

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Metsätalouden koulutusohjelma

Opinnäytetyö

Markus Mäkinen

**KAIRAKANTOKORJURIN TOISEN KEHITYSVERSION
HEHTAARIKOHTAINEN AJANMENEKKI
KANNONNOSTOSSA**

Työn ohjaaja

Lehtori Jukka Tohu

Työn teettäjä

Matti Markkila, UPM Kymmene Oy

Tampere 2008

Mäkinen Markus. 2008. Kairakantokorjurin toisen kehitysversion hehtaarikohtainen ajanmenekki kannonnostossa. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu, metsätalouden koulutusohjelma. 27 sivua + 7 liitesivua

Työn teettäjä	UPM Kymmene Oy
Työn valvoja	Matti Markkila, UPM Kymmene Oy
Asiasanat	kannonnosto, metsäenergia

TIIVISTELMÄ

Metsäenergian käyttö on lisääntynyt muutaman vuoden aikana rajusti ja sama suuntaus on odotettavissa jatkuvan. Metsäenergiaksi ymmärretään hakkuutähde, pienpuu ja kannot, joista kantojen osuus on kasvanut eniten suhteessa muihin metsäenergian osa-alueisiin. UPM Kymmene Oy:n tavoitteena on lähes kaksinkertaistaa metsäenergian käyttö vuoteen 2010 mennessä vuoden 2005 tasosta. Tämä vaatii sekä korjuupinta-alojen että korjuukaluston määrän kasvattamista. Määrien kasvaessa kustannukset eivät saisi nousta, paremminkin päinvastoin. Tästä johtuen pyritään kehittämään laitteita, joilla korjuu olisi tehokkaampaa ja taloudellisempaa.

Tutkintotyön tavoitteena oli selvittää kairakantokorjurin hehtaarikohtainen ajanmenekki. Ajankäyttötutkimuksen ajanmittaukset suoritettiin kannonnostotyömaalle ennalta muodostetuilta koealoilta joilta oli mitattu perustiedot (mm. pinta-ala, tiheys, jne.). Mukana oli myös työmaa joka oli osittain prosessoitu ennalta, joten siltä työmaalta olevissa koealoissa oli hieman sovellettava jotta kokonaisaika saatiin muodostettua. Kellotettavia tunnuksia olivat pääasiassa yksittäisen kannon porausaika ja nostoaika sekä koealan kokonaisaika; erilaisesta alustakoneesta ja eri kuljettajasta johtuen täysin samanlaisia mittauksia edellisen tutkimuksen kanssa, jossa oli selvitetty aikaisemman kehitysversion hehtaarikohtainen ajanmenekki, oli mahdoton toteuttaa.

Mitattavia koealoja oli riittävästi keskimääräisen hehtaarikohtaisen ajanmenekin määrittämiseksi, mutta esimerkiksi erilaisten työtapojen testaaminen ja mittaaminen jouduttiin tekemään ajokonesimulaattorilla mallintamalla olosuhteiden muututtua epäsoviviksi, toisin sanoen lumen peittäessä maan.

Mäkinen Markus. 2008. Final Thesis. Research on the time use efficiency of the second version kaira stumpliftingmachine. Tampere University of Applied Sciences. Forest education program. 27 pages + 7 appendices

Assigned by UPM Kymmene Oy
Supervisor Matti Markkila, UPM Kymmene Oy
Keywords stumplifting, forest energy

ABSTRACT

Consumption of forest energy is increased significantly. Forest energy include small round wood, branches and stumps. Using stumps for energy is rised more than other part of forest energy. UPM Kymmene Oy aiming to double usage of forest energy. This means more areas and more machines to harvest forest energy. Inceaced usage is not allow cause more costs, that's why company try develop more cost-effective equipments.

Purpose of this study was determine stumpliftingmachine's usage of time per hectare. Measuring of time usage made beforehand created test areas: test areas were marked out and basic data were measured before proper stumplifting.

Alkusanat

Opinnäytetyön aiheen sain Aura Loikkasen 27.9.2007 lähettämän sähköpostin perusteella. Kyseisessä postissa haettiin kannonnostoon liittyvään ajankäyttötutkimukseen tekniikasta kiinnostunutta puunhankintaan suuntautunutta henkilöä. Järjestelyt etenivät nopeasti ja opinnäytetyön aloituskokous pidettiin 15.10.2007 Petäjävedellä UPM Kymmene Oy:n paikalliskonttorilla. Paikalla olivat Matti Markkila (UPM:n yhteyshenkilö), Kalle Seppi (konevalmistajan yhteyshenkilö) ja Jussi Sulasalmi joka teki aikaisemman version ajankäyttötutkimuksen. Haluaisinkin kiittää heitä ja muita henkilöitä jotka ovat mahdollistaneet opinnäytetyön tekemisen, erityisesti Jouni Mäkistä joka toimi koneen kuljettajana mittauksia tehtäessä.

Tampereella 19.5.2008

Markus Mäkinen

SISÄLLYS

1 Johdanto	6
2 Metsäenergian käyttö ja merkitys UPM:lle	7
2.1 Kannonnoston historia Suomessa	7
2.2 Nostomäärien ja alojen kehitys	8
3 käytettävät koneet ja laitteet sekä niiden toimintaperiaatteet	9
4.1 Yleiset kannonnostoa koskevat ohjeet	11
4.2 UPM Metsän kantojen korjuuta koskevat ohjeet	13
5 kairakantokorjurin toiminta	15
5.1 Aikaisemman kehitysversion kuvaus	15
5.2 Nostotyön työjärjestys ja laitteen toimintaperiaate	15
5.3 Nykyisen version kuvaus	16
5.4 Nostotyön työjärjestys ja laitteen toimintaperiaate	17
6 Mittaukset	18
6.1 Aineiston keruu	18
6.2 Koealojen tekeminen Vilppulan leimikolle	18
6.3 Vilppulan työmaan koealat	20
6.4 Koealojen tekeminen Multian leimikolle	21
6.5 Multian työmaan koealat	22
6.6 Eri työvaiheiden ajanmenekin mittaus koealoilta	22
6.6.1 Porausvaiheen koealakohtaisen ajanmenekin mittaus	22
6.6.2 Nostovaiheen koealakohtaisen ajanmenekin mittaus	23
6.7 Ongelmat	23
7 Tulosten tarkastelu	24
7.1 Vertailu aikaisempaan kehitysversioon	24
7.2 Vertailu kaivuri-ajokoneketjuun	25
7.3 Hehtaarikohtaisen ajanmenekin vertailu	25
7.3 Yhteenveto ja kehityskohteet	25
LÄHTEET	28

Markus Mäkinen

1 JOHDANTO

Aikatutkimuksen alkuperäisenä tarkoituksena oli verrata nykyisen kehitysversion hehtaarikohtaista ajanmenekkiä aikaisemman version ajanmenekkiin sekä perinteiseen kaivinkone-ajokone-ketjuun.

