorjuu nuorista metsistä.

Tutkimuksessa on tuloksia vuosilta 2002—2006. Tutkimuksesta voimme päätellä, että kokopuuhakkuun tuotos on noussut selvästi vuodesta 2002 vuoteen 2006. Johtuneet tekniikan parantumisesta ja kuljettajien harjaantumisesta. Korkeimmat tuotokset ovat saavuttaneet rullasyöttöiset hakkuulaitteet Valmet 945 Saksi ja Logset 4M Hamster . Vastaavasti alinta tuottavuutta edustaa Naarva-kaato-kasauslaite v. 2002. (Metsäteho 2006.)

Taulukko 4. Kärhän (2006) tutkimuksessa julkaistun taulukon mukaan kokopuuhakkuun tuotos on vaihdellut seuraavasti vuosina 2002—2006.

Poistuman litrakoko	m ³ /tehotunti
10	1—3,7
20	3—6
30	4,5—8
40	5,5—10,5
50	6—12
60	7—14
70	7,5—16

Mhy:n sopimuskoneilla tehtiin kokopuuta vain karsitun rangan teon ohella ja pääosin latvoista, mutta tämän Kärhän tutkimuksen kokonaiskuutiomäärät ovat selkeästi mhy:n koneiden tuloksia korkeammat.

4.3.2. Energiapuun koneellinen korjuu ja sen kannattavuus

Korhosen (2006) tutkimuksessa seurattiin tuntituottavuutta erilaisilla hakkuutavoilla John Deere Forestry Oy:n teettämässä opinnäytetyössä. Tehotuntituotos vaihtelee välillä 5,5—7,0 m³.

Tehotunnissa on tehty kokopuuta 5,5 kuutiometriä, joukkokäsiteltyä osittain karsittua energiapuuta 6,2, integroitua eli ranka- ja ainespuuta 6,6, ainespuuta 7,0. Mhy:n koneiden keskiarvo integroidussa korjuussa on 8,4, mutta jos korkein tuotos jätetään pois, on keskiarvo 6,4 kuutiota, mikä on samalla tasolla kuin tässä tutkimuksessa. (Korhonen 2006.)

4.3.3. Moipu 400ES ensiharvennuspuun integroidussa hakkuussa.

Työmenetelmävertailut tehtiin Moipu 400ES-joukkokäsittely-giljotiinikouralla. Tutkimuksessa poistuman litrakoko vaihteli välillä 30—67 litraa, joiden järeyksien perusteella tuotos on yleistetty kuitenkin jopa 150- litraiselle poistumalle, mikä perustuu olettamukseen, että tuotos nousee lineaarisesti järeyden kasvaessa. Tutkimus tehtiin aines- ja energiapuuhakkuuna sekä kokopuuhakkuuna kolmessa

ensiharvennusmännikössä.

Integroidussa hakkuussa kaikki ainespuuksi kelpaava hakattiin kuitupuuksi. Integroidun hakkuun tuotos oli vain 0,3—1,2 m³/tehotunti pienempi kuin kokopuun hakkuussa. Integroidussa hakkuussa tuotos vaihteli 6,9—11,4:n välillä järeyden ollessa 30—55 dm³. Kokopuukorjuussa vastaavat luvut olivat 11,0—13,7 m³ ja 41—67 dm³. Mhy:n koneilla vastaavat luvut integroidussa ovat 3,8—9,3(16,9) m³ ja järeyys 48—78 dm³ eli tuotos on hieman alempi. (Kärhä, Mutikainen 2008.)

4.3.4. Energiapuuhakkuun kannattavuus koneyrittäjän näkökulmasta

Mäkisen (2009) opinnäytteessä on tehty omakohtaisia mittauksia ja saatu seuraavia tuloksia: poistuman litrakoko 14 dm³ ja tehotuntituotos 4,3 m³ ennakkoraivatulla työmaalla, vastaavasti raivaamattomilla työmailla 25 dm³—5,2 m³, 25 dm³—4,0 m³ sekä 33 dm³—4,3 m³. Nämä tulokset on saatu mittaamalla harvennusalue ennakolta ja osa alueista oli mitattu jälkikäteen kannoista ja kuutiot hakkeesta, joten kaikki tiedot eivät siten ole aukottomia.

Samaisessa tutkimuksessa on yhteenveto vuosina 2006—2008 Pohjois-Pirkan metsänhoitoyhdistyksen välityksellä tehtyjen energiapuuharvennusten tuotoksista, minkä mukaan tuotos vaihtelee 18 eri leimikossa 3,4 – 5,1 kiintokuutiometrin välillä tehotunnissa, kun samalla tuotoksen keskiarvo on 4,1 m³. Pääsääntöisesti mitä järeämpi poistuma, sitä suurempi on tuotos. Hakkuun on suorittanut kaikilla kohteilla sama henkilö samalla koneella kokopuuna. Koneen merkki ei tutkimuksesta ilmene. Tutkimuksen tuloksia ei kannata verrata tämän työn tuloksiin, sillä järeystieto puuttuu. Tuotokset ovat kokopuulle alhaisia johtuen pienestä runkokoosta ja osin raivaamattomuudesta. (Mäkinen 2009.)

4.3.5. Metsäenergiaa kannattavasti-hanke

Hanke on Mhy Kanta-Hämeen ja Mhy Päijät-Hämeen yhteistyötä. Työtehosteuran ja hankkeen tutkimuksessa hakkuun tuotos oli:

- a) Normaali kuitupuuhakkuu latvasta 6 cm:iin 4,3 m³/tehotunti (Ponsse H60)
- b) Karsitun energiarangan hakkuu latvasta 4 cm:iin 5,0 m³/tehotunti. (Ponsse H60)
- c) osittain karsimaton energiapuuhakkuu 6,0 m³/tehotunti. (Timberjack 1070/745)

Tässä menetelmässä puu karsittiin katkaisukohtaan ja latva siirrettiin samaan kasaan. Toisessa koesarjassa tutkittiin hakkuumenetelmien a) kuitupuuhakkuu, b) energiarankahakkuu ja c) giljotiini kokopuuhakkuu välisiä eroja seuraavasti:

- a) kuitupuuhakkuu 4,3 m³/tehotunti (Ponsse H60)
- b) energiarankahakkuu (ei minimi latvaläpimittaa) 5,7 m³/tehotunti (Ponsse H60)
- c) giljotiini kokopuuhakkuu 7,8 m³/tehotunti (Korjuri)

