

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA 237

METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO
METSÄTYÖTIETEEN TUTKIMUSSUUNTA



TIMO HEIKKA

MAATALOUSTRAKTORIIN KYTKETTÄVÄ
TUIKO-VINTTURI-PROSESSORI AVO- JA
HARVENNUSHAKKUUSSA

HELSINKI 1986

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 237

Metsäteknologian tutkimusosasto

Metsätyötieteen tutkimussuunta

TIMO HEIKKA

MAATALOUSTRAKTORIIN KYTKETTÄVÄ TUIKO -VINTTURI-PROSESSORI

AVO- JA HARVENNUSHAKKUUSSA

SISÄLLYS	Sivu
1. JOHDANTO	3
2. TUIKO P300 -PROSESSORI	4
21. Tekniset tiedot	4
22. Peruskone	7
23. Työmenetelmät	7
3. TUTKIMUSAINEISTO	9
4. TUTKIMUSTULOKSET	10
41. Ajankäyttö ja tuotos	10
42. Kustannusvertailu	16
5. PÄÄTELMÄT	18
KIRJALLISUUS	21
LIITTEET	

ISBN 951-40-0871-5

ISSN 0358-4283

Helsinki 1986. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Maataloustraktori on kaikissa Pohjoismaissa lukumäärältään suurin peruskoneryhmä metsätoissa. Metsäkuljetuksesta hoidetaan Pohjolassa arviolta puolet maataloustraktorilla ja sitä voimanlähteenään käyttävillä laitteilla. Lisäksi sillä on laajaa käyttöä polttopuun tuotannossa. Traktori soveltuu viime vuosien vilkkaan laitekehittelyn ansiosta peruskoneeksi myös koneelliseen puutavaran valmistukseen.

Tältä pohjalta käynnistyi Pohjoismaiden Metsätyöntutkimusneuvoston (NSR) alaisuudessa vuonna 1983 Ruotsin johtamana Parrempi maataloustraktori metsää varten -projekti, joka päättyy vuodenvaihteessa 1986/87. Hankkeen yhtenä tavoitteena on antaa pohjaa sekä välineiden että traktoreiden kehittämislle. Toisaalta pyritään myös löytämään tehokkaampia tapoja hyödyntää nykyistä traktori- ja metsävarustevalikoimaa.

Hankkeen puitteissa on tehty yhteistyötä traktorivalmistajien kanssa etenkin ohjaamon kehittämiseksi metsäkäytön vaatimuksia vastaavaksi. Samoin on tehty yhteistyötä myös laitevalmistajien kanssa. Päävastuu projektissa Suomen osalta on Työtehoseuran metsäosastolla. Metsäntutkimuslaitoksen metsätekniikan tutkimusosasto on aiempien tutkimushankkeidensa pohjalta selvittänyt urakointikäytön koneille asettamia vaatimuksia.

Käsillä oleva tutkimus on osa yhteispohjoismaista projektia. Tutkitun prosessorin korkea hankintahinta edellyttää selvästi jonkinasteista urakointia, joten isännänlinjan koneena sitä ei voida pitää. Laite mahdollistaa tehokkaan vintturinsa avulla vaikeidenkin maastokohteiden korjuun. Harvennushakkuussa on myös mahdollista käyttää huomattavasti tavanomaista leveämpää ajouraväliä.

Tutkimuksen maastotöistä vastasivat MH Antti Maukonen ja mtj. Kari Kautto Metsäntutkimuslaitoksen Suonenjoen tutkimusasemalta. Prosessorin valmistaja, Tuikola Oy Maskusta luovutti traktorin ja prosessorin sekä kahden miehen työryhmän tutkimuksen käyttöön. Miehet eivät olleet tehneet metsätöitä ammatikseen. Osuuskunta Metsäliitto järjesti työmaat.

2. TUIKO P300 -PROSESSORI

21. Tekniset tiedot

Prosessori asennetaan traktorin kolmipistekiinnitykseen (kuva 1). Se on varustettu Normet Oy:n radio-ohjatulla vintturilla. Toimintoja hoidetaan ohjauspaneelista, joka on asennettu prosessorin taakse. Koska prosessoriosa kääntyy peruskoneeseen nähden vain $\pm 30^{\circ}$, voidaan puita ottaa käsiteltäväksi ainoastaan koneen vasemmalta puolelta. Vintturin hydraulikäyttöinen puomi on myös rakennettu vain toiselta puolelta tehtävään vinssaukseen. Vintturin vaijerijarrun ja jykevän puomin avulla puu voidaan laskea hallitusti hydraulimoottoreilla pyöritettävien, metallisten syöttörullien väliin. Karsintanopeus on säädettävissä ohjaussauvan asentoa muuttamalla.