Tutkimuksen päätavoitteeksi muodostui selvittää hehtaarikohtainen keskimääräinen ajanmenekki normaalitapauksissa. Tämä tarkoitti käytännössä sitä että koealat oli sijoitettu leimikolle sattumanvaraisesti eikä esimerkiksi leimikon tasaisimmille ja kivettömille paikoille mikä olisi saattanut parantaa tuloksia. Toimenpidekohtaisia aikoja käytettiin nostotyön kokonaiskuvan hahmottamisessa. Näin pyrittiin löytämään osa-alueita jotka kaipasivat jatkokehitystä.

Tutkimuksessa oli mukana mäntyvaltaisia koealoja, vaikkei vielä kovinkaan usein kantoja nosteta lähes puhtaista männiköistä. Näissä koealoissa haluttiin todeta uuden laitteen käyttökelpoisuus männyn kantojen nostossa.

2 METSÄENERGIAN KÄYTTÖ JA MERKITYS UPM:LLE

2.1 Kannonnoston historia Suomessa

Kantoja alettiin nostaa jo 1970-luvulla mutta tuolloin kantopuu oli sulfaattimassan raaka-ainetta. Hieman myöhemmin, ns. öljykriisin aikana kantopuun käyttöä energiantuotannossa kokeiltiin mutta kokeilu jäi lyhytaikaiseksi öljyn hinnan laskiessa.

Metsäteho ja Kajaani Oy toteuttivat yhdessä vuosina 1981 – 1982 tutkimuksia kannonnoston taloudellisuudesta, tuottavuudesta ja työajanmenekistä. Nämä tutkimukset erosivat aiemmista kantopuun hankintamenetelmissä; aikaisemmissa kokeiluissa kannot kuljetettiin puhdistamattomana, kokonaisina tai muutamaaan osaan palasteltuna tehtaalle jatkokäsittelyyn. Näissä Metsätehon ja Kajaani Oy:n laajahkoissa tutkimuksissa kantomurske tuotettiin metsässä ja valmis kantomurske kuljetettiin tehtaalle käytettäväksi. Kannot nostettiin tela-alustaisella kaivinkoneella johon oli asennettu Pallarin kantoharvesteri. Työjärjestys ja työvaiheet olivat tuolloin samantapaista kuin nykyään: kanto irroitettiin maasta, ravisteltiin kivennäismaan irrottamiseksi, suurimmat kannot palasteltiin ja lopuksi kannonpalat kasattiin kuivumaan palstalle. Kuivamisen jälkeen kannot kuljetettiin ajokoneella tienvarteen jossa kannot murskattiin järeän ajokoneen päälle rakennetulla, erityisesti kantojen käsittelyyn suunnitellulla hakkurilla. Valmis kantomurske kuljetettiin autokuljetuksena Kajaani Oy:n voimalaan jossa murskeen ominaisuuksia tutkittiin polttotekniseltä näkökulmalta. (Kuitto 2005.)

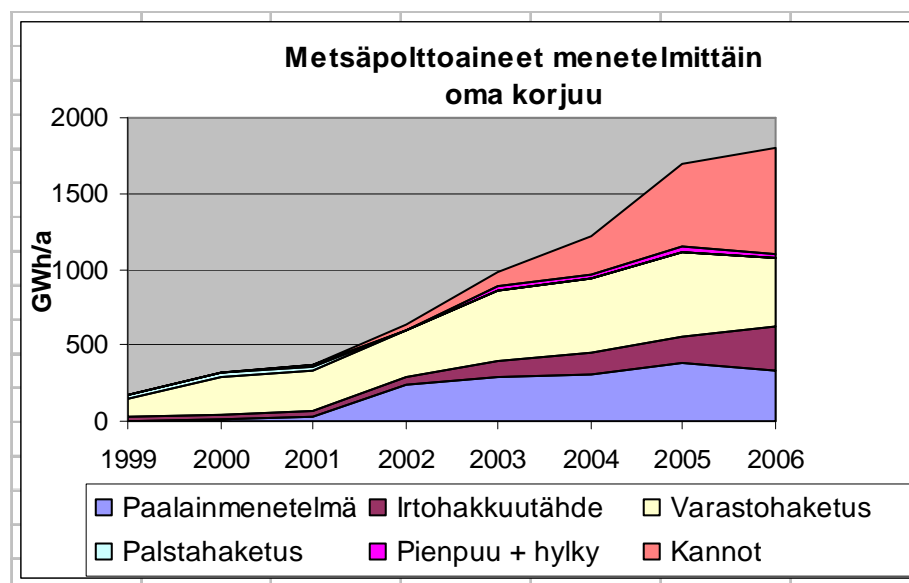
2000-luvun alussa kantoja alettiin nostaa uudelleen energiakäyttöön. Heinäkuussa 2000 UPM Kymmene Oyj aloitti kannonnostokokeet Keski-Suomessa Jyväskylän seudulla. Ensimmäiset kannot nostettiin tavallisella muotokauhalla varustetulla kaivinkoneella. Hieman myöhemmin kokeissa käytettiin ns. kantoharvesteria, jollaista oli käytetty jo 1980-luvun Kajaani-yhtiön kannonnostokokeiluissa. Lähikuljetus tehtiin normaalilla ajokoneella tien varteen jossa kannot murskattiin siirrettävällä mobiilimurskaimella. Kantomurske kuljetettiin UPM:n Kaipolan

Markus Mäkinen

paperitehtaan voimalaitokselle poltettavaksi. Kokeilu kokonaisuudessaan onnistui hyvin ja yhtiö laajensi kannonnostotoimintaansa sekä kehitti nostotekniikoita ja nostolaitteita, mm. siirryttiin käyttämään kantoaharalla varustettuja tela-alustaisia kaivureita. Suuressa mittakaavassa kannonnostoa ja myös hakkuutähteiden korjuuta päästiin toteuttamaan Jämsän ja Oriveden tieosuuden rakentamisen yhteydessä. (Kuitto 2005.)