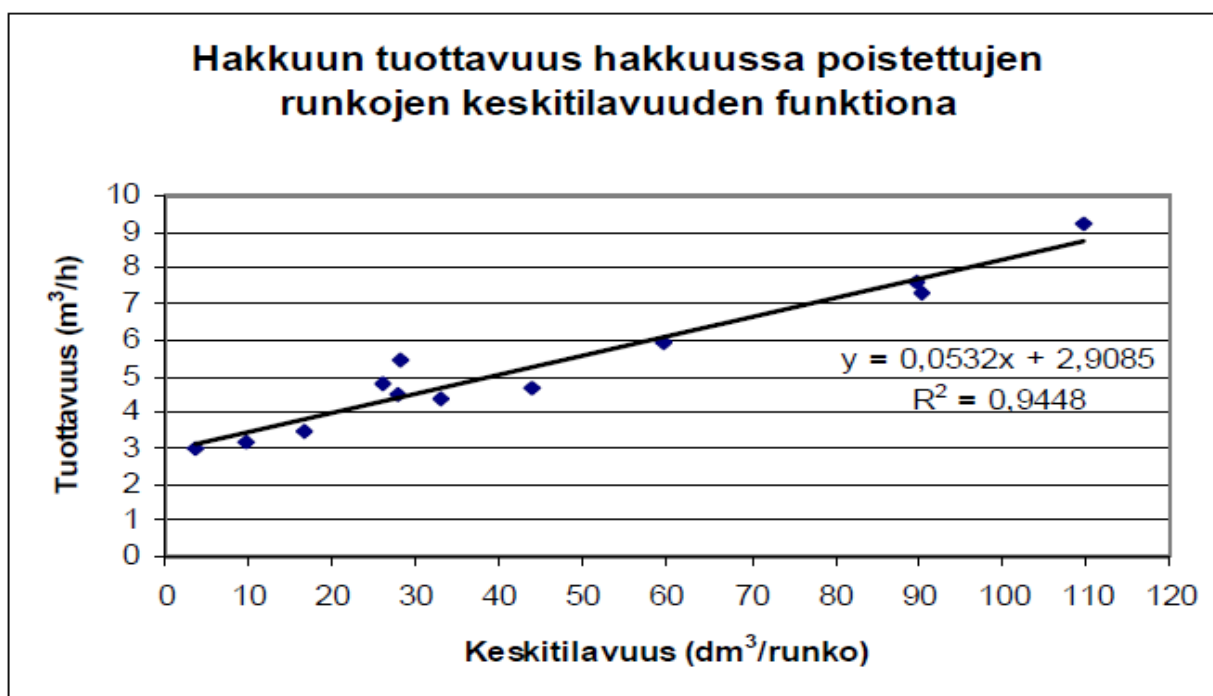
Poistuman järeys ei tutkimuksesta ilmene. Mhy:n sopimus-Ponsseilla karsitun rangan hakkuun keskiarvo on 6,3 kuutiota ja integroidun menetelmän 6,4 (8,5, jos korkein mahdollisesti virheellinen tulos huomioidaan) . Luvut ovat hieman isommat kuin tämän tutkimuksen 5,0 ja 6,0. Timberjack 754 on saanut keskiarvoksi karsitulle 3,7 kuutiota ja integroidulle 4,0. (MHY Kanta-Häme, MHY Päijät-Häme, Työteho-seura 2009.)

4.3.6. Nuoren metsän energiapuuharvennusten menetelmät ja kannattavuus.

Tämä työ oli tehty Stora-Ensolle. Hakkuun tuotos vaikutti keskeisesti korjuukustannuksiin. Tutkimusleimikoiden hakkuu joukkokäsittelyyn kykenevällä hakkuulaitteella oli tehokasta. Hakkuun tuotos oli keskimäärin 5,42 m³/h. Tuntituotosarvo on rinnastettavissa käyttötuntituotokseksi ja hakkuussa poistettujen runkojen tilavuus 28,2 dm³/runko. Tuotos aleni, kun runkolukupoistuma kasvoi ja hakkuussa poistettujen runkojen keskitilavuus aleni. Tutkimusleimikoiden energiapuunkorjuu suoritettiin John Deeren 1070 D-mallisella hakkuukoneella, joka oli varustettu John Deeren H 412-hakkuulaitteella. Energiapuunkorjuussa käytetty hakkuulaite oli niin sanottu yhdistelmähakkuulaite, joka mahdollisti myös perinteisen hakkuutavan käytön. 85 % rungoista oli hakattu joukkokäsittelyllä ja 15 % yksinpuin.

Oman tutkimukseni Ponsseilla on tehty keskimäärin 5,3 kuutiota järeydessä 45 dm³. Edellisessä taulukossa 4 on sama taso. Järetydessä 55 dm³ Ponsset ovat päässeet 8,7:ään, John Deere alle 6:n, järetydessä 65 dm³ 7,0:ään kuutioon ja John Deere

6,5:een sekä järeydessä 80 dm³ 7,4:ään ja 7,0:aan. Hyvin samoissa lukemissa ovat nuo kahden eri koneen tulokset. (Perho 2010.)



Kuva 3. Hakkuun tuotos poistettujen runkojen keskitilavuuden funktiona. (Perho 2010.)

5 Päijänteen Metsänhoitoyhdistyksen työmailla toimivien Koneyrittäjien kokemuksia energiapuuharvennuksista vuonna 2009

Tässä tutkimuksessa kartoitin Metsänhoitoyhdistykse koneenkuljettajien ja -yrittäjien kokemuksia energiapuuhakkuusta puhelinhaastatteluilla ja palautekaavakkeiden tietojen pohjalta. Tärkein heidän työtään auttava toimenpide on riittävä ennakkoraivaus, jossa rinnankorkeudelta alle 5-senttiset puut raivataan maahan ennen hakkuuta. Toinen tärkeä tekijä on, että ei mennä liian pieneen metsään tekemään energiapuuharvennusta, sillä ”moto ei ole raivuri”. Kun poistuman litrakoko on alle 40 litraa eli keskiarvopuu on alle 10 cm rinnankorkeudelta, menee hakkuun kannattavuus miinukselle. Kyseistä keskijäreydeltään 40-litraista puuta pidetään yleisesti energiapuuharvennuksen kannattavuusrajana koneyrittäjien keskuudessa. Eräs kuljettaja piti rajana 50:tä litraa. Yleisesti, mitä järeämpi poistuma, sitä

mieluisampi se on koneyrittäjälle, sillä hakkuutaksan taso ei kompensoi liian pientä rungon kokoa.

Ennakkoraivauksiin yrittäjät toivoivat reilumpaa raivausta. Metsänomistajat jättävät raivatessaan usein liian pientä puuta pystyyn ja sen vuoksi oli toivottavaa, että raivaus tehtäisiin ammattimiehen toimesta. Eräällä metsäpalveluyrittäjällä, jolla on paljon miehiä töissä, ennakkoraivauksen laatu on vaihdellut paljon. Heikommin raivatuilla työmailla jää hakkuun jälki tiheäksi. Jos tehdään motolla siisti jälki pieniä runkoja hakkaamalla, litrakoon putoaminen syö kannattavuutta. Esimerkiksi 30-litraisessa tuotos on 3,7 kuutiota tehotunnissa.

Työmaalla, jossa kuljettaja arvioi hakkuun joukkokäsittelyn osuudeksi 40 %, ennakkoraivaus ei olisi kuljettajan mielestä ollut tarpeen. Ilmeisesti hakkuussa joukkokäsiteltiin pienempiä runkoja ja nämä pienemmät rungot eivät siten olleet hakkuutyötä vaikeuttamassa eli eivät olleet ns. ”tiellä”.

Leppien teko karsittuna ei tahdo onnistua, sillä ne katkeavat karsintavaiheessa. Myös kokopuunhakkuussa joukkokäsittelykävälillä tapahtui runkojen katkeilua. 10 cm paksummat lepät kestävät särkymättä. Yleensä olisi parempi tehdä lepät kokopuuna tai sitten jäisenä, jolloin ne kestävät paremmin. Lepät ovat mutkaisempia ja hauraampia, mikä selittää katkeilun. Yksityiskohtaisemmat Metsänhoitoyhdistyksen yrittäjien kommentit leimikkokohtaisesti löytyvät liiteosiosta. (Liite 4.)

Keski-Suomen Koneyrittäjien keskuudessaan tekemän kyselyn mukaan vuonna 2009 koneyrittäjät ovat saaneet energiapuunkorjuusta liikevaihtoa 28 % kokonaisliikevaihdosta. Kun ainespuunhakkuu lisääntyy, pienenee energiapuun osuus liikevaihdosta 10%:iin. Hakkuukoneista on ollut 22 % energiapuuhakkuussa. Investointeja kyseisiin laitteisiin yrittäjät ovat tehneet 710 000 euron edestä. Yrittäjistä 73 % ei ole ollut tyytyväinen energiapuunkorjuuseen ja 27 % on ollut tyytyväisiä. Kaksi kolmesta yrittäjästä pitää toimintaa energiapuun parissa kuitenkin mielekkäänä. (Laaja 2009.)

Urakanantaja oli määritellyt korjuutaksat 51 %:ssa tapauksista, mikä lienee johtanut liian alhaisiin hintoihin. Suurimmat kannattavuutta laskevat tekijät ovat liian pienet rungot ja alikasvoshaitta. Energiapuunkorjuu tulisi kohdistaa mieluummin ensiharvennuskokoisiin

metsiin. (Laaja 2009.)

Energiapuunkorjuu on yrittäjälle mahdollisuus, mutta ei tällä taksatasolla siinä vaiheessa, kun ainespuuhakkuu lisääntyy. Energiapuuhakkuussa tulisi käyttää kohdekohtaisia eli leimikkokohtaisia taksoja, ei kiinteitä yksikkötaksoja. Kasvatustiheydessä 4000 runkoa hehtaarilla puut järeytyvät riittävästi koneellista hakkuuta silmälläpitäen, jotta energiapuuhakkuu koneellisesti olisi kannattavaa. Kokonaisuudessaan yrittäjillä on aidosti halua menestyä energiapuun korjuussa. (Laaja 2009.)

”Korjuun kannattavuus on saatava kuntoon, mikäli energiapuun käyttöä halutaan hallituksen toiveiden mukaisesti lisätä, Koneyrittäjien liitosta huomautetaan. Tällä hetkellä energiapuun korjuu on useimmille koneyrityksille tappiollista. Kannattavuus kohenee, jos puun korjuuta voitaisiin suunnata kertymältään suurempiin kohteisiin. Lisäksi voitaisiin kehittää koneita ja työmenetelmiä. ”Nykyisellään korjuu ohjautuu metsänhoitotukien kautta kohteisiin, joissa energiapuun kertymä jää tehtyyn työmäärään liian pieneksi, samalla kun kustannukset ovat isot”, Koneyrittäjien liiton puheenjohtaja Asko Piirainen sanoo.” (Metsäraha-lehti 3/2010.)

6 Koneyrittäjien Liiton ehdotukset korjuuolosuhteiden ja urakointimaksujen kehittämiseksi

Koneyrittäjien Liitto on laatinut 7-sivuisen oppaan, jossa on kuusi eri kohtaa energiapuun korjuuolosuhteiden ja -taksojen kehittämiseksi. Tässä on esillä neljä kohtaa, jotka vaikuttavat korjuutaksoihin.

6.1 Alikasvosten raivaus

Kuusialikasvos hidastaa hakkuun tuotosta 12—31 %, kun alikasvoksen tiheys on 2000—8000 kpl/ha. Ja kun alikasvoksen pituus vaihtelee 1—3 metriin, alenee tuotos 8—17 %. Edellisten tietojen perusteella Koneyrittäjien Liitto ehdottaa alikasvoshaitan vuoksi hintakompensaatiota kuutiotaksaan eli ns. raivauslisää 14—37 prosentin verran alikasvoksen tiheyden ollessa tuo edellämainittu 2000—8000 kappaletta.

(Koneyrittäjät 2010.)

6.2 Energiapuun korjuun hinnoittelu

Energiapuun korjuussa on yhtä tärkeää kuin muussakin puunkorjuussa ottaa huomioon keskeiset työvaikeustekijät: puuston koko ja tilarakenne sekä ajomatka huomioon. Taulukossa 5 on esitetty Koneyrittäjien Liitossa hahmoteltu hinnoittelurakenne, joka ottaa huomioon oheiset tekijät. Poistuman runkokoko kaikelle energiapuulle voidaan selvittää koneen kouran tartuntalukumäärän ja tonneista muunnetun kuutiomäärän mukaan, kuten allaolevassa taulukossa on tehty. Koneessa tulee tällöin olla joukkokäsittelyominaisuus ja joukkokäsittelyohjelma.

Taulukko 5. Koneyrittäjien Liiton ehdotus energiapuunkorjuun taksoiksi.

(Koneyrittäjät 2010.)