2.2 Nostomäärien ja alojen kehitys

Kantojen korjuun alettua vuonna 2000 kantoenergian osuus oli marginaalinen. Kantojen energiakäyttö lisääntyi vuosina 2001- 2003 (Kuva 1) kiihtyvällä vauhdilla ja vuonna 2003 UPM Kymmenen Jämsänkosken ja Kaipolan tehtailla tuotettiin 100 GWh energiaa joka on n. 30% tehtaiden metsäpolttoaineilla tuotetusta energiasta. Samana vuonna UPM Kymmenen korjuupinta-ala oli n. 1000 ha. Hehtaarin alalta energiaa saadaan keskimäärin 200MWh, joka vastaa n. 60m³ kantopuuta. Vuonna 2005 pelkästään Jämsänkosken tehdas tuotti 150 GWh energiaa kantomurskeella ja vuoden 2010 käyttötavoite on kolminkertainen eli 450 GWh. (”Metsäenergia on todellinen vaihtoehto”. Metlan sähköinen asiakaslehti 3/2005. <<http://www.metla.fi/asiakaslehti/2005/metsantutkimus2005-3.pdf>>. 8.4.2008. ja ”Kannot hyödyntämätön voimavara”. Puuenergian teknologiaohjelman tuloksia 2/2004. <<http://www.tekes.fi/julkaisut/kannot.pdf>>. 8.4.2008.)



Kuva 1 Kuva UPM:n metsäpolttoaineiden oman korjuun osuuksista

Markus Mäkinen

3 KÄYTETTÄVÄT KONEET JA LAITTEET SEKÄ NIIDEN TOIMINTAPERIAATTEET

Yleisin kantojen nostossa käytetty työkonne on tela-alustainen kaivinkone. Käytössä on työpainoltaan myös alle 20 tonnin kaivinkoneita mutta parhaiten kannonnosto sujuu 20-25 tonnin kaivinkoneella johon on kytketty kantojen nostoon tarkoitettu lisälaitte. ("Bioenergian tuotannon haasteet ja tutkimustarpeet". Metlan työraportteja nro 42.

<<http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2007/mwp042.pdf>>. 8.4.2008.)

Lisälaitteita on toiminnaltaan lähinnä kahdenlaisia: haratyypisiä ja ns. kantoharvestereita. Myös näiden kahden laitetyypin yhdistelmiä on käytössä. Edellä mainitut lisälaitteet on tarkoitettu kaivinkoneeseen mutta näiden lisäksi on kehitetty ns. kantoagregaatteja jotka on tarkoitettu metsäkoneisiin.

Haratyypisissä on yleensä 4-5 piikkiä. Joissakin malleissa on yksi tai useampi piikki muita pidempi, yleensä reunimmainen tai reunimmaisat. Pidempien piikkien avulla kannot voidaan pilkkoa kannon ollessa maassa kiinni. Vaikka läpimitaltaan alle 30 cm kannot olisi mahdollista nostaa kokonaisena, pilkkominen on lähes välttämätöntä puhdistamisen vuoksi. Useimmissa malleissa on jonkinlainen levy maanmuokkausta varten, joko piikkien vieressä tai piikkien takana. Perinteiset kantoharat ovat yksinkertaisia laitteita joissa ei ole liikkuvia osia ja ne toimivat kauhan tavoin. Muutamat valmistajat ovat lisänneet haraan hydraulisen leikkuuterän jolla kannonpalasia voidaan pilkkoa ja puhdistusvaiheessa tarttua kannonpalan putoamisen estämiseksi. Mallit, joissa muokkauslevy on piikkien vieressä, on monesti varustettu kauhankallistajalla muokkauslevyn käytön helpottamiseksi ja maanmuokkauksen laadun parantamiseksi.

Ns. kantoharvesterit muistuttavat järeitä leikkureita tai pihtejä; kanton tartutaan puristamalla "leuat" osittain kiinni samalla kaivinkoneen puomilla nostaen pienemmät kannot irtoaa maasta. Kannon irrottua maasta "leuat" puristetaan kokonaan kiinni jolloin kanto halkeaa. Suuremmat kannot voidaan halkaista kannon ollessa maassa kiinni ja nostaa osissa. Nämä laitteet vaativat alustakoneesta

Markus Mäkinen

vähintään yhden kaksitoimisen hydrauliiikan lisäulostulon. Pääosa laitteista kiinnitetään kaivinkoneen puomiin suoraan ilman pikakiinnikettä, osa pikakiinnikkeen välityksellä ja osa erillisen ”apurungon” avulla.

Kantoharvesterin ja -haran yhdistelmissä on normaaliin kantoharaan verrattuna vähemmän piikkejä, yleensä kaksi, ja kiinteä leikkuuterä on kiinnitetty kaivuupuomiin. Laitetta käytetään nostovaiheessa kantoharan tapaan ja pilkontavaiheessa toiminta vastaa enemmän kantoharvesteria; kanto puristetaan ns. kauhanliikkeellä kiinteää terää vasten jolloin kanto halkeaa.

Kantoagregaattit ovat hydraulisia lisälaitteita jotka nostavat kannon maasta ilman alustakoneen nosturin nostovoimaa. Tämä mahdollistaa kantojen nostamisen metsäkoneilla joissa on rakenteeltaan heikompi nosturi verrattuna kaivinkoneeseen. Kun kantoagregaatti asennetaan kuormakantavaan alustakoneeseen (ajokoneeseen), muodostuu korjuri-tyyppinen konekokonaisuus jolloin on mahdollista tehdä nosto ja lähikuljetus samalla koneella.

Markus Mäkinen

4 SUOSITUKSET

4.1 Yleiset kannonnostoa koskevat ohjeet

Kuivahkot kankaat ja niitä viljavammat kivennäismaat sekä niihin rinnastettavat turvekankaat soveltuvat kantojen korjuuseen kuten taulukossa 1 todetaan.

Kannonnostolla todettu olevan metsähygienisiä vaikutuksia joten tapauksissa joissa uudistusalalla on todettu olevan juurikäpää eikä puulajinvaihto ole mahdollista, on kannonnosto suositeltavaa karuimmillakin kasvupaikoilla.

Kantojen korjuualoilla olevat kekomuurahaisten, nisäkkäiden ja lintujen pesät jätetään koskemattomiksi. Alueella olevia yksittäisiä tuulenkaatoja sekä lahoja maa- ja pystypuita ei korjata energiaksi. Myös niiden vahingoittamista tulisi välttää. Vanhat kannot (edellisissä hakkuissa syntyneet) ja osa tuoreista kannoista suositellaan jätettäväksi, poislukien alueet joilla on juurikäpää.

Vesistöjen ja muiden arvokkaiden elinympäristöt ja niiden suojakaistat jätetään kantojen korjuun ulkopuolelle. Pohjavesialueilta kantoja ei nosteta. Myös kiviset ja kallioiset alueet suositellaan jätettäväksi korjuun ulkopuolelle.

(Hyvän metsänhoidon suositukset)

Markus Mäkinen

Taulukko 1 Eri kasvupaikkojen soveltuvuus energiapuun korjuukohteeksi

Kasvupaikkaluokka	Kannot	Hakkuutähteet
Tuoreet kankaat ja niitä viljavimmat maat	Kyllä	Kyllä
Kuivahkot kankaat	Kyllä	Ei (kantojennostoa olennaisesti haittaava hakkuutähte voidaan korjata)
Kuivat kankaat	Ei (poikkeuksena alueet joilla on juurikäypää)	Ei
Ruoho- ja mustikkaturvekankaat	Kyllä	Kyllä
Karukko- ja puolukkaturvekankaat ja sitä karummat	Ei	Ei
Kallioiset, lohkareiset ja runsaskiviset kasvupaikat	Ei	Ei
Ravinnehäiriöistä kärsivät kasvupaikat	Ei (alueelta voidaan korjata energiapuuta jos metsikön ravinnetasapaino turvataan lannoituksella)	Ei (alueelta voidaan korjata energiapuuta jos metsikön ravinnetasapaino turvataan lannoituksella)
Pohjavesialueet luokat 1-2	Ei	Kyllä

Markus Mäkinen

4.2 UPM Metsän kantojen korjuuta koskevat ohjeet

UPM Kymmene Metsän kantojen korjuuta koskevat ohjeet ovat pääosin yhteneviä Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion ohjeiden kanssa. UPM:n ohjeita on tarkennettu mm. seuraavasti (Kuva 2):

- Jyrkät rinteet jätetään korjuun ulkopuolelle tai vaihtoehtoisesti rinteisiin jätetään nostokatkoja.
- Runsaslahopuustoisilta kohteilta kantoja ei nosteta
- Kosteista painanteista ja kivennäismaan tervemaapainanteista ei nosteta kantoja.
- Korjuualueella olevien elävien puiden ympärille ja ojien varteen jätetään 3m levyinen suojavyöhyke.
- Alueella olevien järeiden runkolahopuiden ympäriltä olevat kannot jätetään korjaamatta.
- Korjuualueelle jätetään kantoja n. 25 kpl/ha (savi- ja silttimaille 50 kpl/ha). Kannot tulisi olla pääosin muita kuin alueella valtapuuna olleen puulajin kantoja, lisäksi läpimitaltaan alle 15 cm kannot jätetään nostamatta.

Ympäristöä ja monimuotoisuutta koskevien ohjeiden lisäksi UPM:n ohjeistuksessa on vaatimuksia korjuukohteelle ja tuotetulle biopolttoaineelle.

Korjuukohteeksi soveltuvalla kohteella ei saa olla korjuuta estävää aluskasvillisuutta. Hakattu puusto tulee olla kuusivaltaista, tiheyden oltava yli 150m³/ha ja koko leimikon tilavuus yli 200m³ kuusipuuta. Metsäkuljetusmatka tulee olla alle 400 metriä.

Itse nostotyö tehdään siten, ettei maanpinta rikkoudu tarpeettomasti; nostotyön jälkeen 35 – 50 % maanpinnasta tulee olla rikkoutumatonta. Kannot pilkotaan läpimitan perusteella; alle 20 cm kannot pilkotaan kahteen osaan ja yli 20 cm läpimitaltaan olevat kannot pilkotaan vähintään neljään osaan. Pilkkominen tapahtuu kannon ollessa maassa kiinni. Kantokuopat pyritään täyttämään karistelemalla irtomaa-aines kannoista takaisin kannon jättämään kuoppaan. Jäljelle jääneet painumat ja syvät kuopata tasataan.

Markus Mäkinen

Nostotyön jälkeen kannot kasataan 1,5 – 2,5 metriä korkeisiin kasoihin. Kasat tulee sijoittaa kohollaan oleviin, kuiviin paikkoihin. Kasan alimmainen kerros tehdään harvaksi että ilma pääsee kiertämään kasan pohjalla. Alimman kerroksen kannot tulee kääntää siten että sahauspinta on alaspäin. Kasauksessa on pidettävä huoli siitä, ettei kivennäismaata kulkeudu kantokasaan.

Maanmuokkaus tehdään yleensä kannonnoston yhteydessä, poikkeuksena alueet jotka tullaan istuttamaan koneellisesti. Muokkaustapa vaihtelee maaston mukaan; kivisemmät kohdat laikutetaan ja kosteat alueet naveromätästetään, yleisimmän muokkaustavan ollessa laikkumätästys. Istutuskohtien määrä vaihtelee puulajeittain, esim. kuuselle istutuskohtia tulee olla 1800kpl/ha. Istutuskohtia tulee olla myös kantokasojen kohdalla eli maa muokataan ennen kantojen kasausta suunnitellun kasan kohdalta.

Ennen kantojen lähikuljetusta kantojen tulisi kuivaa kourakasoissa nostoalueella 2-4 viikkoa. Tämä edesauttaa kantojen puhdistumista lähikuljetuksessa.

Tienvarsivarasto tehdään kuivalle paikalle. Kantokasa saa olla enintään 6 metrin etäisyydellä tienreunasta. Kasa tehdään 5 metriä korkeaksi ja tukevaksi ettei kantokasa kaadu tai lakoa. Varastokasan alta poistetaan aluskasvillisuus, ettei kaukokuljetuksen kuormausvaiheessa kivennäismaata ja muita epäpuhtauksia joudu kantokuormaan. Varastopaikallakin maanpintaa rikotaan mahdollisimman vähän. Kantojen annetaan kuivaa tievarsivarastolla nostokesä ja siitä seuraava kesä.

(Kantojen noston huoneentaulu, UPM:n sisäinen ohje 2007)

Markus Mäkinen



Kuva 2. Kuva UPM:n kantojenkorjuuta koskevista ohjeista.

5 KAIRAKANTOKORJURIN TOIMINTA

5.1 Aikaisemman kehitysversion kuvaus

Kairakantokorjurissa oli kantojen maasta irrottamiseen kaksi piikkiä. Kantojen halkaisuun ja pilkkomiseen laitteessa oli hydraulinen leikkuri joka liikkui piikkejä vasten hara-tyyppisten nostolisälaitteiden tapaan. Leikkurin lisäksi laitteessa oli hydraulimoottorin pyörittämä kartion muotoinen ruuvi. Halkaisuruuvi oli sijoitettu kuljettajan näkökulmasta katsottuna laitteen takapuolelle; laitetta käytettäessä erillinen hydraulisylinteri käänsi joko halkaisuruuvin tai piikki-leikkuri-yhdistelmän työasentoon. Laite oli asennettu Kockums 880-merkkiseen hakkuukoneeseen jolloin koneen puumiin oli jouduttu lisäämään edellä mainittu hydraulisylinteri, kaivinkoneessa kääntö tapahtuisi kauhan sylinterillä.