Energiapuun hakkuu ja kuljetus - tienvarsihinnat €/m3 (alv 0%)				
<small>(Excel-taulukkolaskentaohjelma, jonka saat liitosta)</small>				
Hinnat €/m3 järeyden mukaan	Aines- ja energiapuu	Muu menetelmä		
Järeys, dm3/rk	Energiapuu €/m3 (kiinto)	energiapuu €/m3 (kiinto)	joukkokäs. €/m3 (kiinto)	
		1,1	0,95	Tässä eri runkokoko- luokkien suhde 100 - pisteen hintaan
		Em.kerroin * energiapuu €/m3		
alle 30;	30,57	33,62	29,04	1,97
30,0 - 34,9	29,07	31,98	27,62	1,87
35,0 - 39,9	27,58	30,34	26,20	1,77
40,0 - 44,9	26,09	28,70	24,79	1,68
45,0 - 49,9	24,60	27,06	23,37	1,58
50,0 - 59,9	21,62	23,78	20,54	1,39
60,0 - 69,9	19,38	21,32	18,41	1,25
70,0 - 79,9	17,79	19,56	16,90	1,14
80,0 - 89,9	16,61	18,28	15,78	1,07
90,0 - 99,9	15,55	17,10	14,77	1,00
100,0 - 119,9	14,16	15,58	13,46	0,91
120,0 - 139,9	12,99	14,29	12,34	0,84
140,0 - 159,9	12,14	13,36	11,53	0,78
160,0 - 179,9	11,50	12,65	10,93	0,74
180,0 - 199,9	10,86	11,95	10,32	0,70
200,0 - 219,9	10,14	11,36	9,81	0,66
220,0 - 239,9	9,90	10,89	9,41	0,64
Yllä oleva hinta pätee alle 300 metrin ajomatkoilla				
Lisä: Ajomatkastä lisää 300 metrin jälkeen				
Matka, metriä	lisä €/m3 (kiinto)			
300 -399	0,35			
400 -499	0,75			
500 -599	1,25			
600 ja yli	+0,50 €/m3	alkavaa 100 m kohden		
Miten selvitetään runkokokoluokka ?				
Puuerän massa kuormainvaa'alla		100000 tn		Syötä kentiin erän paino, tuorepaino (kg/m3) sekä runkojen lukumäärä. Tuloksena saat keskimääräisen runkokoon.
Tuoreiheys (tonneja kuutiossa)		900 tn/m3 *)		
Kuutiot = Massa/tuoreiheys		111,1 m3		
Poistettujen runkojen määrä		2100 kpl **)		
Runkokoko = m3 jaettuna kpl		52,9 litraa/runko		
*) Tuorepainon saa selville mm. energiapuun mittausoppaasta. Löytyy www.metla.fi -sivustolta- http://www.metla.fi/metinfo/tietopaketti/mittaus/index.htm				
**) kappaleet voi selvittää kouran tartuntalukumäärän avulla tai koalaotannalla (puiden lkm ennen hakkuuta ja sen jälkeen)				

6.3. Energiapuun mittaus

Näyttää siltä, että energiapuun mittaus aina ensiharvennuspuun mittaukseen saakka perustuu jatkossa yhä enemmän kuormainvaa'alla mitattuihin tonneihin, jotka muunnetaan tonneiksi tuoretiheystaulukoiden avulla. On oltava toimiva kuormainvaaka ja sitä tulee käyttää oikein.

On kehitettävä kuivumisolosuhteisiin paremmin sopivat tuoretiheystaulukot. Nykyisin käytössäolevat tuoretiheystaulukot ovat suurpiirteiset ja se saattavat poiketa paljon todellisista. Ensi vuonna lienee käytössä uudet tarkemmat taulukot. (Koneyrittäjät 2010.)

6.4. Energiapuun tuet

Energiapuun tukimalli muuttuu lähitulevaisuudessa. Hehtaari-, korjuu-, haketus-, ja toteutusselvitystuki poistuvat ja tilalle tulee pienpuun energiatuki. Nykyisin käytössä oleva tuki ohjaa hakkuita pieniläpimittaisiin kohteisiin. Uuden pienpuun energiatuen ehdot nostavat tukikelpoisen energiapuun rinnakorkeusläpimittaa, mikä on hyvä, sillä korjuu ulottuisi järeämpiin ja tuottavampiin kohteisiin.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työssäni lähestyin energiapuun hakkuun tehotuntituotosta monen tutkimuksen pohjalta.

Energiapuuharvennukset olivat vuonna 2009 uusi työmuoto Päijänteen

Metsänhoitoyhdistyksen yrittäjille, joten tuotos on parantunut ajan saatossa ennakkoraivausten lisääntymisen ja kuljettajien ammattitaidon lisääntymisen myötä.

Alkuvaiheessa energiapuuharvennuksia tehtiin myös runkokooltaan liian pienissä puustoissa ja myös ennakkoraivauksen tarpeesta ei oltu vielä täysin selvillä.

Metsänhoitoyhdistyksen Ponsse-hakkuukourien integroidussa hakkuussa, jossa

hakattiin karsittua ja kokopuurankaa, tehotuntituotos oli välillä 4,7—9,3 (16,9) m³ poistuman

keskijäreiden ollessa 48—68 (78) dm³. Tuotosten keskiarvo on 6,4 m³, kun unohdetaan tuokovin tulos 16,9. Timberjackin koura jää noin kuutiometrin verran Ponssen tuotoksista. Tuloksista voi päätellä, että kun poistuman järeys kasvaa 10 dm³, nousee tuotos vajaan kuutiometrin tehotunnissa.

Pelkän karsitun rangan hakkuussa tehotuntituotos liikkui välillä 3,3—7,5 m³ poistuman järeiden ollessa välillä 30—80 dm³. Tuotosten keskiarvo on 6,3 m³, joten eroa integroidun ja karsitun rangan hakkuun välillä ei voi osoittaa. Joukkokäsittelyn määrä oli vähäinen vuonna 2009 energiapuunhankinnan alkuvaiheessa.

Kovimmat tuotokset löytyivät Metsätehon, Metlan ja Työtehoseuran tutkimuksista, joiden tuotokset olivat selvästi suuremmat kuin muiden tahojen. Lienee todettava, että erilaisten tutkimuslaitosten kokeet perustunevat ajatukseen, että paljonko koneella pystyy tekemään tunnissa optimiolosuhteissa. Tutkimuslaitosten energiapuuharvennuskokeissa edukseen erottui joukkokäsittely, joka oli selvästi tehokkain menetelmä. Ratkaisevinta tuotokseen on hakkuukoura, alustakoneella ei ole juuri merkitystä.

Koneenkuljettajan kokemuksella ja ammattitaidolla on myös iso merkitys. Eri kuljettajien väliset tuotoserot ovat suuria. Energiapuun hakkuu on eri työlaji kuin normaali ainespuuhakkuu.

Tämän opinnäytteen tulokset, metsänhoitoyhdistysten teettämien opinnäytteiden sekä Metka-projektin tulokset ovat todellisilta työmailta ja siksi niiden tulokset ovatkin samalla tasolla toisiinsa nähden ja selvästi alempana tutkimuslaitosten tuloksista. Oman tutkimukseni heikko kohta on tietyiltä osin todellinen poistuman litrakoko. Leimikoissa, joissa oli tehty joukkokäsittelyä kymmeniä prosentteja, mittalistan litrakoko ei pidä paikkaansa. Sen sijaan pelkän karsitun rangan ja integroidun hakkuun, jossa ei käytetty joukkokäsittelyä, tulokset ovat vertailukelpoisia keskenään. Raivaus vaikuttaa paljon tuntitehoihin, jopa 66 %. Koneyrittäjien Liiton ehdottama raivauslisä kuutiotaksoihin risukoisilla työmailla on siten perusteltua tuntiansion turvaamiseksi, mikäli aluetta ei ole raivattu ennen hakkuuta. Koneyrittäjien ehdottama raivauslisä on 14—37 %, kun

alikasvosta on 2000—8000 kappaletta hehtaarilla. Raivaamaton työmaa ei houkuttele kuljettajia, joten ennako- tai näkemäraivaus lisää koneenkuljettajan työviihtyvyyttä huomattavasti.