5.2 Nostotyön työjärjestys ja laitteen toimintaperiaate

Ennen kannon varsinaista nostoa kanto halkaistiin maassa kiinni ollessa. Pienemmät kannot, läpimitaltaan alle 25 cm, voitiin halkaista leikkurilla jolloin halkaisuruuvia ei tarvinnut käyttää. Suuremmat kannot halkaistiin ruuvilla: ruuvi

Markus Mäkinen

käännettiin työasentoon ja asetettiin katkaisupinnan päälle haluttuun kohtaan, yleensä kannon keskelle. Ruuvin kärjen ollessa sopivassa kohdassa laite laskettiin kantoon kiinni ja käynnistettiin hydraulimoottori joka pyöritti ruuvia. Ruuvin porautuessa kantoon ruuvi halkaisi kannon kahteen tai useampaan osaan. Ruuvin tunkeuduttua riittävän syvälle pyörimissuuntaa vaihdettiin jolloin ruuvi irtosi kannosta. Riittävän poraussyvyyden määrittäminen oli täysin kuljettajan varassa; mitään automatiikkaa laitteessa ei ollut. Erityisen suuret kannot, ja jos ensimmäinen poraus epäonnistui, kannatti suuremmat palat porata uudestaan joko katkaisupinnalta tai kannon sivusta.

Kannon pilkkomisen jälkeen kannonpalat nostettiin haramaisilla piikeillä. Tarvittaessa leikkurilla voitiin katkoa juuria tai edelleen halkoa palasia. Maasta irroituksen jälkeen kannonpalaset kasattiin ns. kourakasoihin. Myöskin kasaussvaiheessa leikkuria voitiin käyttää apuna kannonpaloihin tarttumisessa. Palasia puhdistettiin pudottamalla palat mahdollisimman korkealta kourakasoihin. Tämän lisäksi kantoja voitiin pudotella useampaan kertaan maa-aineksen irroittamiseksi ennen kasausta. Kourakasojen lähikuljetus tehtiin normaalilla ajokoneella.

(Sulasalmi 2006)

5.3 Nykyisen version kuvaus

Toinen versio poikkesi rakenteeltaan aikaisemmasta suuresti. Nykyisen version alustakoneena oli keskiraskas ajokone (Timberjack 1410). Uudessa versiossa halkaisuruuvi ja nosto-osa olivat erillisiä laitteita ja leikkuriterä puuttui. Alustakoneena olleeseen ajokoneen puomin ohjaimiin ja hydraulikka-asennuksiin ei tarvinnut tehdä suuria muutoksia; halkaisuruuvin pyörimistä myötä- ja vastapäivään hallittiin kouran kiinni-auki-liikkeellä ja ruuvin kallistusta kouran pyöritys liikkeellä. Ainoa rakenteellinen muutos oli tehty kuormaimen uloimpaan jatkopuomiin joka oli vaihdettu pikakiinnityslevyllä varustettuun puomiin.

Halkaisuruuvi oli samankaltainen kuin aikaisemmassa. Halkaisuruuvin runko kiinnitettiin ajokoneen puomiin pikakiinnityslevyn välityksellä, jolloin normaali koura, riipuke ja rotaattori jäivät tarpeettomaksi. Runko-osassa oli nivel jonka

Markus Mäkinen

ansiosta ruuvia voitiin liikuttaa puomin suuntaisesti kuten aikaisemmassakin versiossa. Pikakiinnityslevyn ansiosta kouran riipuke ja kouran rotaattori puuttui jolloin halkaisuruuvi ei päässyt heilumaan sivusuunnassa (vrt. normaali ajokoneen koura).

Nosto-osa muistutti normaalia ajokoneen puutavarakouraa sillä erotuksella että vain toinen leuka oli liikkuva ja toinen kiinteä. Leukojen muotoilu mahdollisti kannonpalojen puhdistamisen kouran kiinni-auki-liikkeellä.

5.4 Nostotyön työjärjestys ja laitteen toimintaperiaate

Uuden laitteen rakenne vaati kaksivaiheisen korjuun. Myös erityyppinen alustakone mahdollisti normaalista poikkeavan korjuutavan; kannot nostettiin ja lähikuljetettiin samalla koneella. Kantojen lähikuljetusta varten koneen kuormatilaan oli tehty kipattava pohjalevy joka mahdollisti kantokuorman kippaamisen koneen sivulle.

Ensimmäisessä vaiheessa kaikki nostettavat kannot porattiin; nostokourasta puuttui leikkuri jolla pienemmät kannot voitiin halkaista. Paloittelun jälkeen halkaisuruuvien tilalle vaihdettiin nostokoura. Toisessa vaiheessa paloitellut kannot irroitettiin maasta ja lastattiin suoraan koneen kuormatilaan. Lastauksen aikana kouraa avaamalla ja sulkemalla maa-aines saatiin irtoamaan kannonpaloista. Kouralla puhdistamisen lisäksi kannonpalaset ”heitettiin” kuormatilaan jolloin kannonpalat puhdistuivat lisää. Jos poraaminen oli hieman epäonnistunut ja kanto haljennut vain kahtia jolloin kannonpuolikkaaseen oli jäänyt runsaasti maa-ainesta, kannonpuolikkaita ”ravisteltiin” nostokohdan yläpuolella maa-aineksen saamiseksi takaisin kannon jättämään kuoppaan. Kuormatilan täytyttyä kantokuorma käytiin tyhjentämässä tienvarsivarastolle.

Markus Mäkinen



Kuva 3 Kanto porauksen jälkeen

6 MITTAUKSET

6.1 Aineiston keruu

Aineiston keräämiseksi oli käytettävissä kaksi leimikkoa. Leimikot poikkesivat toisistaan melko paljon: ensimmäinen leimikko oli lähes puhdasta kuusikkoa ja toinen puhdasta männikköä. Järjestyksessä ensimmäinen leimikko sijaitsi Vilppulassa, Ruoveden rajan tuntumassa. Toinen leimikko sijaitsi Petäjaveden ja Multian välillä.