Koneyrittäjien ja koneenkuljettajien kokemukset alkuvaiheen energiapuuharvennuksista liittyivät lähinnä ennakkoraivaukseen, sen tasoon tai tekemättömyyteen. Raivaamattomuus ja pieni poistuman litrakoko olivat suurimmat tekijät pieneen tehotuntituotokseen. Koneyrittäjät haluaisivat käyttää enempi kohdekohtaisia hakkuutaksoja, koska olosuhteet eri energiapuuharvennusleimikoilla vaihtelevat paljonkin. Hyvällä raivauksella ja suuremmalla poistuman keskijäreydellä, joka on mieluummin yli 40 dm³, saadaan riittävä kannattavuus karsitun ja integroidun energiapuun hakkuussa. Tuo 40 dm³ on monissa yhteyksissä, kuten tässä työssäkin, todettu olevan raja, jolla hakkuuseen tulee kannattavuutta koneyrittäjän kannalta. Koneyrittäjien Liiton koostamassa vihkosessa ”Kannattavan ja kestäväen puuenergian tuotannon palikoita” on juuri korjuutaksat pienemmissä kokoluokissa kaavailtu suuremmiksi kuin tämänhetkiset olemassaolevat taksat. Lisäksi uudeksi asiaksi on lisätty myös edellämainittu raivauslisä. Tuleva pienpuun energiatuki ohjaa jatkossa energiapuuharvennuksia järeämpiin kohteisiin.

Jatkossa energiapuun- ja ainespuunhakkuussa joukkokäsittely lisääntyy. Esimerkiksi Metsähallitus edellyttää jatkossa urakoitsijoiden tarjouspyyntöjen yhteydessä joukkokäsittelyyn pystyvää kouratyyppejä, joka laskee hakatut rungot ja jolla voi karsia tai kerätä kokopuuna useita runkoja samanaikaisesti. Näin saadaan tehoja lisää, kuten tässäkin työssä ilmenee joukkokäsittelyn osalta. Puutavaran mittaus tapahtuu tällöin kuormainvaakamittauksena, jolloin pinomittaus samalla vähenee.

Jatkossa kannattaisi tutkia tehotuntituotoksen ja käyttötuntituotoksen välistä suhdetta, jotta saataisiin selville koneyrittäjän todellinen tulotaso. Nyt käytössä on kerroin 1,4. Tässä työssä esiintyi eräässä tutkimuksessa myös kerroin 1,15 sekä eräässä opinnäytteessä tehotunti rinnastettiin käyttötunniksi.

LÄHTEET

- Anonyymit koneyrittäjät 2009. Puhelinkeskustelut ja sähköpostit.
- Asikainen, A., Pasanen, K., Korhonen, K., T. 2004. Karsitun energiapuun korjuuvaihtoehdot ja kustannustekijät. Metla ja Työtehoseura. Saatavilla:
<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp010.pdf>
- Heikkilä, J., Laitila, J., Tantt, V., Lindblad, J., Sirén, M., Högnäs, T. & Kumpare, T., Kovettu A., Mutikainen, A. Ponsse H53 ensiharvennusmännikön integroidussa hakkuussa. Metsätehon tulosalvosarja 5/2009. Saatavissa:
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2009_05_Ponsse_H53e_kk.pdf
- Koneyrittäjät. Kannattavan ja kestävä puuenergian tuotannon palikoita. 2010. Saatavissa: <http://www.koneyrittajat.fi/ekstranet>Puuenergia>Laskentapohjiau>
- Korhonen, M. 2006. Energiapuun koneellinen korjuu ja sen kannattavuus. Insinööritö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Tampere. Saatavissa: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9385/TMP.objres.921.pdf?sequence=2>
- Kärhä, K., Keskinen, S., Liikkanen, R., Lindroos, J. Kokopuunkorjuu nuorista metsistä. Metsätehon raportti 193/2006. Saatavissa:
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_193.pdf
- Kärhä, K., Mutikainen, A. 2009. Moipu 400ES ensiharvennuspuun integroidussa hakkuussa. Työtehoseuran tutkimuksen tiedote 10/2008 ja Metsätehon tulosalvosarja 2/2009. Saatavissa: http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Tuloskalvosarja/Tuloskalvosarja_2009_02_Moipu_400ES_kk.pdf
- Laaja, K. 2009, Keski-Suomen koneyrittäjien puheenjohtaja. Luento: ”Onko metsäenergia koneyrittäjille oikea mahdollisuus uuteen kannattavaan liiketoimintaan”. Jyväskylä.
- Lohtander, S. 2009. Puhelinkeskustelut ja sähköpostit.
- MHY Kanta-Häme, MHY Päijät-Häme, Työtehoseura 2009. Metsäenergiaa kannattavasti-hanke. Saatavissa: http://www.mhy.fi/metka/ajankohtaista/fi_FI/Uutinen5/
- Metsänhoitoyhdistys Päijät-Hämeen nettisivut. Saatavissa:
http://www.mhy.fi/paijathame/puumarkkinat/fi_FI/index/
- Metsäraha-lehti 3/2010
- Metsätehon raportti 137. Saatavissa:
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_137.pdf
- Mäkelä, M., Poikela A. & Liikkanen R. 2002. Joukkohakkuu aines- ja energiapuunkorjuussa.
- Mäkelä, M., Poikela A. & Liikkanen R. 2003. Energiapuun korjuu harvennusmetsistä. Metla 2003. Metlan raportti 161. Saatavissa:
http://www.metsateho.fi/files/metsateho/Raportti/Raportti_161.pdf
- Mäkinen, J. 2009. Energiapuuhakkuun kannattavuus koneyrittäjän näkökulmasta. Insinööritö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Tampere. Saatavissa:
<https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/9306/M%C3%83%3Fkinen.Jani.pdf?sequence=2>
- Perho, A., 2010. Nuoren metsän energiapuuharvennusten menetelmät ja kannattavuus. Insinööritö. Tampereen Ammattikorkeakoulu. Metsätalouden koulutusohjelma. Tampere. Saatavissa:
https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7626/Perho_Antti.pdf?sequence=
- Pulkkinen, M. 2009. Metsät Täyskäyttöön-hanke. Kirjallinen aineisto.
- Saari, P. 2009. Puhelinkeskustelut ja sähköpostit.

LIITTEET

Liite 1. Kuljettajan palautekaavake energiapuuharvennustyömaalta.