6.2 Koealojen tekeminen Vilppulan leimikolle

Koealojen mittaukset ja rajaukset tehtiin ennen nostotyön aloitusta. Koealat olivat pääsääntöisesti 10 m leveitä ja 30 m pitkiä suorakulmioita, muutama pienempi (10 m x 20 m) koeala oli myös mukana. Leveys oli suunnilleen kaistale jonka korjuukone pystyi käsittelemään yhdellä edestakaisella ajokerralla. Pituuden taas määräsi leimikon muoto.

Koealat muodostettiin ja mitattiin samalla tavalla kuin edellisessä ajankäyttötutkimuksessa: sivut mitattiin mittanauhalla ja koealojen kulmat merkattiin kepeillä joiden päässä oli kuitunauhaa, myös koealojen pitkillä sivuilla oli kepit osoittamassa koealan rajaa. Koealojen kannoista mitattiin läpimitta joka

Markus Mäkinen

maalattiin merkkasprayllä leikkauspintaan. Vierekkäisten koealojen kannot merkattiin eri väreillä jotta työn edetessä oli mahdollista erottaa eri koealojen kannot. Lämpimitan lisäksi muistiin kirjattiin puulaji jota kanto edusti. Näiden perustella pystyttiin laskemaan koealan pinta-ala, tiheys (kpl/ha) ja puulajiprosentit.



Kuva 4. Mitattu ja merkattu kanto.

Markus Mäkinen

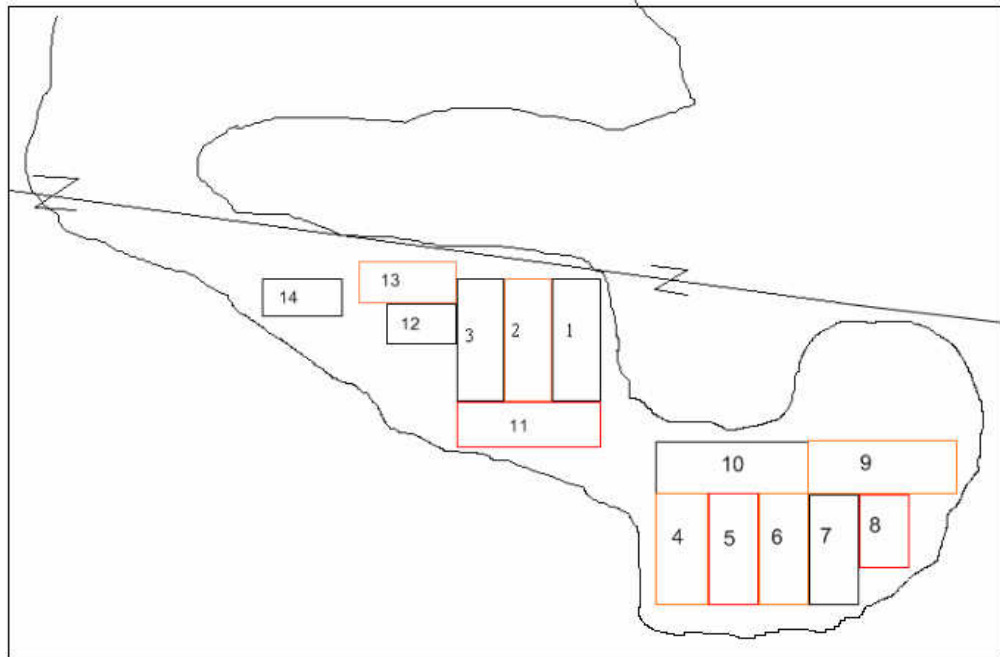
6.3 Vilppulan työmaan koealat

Vilppulan työmaalla oli yhteensä 14 koealaa. Koealojen perustiedot olivat seuraavanlaiset:

Taulukko 2 Vilppulan koealojen perustiedot

Koeala nro	Pinta-ala ha	Tiheys kpl/ha	Pääpuulaji
1	0,03	467	Kuusi
2	0,03	767	Kuusi
3	0,03	567	Kuusi
4	0,03	833	Kuusi
5	0,03	500	Kuusi
6	0,03	467	Kuusi
7	0,03	667	Kuusi
8	0,02	650	Mänty
9	0,03	633	Kuusi
10	0,03	600	Kuusi
11	0,03	467	Kuusi
12	0,02	500	Kuusi
13	0,03	767	Kuusi
14	0,02	750	Kuusi

Markus Mäkinen



Kuva 5 Kartta työmaasta ja koealojen sijoittelusta

6.4 Koealojen tekeminen Multian leimikolle

Petäjäveden ja Multian rajamaastossa sijaitseva leimikko oli erilainen kuin Vilppulan työmaa. Suurin ero oli puulaji: alue oli ollut puhdasta männikköä. Multian leimikolla toimittiin hieman erilaisilla kuin Vilppulassa. Koealojen pinta-ala mitattiin nostotyön jälkeen GPS-laitteella. Muut tunnuksat määritettiin ennen nostotyötä ympyräkoealojen perusteella. Multian työmaalla tehtiin myös muutamia muita kokeiluja, kuten kuljettajan vaikutusta nostotyön ajanmenekkiin niin että eräs kokeneempi kuljettaja kävi nostamassa kantoja yhden päivän ajan sekä pelkkää nostoa että kuormausta.

Tie jakoi alueen kahtia: toisella puolella siemenpuut olivat hakattu edeltävänä kesänä ja toisella puolella tietä siemenpuut olivat vielä hakkaamatta. Lisäksi nostotyön ensimmäinen vaihe, poraus, oli tehty edeltävänä syksynä.

Työmaalla oli yhteensä neljä koealaa: yksi alueella josta siemenpuut oli hakattu, kaksi varsinaista koealaa ja yksi vertailukuljettajan nostama koeala.

Markus Mäkinen

6.5 Multian työmaan koealat

Multian työmaalla oli periaatteessa neljä eri koealaa. Rajaukseen vaikutti kuljettaja, alueen puustoisuus ja ajankohdan lumitilanne; puustoinen alue jaettiin kahtia yöllisen lumisateen takia.

Taulukko 3 Multian koealojen perustiedot

Koeala (nro)	Pinta-ala ha	Tiheys kpl/ha	Pääpuulaji
Puuton alue	0,08	290	Mänty
1	0,764	241	Mänty
2	0,231	407	Mänty
Kuljettaja 2	0,181	282	Mänty

6.6 Eri työvaiheiden ajanmenekin mittaus koealoilta

6.6.1 Porausvaiheen koealakohtaisen ajanmenekin mittaus

Porausvaiheessa mitattiin kantokohtaista aikaa sekä koealan kokonaisaikaa; käytössä oli kaksi sekuntikelloa joista toisella mitattiin kokonaisaikaa ja toisella kantokohtaisia porausaikoja.

Mittauksen alkaessa kone oli käynnissä kuljettajan mielestä sopivassa kohtaa koealaa tai sen rajalla. Poralaitteella varustettu nosturi oli mittauksen alkaessa koneen kuormatilassa; keskellä kuormatilaa ojennettuna vaakasuoraan taaksepäin. Kuljettajan ollessa valmis aloittamaan, hän kytki työ kierrokset ja aloitti työn.

Kokonaisaikaa mittaava kello käynnistettiin koneen tai nosturin lähtiessä liikkeelle ja pysäytettiin koneen ja nosturin pysähtyessä viimeisen kannon porauksen jälkeen. Jos poraustyöhön tuli jokin keskeytys, esimerkiksi letkurikko tai puhelu, kokonaisaikaa mittaava kello pysäytettiin tauon ajaksi ja käynnistettiin uudelleen työn jatkuessa.

Porausaikaa mitattiin toisella kellolla seuraavasti: poran kärjen koskettaessa kantoa tai poran lähtiessä pyörimään kello käynnistettiin ja poran irrotessa kannosta kello

Markus Mäkinen

pysäytettiin. Porausajat olivat melko lyhyitä, ettei niihin osunut taukoja, jolloin kello olisi jouduttu pysäyttämään ja käynnistämään uudelleen.

6.6.2 Nostovaiheen koealakohtaisen ajanmenekin mittaus

Nostovaiheen mittaus suoritettiin samalla tavalla kuin porausvaiheen mittauksetkin, kokonaisajan sekä kantokohtaisten nostoaikojen lisäksi mitattiin kantojen lähikuljetukseen ja kuorman purkamiseen kuluva aikaa.

Mittausten kulku oli hyvin samanlainen kuin porausvaiheen mittauksissa; kokonaisaikaa mittaava kello käynnistettiin koneen tai nosturin lähtiessä liikkeelle ja pysäytettiin kun kuormatila oli tyhjennetty kannonpalasista.

Toisella kellolla mitattiin kantokohtaisia nostoaikoja niin kauan kuin kuljettaja totesi kuormatilan olevan täysi. Kuljettajan lähtiessä varastopaikkaa kohti, mitattiin siirtymiseen kulunut aika ja varastopaikalla mitattiin kuorman purkamiseen kulunut aika. Keskimääräistä kuormakokoa edustavista kuormista mitattiin kehystilavuus ennen kuorman purkua, täksi ajaksi kokonaisaikaa mittaava kello pysäytettiin; keskimääräisestä koosta poikkeavia oli lähinnä koealojen viimeiset kuormat jotka yleensä jäivät vajaiksi. Paluuta koealalle ei erikseen mitattu; maaston tasaisuudesta ja kuorman vähäisestä painosta johtuen paluumatka oletettiin saman kestoiseksi. Koneen ollessa takaisin koealalla nostotyötä jatkettiin, kuormatilan täytyessä käytiin purkamassa kuorma varastopaikalle jne. Tätä jatkettiin niin kauan kunnes kaikki kannot oli nostettu koealalta

6.7 Ongelmat

Vilppulan koealoilla mittauksissa ei ollut ongelmia vaikka välillä tuli kiire ajan kirjaamisessa ja sekuntikellon uudelleen käynnistämisessä. Porausvaiheessa oli mahdollista kirjata jokaista kannosta läpimitta, puulaji ja aika mutta nostovaiheessa läpimittamerkinnän erottaminen oli mahdotonta; välillä puulajikin oli enemmän arvaus kuin tieto.

Multialla ongelmia tuotti kantojen läpimittojen mittaus, poratuista kannosta oli hieman vaikeata mitata läpimittaa mutta kannon osien mittoja yhdistelemällä päästiin mielestäni kohtalaisen oikeisiin tuloksiin.

7 TULOSTEN TARKASTELU

Kaksivaiheisesta nostosta johtuen vertaaminen pelkän nostotyön osalta näytti olevan erittäin hankalaa, lähes mahdotonta; noston yhteydessä kannonpalaset kuormattiin suoraan ajokoneen kuormatilaan. Pilkkomisvaihetta, porausta sen sijaan olisi pystynyt vertaamaan aikaisempaan versioon mutta tätä ei katsottu tarpeelliseksi. Edellä mainituista syistä johtuen tyydyttiin vertaamaan nykyisen version hehtaarikohtaista ajanmenekkiä kaivinkone-ajokone-ketjun hehtaarikohtaiseen ajanmenekkiin. Vertailu aikaisempaan versioon tehtiin soveltaen eri tuloksia, joten tälle vertailulle ei annettu suurta painoarvoa lopullisissa jatkokehitykseen vaikuttaneissa päätöksissä. Tutkimuksessa käytetyn ajokoneen kuormatila oli hieman keskeneräinen tutkimusta tehdessä josta johtuen kuormakoko jäi hieman pieneksi.

Liitteessä 1 on kuvattu keskimääräisiä kantokohtaisia prosessointiaikoja koealoittain, mukana on myös korjattu nostotyön ajankäyttö. Tämä korjaus tarkoittaa noin 20 kannon jättämistä hehtaarille, jätetyt kannot olivat ns. ongelmatapauksia eli niitä, joiden nostamisessa kului eniten aikaa.

Liitteessä 2 olevassa diagrammissa on kuvattu nostovaiheeseen käytetyn ajan jakautumista nostovaiheen eri osa-alueiden kesken lähimpänä keskiarvoa olevalla koealalla. Kyseinen koeala oli nimetty numerosarjalla ”1, 2 ja 3” ja kuvassa oleva sekuntimäärä on kantokohtainen ajankäyttö keskimäärin kyseisellä koealalla.

Liitteessä 3 on esitetty tiheyden merkitystä poraus- ja nostovaiheen ajankäyttöön. Liitteen 4 ympyrädiagrammissa on kuvattu koealalla 14 porausvaiheeseen käytetyn ajan jakautumista eri vaiheiden välillä, kuvassa oleva sekuntimäärä on keskimääräinen kantokohtainen porausaika.

7.1 Vertailu aikaisempaan kehitysversioon

Aikaisemmassa kehitysversiossa nosto- ja ajotyö ovat selvästi eri vaiheita, jolloin kumpaakin vaihetta periaatteessa voitaisiin tarkastella erikseen. Tässä tapauksessa

Markus Mäkinen

on kuitenkin vertailu tehtävä hehtaarikohtaisten kokonaisaikojen välillä koska nykyisessä versiossa ajovaihetta ei pysty selkeästi erottamaan muista vaiheista.