- Työmaa:
- Kone: Ponsse beaver
- Koura: H53e
- Kuljettaja:
- G15 tunnit: 79
- Keskikoko: 65
- Motokuutiot: 281
- Karkea arvio paljonko käytetty joukkokäsittelyä
0-100%: 70
- Oliko työmaa raivattu: OLI
- Kommentti raivauksesta: JÄTETTY LIIAN PIENTÄ

- Jos ei raivattu, niin olisiko pitänyt raivata:
- Kommentti työmaan korjuukelpoisuudesta: OK, PAIKOIN
JÄREYS ~~AIKAINEN~~ LIIAN PIENTÄ

Liite 2. Moton mittalista

MITTAUSTODISTUS		Aloituspäivä	Lopetuspäivä	Tulostettu				
energia-160509-		16.5.2009	10.6.2009	30.6.2009				
114913.prd								
Tallennusaika: 10.6.2009 12:34:05								
Ostaja:	Hankinta-alue	Piiri	Vastuualue					
Päijänteen MHY	0	0	0					
Mvviä:	Sopimus	Leimikko	Lohko					
	0	0	0					
Leimikon kuvaus:	Palsta	Varasto	Leimikkotyyppi					
2001	0	0	9.					
Urakoitsija:	Urak. tunnus	Mittalaitte	Erikoishakkuu					
	Ponsse	OptiWin 4.700	Kone					
	Kuljettaja	APT-tiedosto	040653 32					
		00000000.apr	Kalibrointi					
			(pit./pak.)					
			14.05.09/14.05.09					
JOUKKOKASITTELY								
)								
TAVARALAJIT		koodi	kpl	jm	ht	m3		
Mänty	kuitu ml	107	2	6781	28488,93	130	277,136	
Kuusi	kuitu ml	207	2	90	393,57	130	4,017	
Koivu	kuitu 3	305	2	1	3,46	130	0,012	
Yhteensä								
	kpl	<u>tukit</u>	<u>jm</u>	<u>m3</u>		<u>kpl</u>	<u>jm</u>	<u>m3</u>
Mänty						6781	28488,93	277,136
Kuusi						90	393,57	4,017
Koivu						1	3,46	0,012
PUULAJIT		koodi	runkoja	kpl	jm	m3	m3/runko	
Mänty	1	4303	6781	28488,93	277,136	0,064		
Kuusi	2	46	90	393,57	4,017	0,087		
Koivu	3	1	1	3,46	0,012	0,012		
Yhteensä		4350	6872	28885,96	281,165	0,065		
Hyväksymme edellä mainitun mittaustuloksen								
Ostaja tai ostajan edustaja				Myyjä tai myyjän edustaja				

Liite 3. Metsäkuljetuksen vaakamittatuloste

receipt_2009-06-26_08;35;35

Kone / Auto numero: _____

Sarjanro: T580000212

Kuitti nro: 00005

Kokonaispaino: ~~637184~~ KG

Muistipaikka/Paino kg/Punnituksia

1			
2	309240	(521)	KARSITTU 750 KG/m ³
3	45517	(101)	KARSIMATON 750 KG/m ³

2009-06-26 08:35

Kuljettaja:

Liite 4.

Tässä liiteosiossa on yksityiskohtaiset tiedot energiapuuleimikoista. Tiedot on koostettu haastatteluiden, hakkuukoneen mittaustulosten, palautelomakkeiden sekä vaakamittaustulosten pohjalta.

Yrittäjät keräsivät hyvin tuntiseurantaa ja antoivat niitä mieluusti käyttöni. Yrittäjistä kaksi eivät olleet tehneet tuntiseurantaa.

Tässä liiteosiossa olevat taulukot sisältävät seuraavia tietoja:

Vaakapainot ovat erikseen karsitulle ja kokopuulle sekä niistä laskettu paino kiintokuutiometriä kohden. Nämä painotiedot ovat vain kuriositeettina tässä työssä ja niitä ei tarkemmin kommentoida. **Työmaan aloitus- ja punnituspäivä** on siksi, jos halutaan tarkastella energiapuun painon muuttumista hakkuun ja ajon välisenä ajanjaksona. **Poistuman litrakoko karsitulle rangalle** tarkoittaa kouran läpi syötetyn ja katkaistun rankapuun keskitilavuutta. On huomattava, että tämä litrakoko ei pidä paikkaansa tilanteessa, jossa on käytetty joukkokäsittelyä eli karsittu useampi puu kerrallaan. Todellinen litrakoko on silloin pienempi. Tällöin mittausperusteena on ollut useimmiten vaakamittaus ja kuutiopaino motomittauksen sijasta. Taulukossa kerrottu **joukkokäsittelyn osuus** prosentteina tarkoittaa koneenkuljettajan arviota joukkokäsittelyjen puiden osuudesta. Kyseessä ei ole todellinen luku joukkokäsittelyn määrästä. Joukkokäsittelyn kyseessäollessa vaakamittaus antaa oikeamman tuloksen, sillä mittalistan litrakoko ja siten eivät myöskään moton kuutiot pidä paikkaansa. Kuutiointi ja litrakoko eivät pidä paikkaansa, koska useampaa puuta kerralla karsittaessa karsintaterät ovat enemmän auki ja antavat siten väärän litrakoon. **Moton kuutiot** tarkoittavat mittalistassa olevia kuutioita karsittua rankaa, mikä luku siis pitää paikkansa tilanteessa, jossa tehdään karsittua rankaa ilman joukkokäsittelyä. **Todelliset karsitut kuutiot** kertovat luovutus- ja työmittauksen perusteena olevat kuutiot, olipa kyseessä moto- tai vaakamittaus. **Kokopuuta**-sarake kertoo vaakamittauksesta ja kuutiopainosta lasketun kokopuun kuutiomäärän. **G15-tunnit** tarkoittavat tehotyötunteja, mikä tieto löytyy moton tulosteista. G15 on tehollista työaika, johon sisältyvät alle kahden minuutin keskeytykset eli käytännössä se sisältää tunnit, jolloin koura on liikkeessä. **Tehotuntituotos** on kuutiometrit jaettuna G15-tunneilla. **Käyttötuntituotos** on tehotuntituotos jaettuna kertoimella 1,4. Tämä kerroin on 5—10 vuotta sitten käyttöön otettu ainespuuhakkuilla ja on edelleen käytössä. Kertoimella kompensoidaan hakkuutyössä tulevat seisokit. Tuotokset ovat taulukossa karsitulle ja kokopuurangalle erikseen.

Leimikko 1:

Hakkuun teki koneyrittäjä A, jolla on 30-vuotinen kokemus koneellisesta puunkorjuusta. Hän ei antanut tuntiseurantaa käyttöön omien huonojen kokemuksiensa vuoksi. Niinpä tämä yrittäjä A:n leimikko 1 ei näy yhteenvetotaulukossa, koska tuotokset eivät ole tuntiseurannan puuttumisen vuoksi vertailukelpoisia toisten yrittäjien tuotoksiin. Yrittäjä A:lla on Valmet 901:llä vuosimallia 2008, joka on varustettu Nisulan joukkokäsittely- ja ketjusahakouralla. Numerotietoa työmaasta:

-kokonaiskuutiomäärä 1800m³, josta 1540 karsittua energiapuuta, runkoja 24400 kpl mikä antaa energiapuun keskijäreudeksi 63 litraa.

Lisäksi tuli 260m³ kuitupuuta ja 365kpl.

Neuvojan kommentit työmaasta :

Omasta mielestä niin ennakkoraivauksen kuin harvennuksen jälki on erinomaista. Kuten yrittäjän juttusilla olet ollut, kertoi hän minullekin tyytyväisyyttä raivaukseen. Kyseessä oli puhtaita peltokoivikoita, joissa usealle kuviolle tuli ennakkoraivuu. Ja lähes kaikille kemera.

Yrittäjän kommentit työmaasta:

Yrittäjälle soitellessani hän kertoi, että kyseessä on hänen mieluinen savotta, sillä ammattimetsuri on raivannut alat ennakkoon. Metsänomistajat jättävät usein liian pientä pystyyn. Yrittäjä kertoi, että alueet on raivattava siten, että silmän korkeudelta 5-senttiset ja alle nurin. Rungon keskikoko mielellään 50 litraa ja yli. Hänen koneensa pystyy syöttämään kahta 50-litrasta puuta kerralla. Silloin ei motomittaus tosin pidä paikkaansa, joten puut on mitattava kuormainvaa'alla tai pinomitalla. Jos rungon koko putoaa 30-litriseksi, toiminta ei ole kannattavaa nykyisellä taksalla.

Yrittäjä B:n tekemät työmaat, kone Ponsse Beaver H53e-kouralla

Leimikko 2:

Työmaalla ei käytetty joukkokäsittelyä. Työmaa oli raivattu hyvin kuljettajan palautelomakkeen mukaan. Tässä leimikossa tuotos oli kaikista suurin.

	Paino, kg Kg/m ³ Aloituspäivä Punnituspäivä	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m ³ (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m ³ (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	260 758 853 ? 28.8.2009	78 ei joukkokäs., yksinpuin	305,5	305,5		28	10,9 karsittua / tehotunti 7,8 karsittua / käyttötunti
Kokopuuta	151 392 900 ? 28.8.2009				168,0	28	6,0 kokopuuta / tehotunti 4,3 kokopuuta / käyttötunti
yhteensä energiapuuta							16,9 m³/tehotunti 12,1 m³/käyttötunti

Leimikko 3:

Samat kuljettajat kuin edellä. Työmaata ei olisi välttämättä tarvinnut raivata ja työmaan korjuukelpoisuus on ollut hyvä. Joukkokäsittelyn arvioitu osuus noin 40 % eli rungoista noin 40% oli karsittu kahden tai kolmen puun nipuissa.

	Paino, kg Kg/m ³ Aloituspäivä Punnituspäivä	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m ³ (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m ³ (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	126 304 600 29.7.2009	53 joukkokäs. 40%	70,0	210,0	0	31	6,8 karsittua / tehotunti 4,9 karsittua /käyttötunti

Leimikko 4:

Samat kuljettajat kuin edellä sekä sama punnitsija. Työmaa oli puhdas ensiharvennusmännikkö, jossa mittaustodistuksesta laskettu karsitun rangan keskipituus on 4,1 metriä. Kuljettajan arvioima joukkokäsittelyn osuus on 10 % ja poistuma on . Aluetta ei ollut raivattu, tarvetta raivaukselle olisi ollut vain paikoin.

	Paino, kg Kg/m ³ Aloituspäivä, Punnituspäivä	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m ³ (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m ³ (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	134 674 904 6.8.2009, 12.8.2009	45 joukkokäs. 10%	148,6	148,9	0	25	6,0 karsittua/tehotunti 4,2 karsittua /käyttötunti

Leimikko 5:

Samat kuljettajat kuin edellä. Tässä puhtaassa männikössä oli raivattu, kuitenkin liian pientä

	Paino, kg Kg/m ³ Aloituspäivä Lopetuspäivä Punnituspäivä	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimatku	Todelliset kar kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta (luovutus- mitta)	Tehotunnit G	Tuntituotos m ³ (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	309 240 750 16.5.2009 10.6.2009 26.6.2009	65 joukkokäs. 70%	281,2	412,3		79	5,2 karsittua / tehotunti 3,7 karsittua / käyttötunti
Kokopuuta	45 517				60,7		0,8 kokopuuta / tehotunti 0,6 kokopuuta / käyttötunti
yhteensä energiapuuta							6,0 / tehotunti 4,3 / käyttötunti

puuta oli jäänyt pystyyn. Paikoin oli myös poistettavan puuston järeys turhan pientä.

Joukkokäsittelyn osuus on arvioitu 70 %:ksi karsitun rangan keskipituuden ollessa 4,2 metriä.

Tällä työmaalla perusteena on ollut vaakamitta, joten mittalistan kuutioista ja litrakoosta ei ole hyötyä.

Leimikko 6:

Maanomistajan raivauksessa oli jäänyt paljon liian pientä puustoa, jonka vuoksi metsä jäi liian tiukaksi.

	Paino, kg Kg/m3 Aloituspäivä Lopetuspäivä Punnituspäivä	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m3 (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m3 (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	? ? ?	63 joukkokäs. 10%	396,8	396,8	0	52	7,2 karsittua / tehotunti 5,2 karsittua /käyttötunti

Yrittäjä B:n tekemät työmaat Ponsse H60-kouralla

Leimikko 7:

Kyseessä oli puhdas mäntyensiharvennus. Joukkokäsittelyä ei ollut käytetty. Työmaata ei ollut raivattu, paikoin olisi ollut tarvetta. Mittaustodistuksen mukaan karsitun rangan keskipituus oli 4,4 metriä.

	Paino, kg Kg/m3 Aloituspäivä Punnituspäivä	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m3 (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m3 (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	60 871 788 27.7.2009 12.8.2009 3.9.2009	43 ei joukkokäs.	77,2	77,2	0	16,48	4,6 karsittua / tehotunti 3,3 karsittua / käyttötunti

Leimikko 8:

Kyseessä oli myös puhdas mäntyensiharvennus. Joukkokäsittelyä oli arvioitu 10 %. Työmaa oli raivattu, mutta liikaa oli jäänyt pikkupuustoa pystyyn, ”tarkempaan tulisi raivata, muuten keskiverto puska”. Mittaustodistuksen mukaan karsitun rangan keskipituus oli 4,3 metriä.

	Paino, kg Kg/m ³ Aloituspäivä Punnituspäivä	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m ³ (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m ³ (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	131 770 801 17.7.2009 3.9..2009	30 joukkokäs. 10%	164,4	164,4	0	44.24	3,7 karsittua/tehotunti 2,6 karsittua / käyttötunti

Leimikko 9:

Kyseessä oli raivattu mänty-koivu-sekametsä, jossa kuusen osuus poistumasta alle 10 %. Joukkokäsittelyä ei käytetty. Leimikosta meni tukiksi ja kuiduksi 27 m³, jotka sisältyvät seuraaviin lukuihin:

	Paino, kg Aloituspäivä, Tulostettu	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m ³ (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m ³ (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	- 24.9.2009 5.10.2009	67 ei joukkokäs.	385,1	385,1	0	51.24	7,5 karsittua / tehotunti 5,3 karsittua/ käyttötunti

Leimikko 10:

Kyseessä oli osin raivattu koivuvoittoinen sekametsä, jossa koivun osuus poistumasta oli 75 %. Raivausta olisi pitänyt tehdä enemmän. Joukkokäsittelyä ei käytetty. Karsitun rangan keskipituus oli myös tässä 4,5 metriä. Leimikosta meni tukiksi ja kuiduksi 12 m³, jotka sisältyvät seuraaviin lukuihin:

	Paino, kg Aloitus, Tulostettu	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m3 (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m3 (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	- 5.10.2009 9.10.2009	55 ei joukkokäs.	190,1	190,1		27.00	7,0 karsittua / tehotunti 5,0 karsittua / käyttötunti

Yrittäjä C:n tekemät työmaat, kone Ponsse Beaver H60-kouralla

Taulukossa käytettyyn jakajaan 1,4, jolla muutetaan tehotunti käyttötunneiksi, kannattaa suhtautua varauksella, sillä siihen vaikuttaa tauot ym. keskeytykset oleellisesti ja ne ovat erilaiset eri henkilöillä. Alle kahden minuutin seisokit sisältyvät tuohon G15-tuntilukuun, sitä pitemmät seisokit eivät ole tehollista aikaa.