7.2 Vertailu kaivuri-ajokoneketjuun

Perinteisessä kaivuri-ajokone-ketjussa nosto- ja ajotyö on samalla lailla erotettavissa kuin kairakantokorjurin ensimmäisessä kehitysversiossa. Tästä johtuen vertailu on tehtävä samalla lailla kuin versioiden välillä. Nostotyö kokonaisuudessaan eroaa merkittävästi, esimerkiksi porausvaihetta ei ole johtuen kaivurin erilaisesta nostolisälaitteesta. Vertailussa kaivurin lisälaitteena oli hara-tyyppinen lisälaitte.

7.3 Hehtaarikohtaisen ajanmenekin vertailu

Tulosten vertailussa jouduttiin yhdistelemään eri tuloksia jotta saatiin vertailukelpoisia tuloksia: ensimmäisen kehitysversion hehtaarikohtainen ajanmenekki saatiin lisäämällä keskimääräinen lähikuljetusaika nostoaikaan. Liitteessä 6 on ensimmäisen kehitysversion hehtaarikohtainen ajanmenekki ja liitteessä 5 vastaavasti nykyisen versio hehtaarikohtainen ajanmenekki. Liitteiden 5 ja 6 kuvia vertaamalla käy selville versioiden väliset erot. Liitteen 7 taulukossa on esitetty kunkin menetelmän hehtaarikohtaisten ajanmenekkien keskiarvot, kaivuri-ajokone-ketjun mittaustuloksista ei ollut saatavilla muita tietoja kuin kokonaisaika.

7.3 Yhteenveto ja kehityskohteet

Tulosten perusteella mitään merkittävää etua nykyisin yleisesti käytössä olevalle nostoketjulle, jossa nosto- pilkkomis- ja puhdistustyö tehdään sopivalla lisälaitteella varustetulla tela-alustaisella kaivinkoneella ja lähikuljetus suoritetaan täysin muuttamattomalla tai hiukan varustellulla (energiapuukoura ja muutettu/laajennettu kuormatila) ajokoneella, ei saavutettu.

Tulosten vertailussa tuli ilmi monia etuja joita kuitenkin ei voitu ottaa huomioon johtuen konevalmistajan vertailunäkökohdista ja -kriteereistä; vertailu piti olla sellainen että metsäalan koulutusta omaamattomatkin henkilöt saivat käsityksen

Markus Mäkinen

menetelmän eduista ja haitoista eli tulokset piti olla selviä vertailukelpoisia numeroita. Tämä mielestäni oli hieman harmillista koska se sulki pois menetelmän etuja. Joitakin saavutettuja etuja voitiin sisällyttää lopulliseen vertailuun, tällainen oli esimerkiksi yksi koneen lavettisiirtoihin kuluvan ajan vähentäminen hehtaarikohtaisesta ajanmenekistä; yksi siirtohan jää pois kun työmaalle tarvitsee tuoda vain yksi kone aikaisemman kahden koneen sijasta. Muut edut olivatkin enemmän tai vähemmän konkreettisia tai paremminkin mahdollisuuksia.

Tämän lisälaittekokonaisuuden lähtökohtana kun oli ajokoneen perusrakenteisiin tehtävien muutosten vähäisyys ja nopea muunneltavuus, maasto-olosuhteissakin, jolloin ns. suunnittelupöydällä asiaa tarkastellessa voitaisiin tehdä sekä ainespuun että energiapuun, hakkuutähde mukaan luettuna, samalla ajokoneella vaihe toisensa jälkeen. Käytännössä asia ei ole näin yksinkertaista; toki samalla koneella työ voitaisiin tehdä, muttei peräjälkeen yhdellä siirtokerralla, tähän vaikuttaa osaltaan ainespuun hankinnan aikataulutukset ja osaltaan energiapuun laatuun, toisin sanoen kosteuteen ja epäpuhtauksien määrään, vaikuttavat aikamääreet.

Parhaiten mahdollisuus koneen muunneltavuudessa pääsisi oikeuksiinsa ns. laajavastuullisten yrittäjien käytössä, etenkin kun poralaitte on asennettavissa hakkuukoneisiin. Tällöin koko ainespuun korjuuketju olisi muunneltavissa energiapuun korjuuseen. Tämä mahdollistaisi metsäkoneiden ympärivuotisen käytön eikä perinteisiä kelirikkoajan aiheuttamia kuljettajien lomautuksia tarvitsisi tehdä.

Eduista merkittävin on luultavammin ”kyky” nostaa männyn kantoja. Ajankohtana, jolloin mittaukset tehtiin, ei ollut tiedossa toista lisälaitetta tai menetelmää jolla männyn kantojen nostaminen olisi onnistunut yhtä sujuvasti. Muita merkittäviä etuja on pienempi palakoko ja puhtaus. Perinteisen korjuun jäljiltä kannot jäävät suhteellisen isoiksi kappaleiksi. Suuremmasta palakoosta johtuen kuivuminen on hitaampaa, kaukokuljetuksessa kuormat jäävät painon puolesta vajaiksi ja käyttöpaikalla kannot polttokelpoiseksi jalostava murskain toimii heikommalla hyötysuhteella.

Markus Mäkinen

Lisäkehitystä ja -testausta vaativia osa-alueita mielestäni olisi työtapa ja koneen kuormatila. Erilaisia työtapoja yritettiin simuloida ajokonesimulaattorilla mutta se ei mielestäni vastannut todellista työympäristöä. Kuormatilan keskeneräisyys tiedettiin jo ennen mittausten aloittamista joten tämä ongelmakohta on tiedostettu eri tahoilla.

Markus Mäkinen

LÄHTEET

Painetut lähteet

Hyvän metsänhoidon suositukset 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki 2006

Kuitto P-J. 2005. Metsästä polttoaineeksi. Suomen Bioenergiayhdistys ry.

Sulasalmi J. 2006. Kairakantokorjurin hehtaarikohtainen ajanmenekki kannonnostossa. AMK opinnäytetyö, salainen. Seinäjoen ammattikorkeakoulu.

Painamattomat lähteet

Metsäenergia on todellinen vaihtoehto. Metlan sähköinen asiakaslehti 3/2005. Viitattu 8.4.2008. Saatavissa: <http://www.metla.fi/asiakaslehti/2005/metsantutkimus2005-3.pdf>

Kannot hyödyntämätön voimavara. Puuenergian teknologiaohjelman tuloksia 2/2004. Viitattu 8.4.2008. Saatavissa: <http://www.tekes.fi/julkaisut/kannot.pdf>