Leimikko 11:

Työmaalla raivaus oli jäänyt kesken. Kone odotti raivausta pari päivää. Kyseisen metsurin työmailla on ollut vaihtelevaa laatua ennakkoraivauksessa. Metsä oli koivikko-männikkö, josta kuski A oli puinut karsittua rankaa tunnissa 32 ja kuski B 43 runkoa. Pölkkyjen keskipituus oli 4,5 ja 4,6 m.

	Paino, kg Aloitus Lopetus Tulostettu	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m3 (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m3 (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	?? 7.7.2009 21.7.2009 18.12.2009	48	169,3	191,9		100.12	1,9 karsittua / tehotunti
Kokopuuta					275,7		2,8 kokopuu / tehotunti
yhteensä energiapuu ta							4,7 / tehotunti 3,4 / käyttötunti

Leimikko 12:

Työmaa oli huonosti raivattu ja siten soveltumaton konekohteeksi. Maanomistaja oli raivannut ja jättänyt liian pientä puuta pystyyn. Poistuma leppää/haapaa. Pölkkyjen keskipituus oli 4,1 m ja 4,7 m.

	Paino, kg Aloitus Lopetus Tulostettu	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m3 (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m3 (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	?? 25.8.2009 11.9.2009 18.12.2009	68	322,9	339,1		105.00	3,2 karsittua
Kokopuuta					248,0		2,4 kokopuuta
yhteensä energiapuu ta							yht. 5,6 m3 / tehotunti yht. 4,0 m3/käyttötunti

Leimikko 13:

Leimikko oli kohtuullinen tehtäväksi, puhdas männikkö. Pölkkyjen keskipituus oli 4,4 m ja 4,5 m. Kooltaan leimikot saisivat olla mielellään suurempia kuin 70 kuutiota. Karsitun lepän teko ei tahdo onnistua, koska runko katkeaa.

	Paino, kg Aloitus Lopetus Tulostettu	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m3 (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m3 (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	?? 23.9.2009 25.9.2009 18.12.2009	80	72,4	82,8	0	11.12	7,4 / tehotunti 5,3/ käyttötunti

Leimikko 14:

Leimikko oli raivattu hyvin ammattimetsurin toimesta. Poistuma oli lehtipuuta. Pölkkyjen keskipituus oli 4,3m ja 4,6 m. Yleensä huonoissa kohteissa tekotaksa jää liian pieneksi. Molempien lajien teko pelastaa työmaan kannattavuuden. Hakkuussa näppärin tapa pienemmillä rungoilla on tehdä tyvestä 5 m karsittu ja loppu jää kokopuuksi.

	Paino, kg Aloitus Lopetus Tulostettu	Poistuman litrakoko karsitulla rangalla	Moton karsimat kuutiot	Todelliset karsitut kuutiot (luovutus- mitta)	Kokopuuta m3 (luovutus- mitta)	Tehotunnit G15	Tuntituotos m3 (jakaja 1,4, kun muutetaan käyttötunneiksi)
Karsittua rankaa	?? 5.10.2009 9.10.2009 18.12.2009	60	296,4	418,6		47.48	8,8 / tehotunti
Kokopuuta					23,7		0,5 / tehotunti
yhteensä energiapuuta							9,0 / tehotunti 6,4 / käyttötunti

Yrittäjä D:n työmaat, kone Timberjack 1070 , 754-kouralla

Yrittäjän mielestä työmaat oli välillä raivattu hyvin, mutta suurin osa huonosti- liian paljon oli jätetty pientä alle 4-senttistä puuta, jota joutui koneella raivaamaan. Samalla työmaalla oli erinäköistä raivausjälkeä, kun raivaaja oli vaihtunut. Tekijät olivat usein saman metsäpalveluyrittäjän miehiä. Joukkokäsittelyssä kypälät usein katkovat pienemmän puun, mikä hidastaa. Mutkaisia puita ja leppiä on huono joukkokäsittelällä, koska ne katkeavat karsintavaiheessa helposti. Leppä saisi olla noin 10-senttinen, jotta se kestäisi kunnolla karsia, jäinen leppä tosin kestää paremmin katkeamatta. Lepän yrittäjä tekisi mieluummin kokopuuna ilman karsintaa. ”Ainahan taksoissa olisi kehittämisen varaa varsinkin kokopuukohteilla”. Joukkokäsittelyllä karsitut puut ovat yrittäjällä kokopuukasassa, koska niitä ei voi moton koura mitata. Koura mittaa luotettavasti vain yksittäin syötetyn puun. Omia tuotoksiaan hän ei ollut laskenut eikä myöskään tuntikohtaista ansiotaan. Kokonaisuutena yrittäjä oli suht’ tyytyväinen energiapuuhakkuuseen.

Yrittäjä D on työskennellyt energiapuusavotalla mm. seuraavanlaisilla työmailla: (Luvut ovat yrittäjän ilmoittamat kuutiot, tehotunnit, sekä yksittäin syötetyn puun litrakoko)

Leimikko 15:

karsittua 85,20 m³, kokopuuta 38,70 m³, 73 litraa keskijäreys, 30 h: tuotos 2,8 m³
karsittua/tehotunti, 1,3 m³ kokopuuta/tehotunti, **yhteensä 4,1 m³/tehotunti**,

-Leimikko 16:

karsittua 204,6m³, kokopuuta 179,9m³, 48 litraa, 100h: tuotos 2,1 karsittua, 1,8 kokopuuta,
yhteensä 3,9 m³/tehotunti

-Leimikko 17:

karsittua 150m³, 55 litraa 45 h: tuotos **3,3 m³/tehotunti**

-Leimikko 18:

karsittua 53,2m³, 41 litraa 13 h: tuotos **4,1 m³/tehotunti**

-Leimikko 19:

karsittua 814,5 m³, kokopuuta 379,5, 106 litraa, 135 h, avohakkuu 7,5 hehtaaria: tuotos 6,0
karsittua, 2,8 kokopuuta, **yhteensä 8,8 m³/tehotunti**.