Prosessorissa on sähköinen pituuden mittaus sekä katkaisukohdan automaattinen esivalinta. Sekä karsintaterien että syöttörullien puristusvoima on säädettävissä syöttönopeudesta riippumatta.

Hydraulisia tukijalkoja on kaksi, joista oikeanpuoleinen, pinon puolelle jäävä jalka liikkuu teleskoopin tapaan. Kääntyvä jalka jäisi pölkkyjen alle ja häittäisi työpisteestä toiseen siirtymistä.



Kuva 1. Tuiko P300 harvennusleimikossa.

Puut katkotaan ketjusahalla, jota työturvallisuuden parantamiseksi käytetään kahdella, ohjauspaneelin eri laidoilla sijaitsevalla vivulla. Saha on lisäksi varustettu ajastimella. Turvallisuutta lisää myös se, ettei vetorullia saa pyörimään sahausvaiheen aikana.

Tuiko P300:ssa on 2 omaa hydraulipumppua, öljysäiliö ja öljynlauhdutin. Hydrauliventtiileitä ohjataan traktorin tuottamalla sähkövirralla. Seuraavassa on esitetty numerotietoja prosessorin tekniikasta. Suluissa olevat luvut ovat aikatutkimuksessa mukana olleesta koneesta.

Paino		1 750 kg
Pituus		2 600 mm
Leveys kuljetusasennossa	(2 400)	2 050 mm
Korkeus		1 950 mm
Suurin karsintaläpimitta		250 mm
Suurin karsintanopeus		4 m/s
Proessoriosan kääntyvyys		+ 30°
- " - kallistuvuus		+ 15°
Vintturin vetovoima		1 500 Nm
Vaijerin pituus		40 m
- " - halkaisija	(8)	10 mm
Hydrauliikassa vakio painejärjestelmä;		
tuotto		150 dm ³ /min
paine		210 bar

Tutkimuksen jälkeen koneen proessoriosan kallistusvoimaa lisättiin suurentamalla kääntökehän halkaisijaa ja kallistus-sylinterin kokoa sekä muuttamalla sylinterin sijoitusta. Tämä helpottaa karsintaa rinteissä ja tiheissä harvennusmetsissä.

Koneeseen tehtiin myöhemmin vielä muita pienemmäjä muutoksia. Esimerkiksi ohjauspaneelissa muutettiin merkkivaloja ja pituusmittarin asentoa. Erillinen nollausvipu jätettiin pois ja pituusnäytön nollaus siirrettiin oikean käden sahausvivulla tehtäväksi.

Proessorin ohjauspaneeli voidaan helposti siirtää traktorin ohjaamoon. Tämä mahdollistaa puiden syöttämisen traktorin katolle asennetulla hydraulikuormaimella.

Vintturilla varustetun prosessorin hinta oli keväällä 1986 170 000 mk.

22. Peruskone

Laitteen suuri paino ja painavimpien komponenttien sijainti kaukana traktorin taka-akselista edellyttävät peruskoneelta melko suurta massaa ja riittävää etupainoisuutta. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että traktorin on oltava nelivetoinen. Pienimmillä traktoreilla tarvitaan vielä lisäpainot edessä.

Tutkimuksessa prosessori oli kytketty Volvo BM Valmet 605-4 GL -nelivetotraktoriin. Sen omapaino vakiokunnossa on 3940 kg, josta etuakselille tulee 41 % ja taka-akselille 59 %. Moottori on 3-sylinterinen, ahdettu nelitahtidiesel, jonka suurin teho on 53 kW.

Hydraulikäyttöisellä pikavaihteella portaita on 16 eteen ja 8 taakse. Puutavaran korjuussa, esimerkiksi hydraulikuormainta tai prosessoria käytettäessä, olisi eduksi vielä nykyistäkin hitaampi siirtymismahdollisuus työpisteestä toiseen, alle 2 km/h moottorin normaalilla käyntinopeudella.

Edullisen painonjakauman lisäksi Volvo BM Valmet -traktorin käyttökelppoisuutta erilaisissa metsätöissä parantaa omaperäisen runkorakenteen ansiosta aikaansaatu tasainen ohjaamon lattia sekä GL-malleissa 180^o kääntyvä kuljettajan istuin.

23. Työmenetelmät

Harvennusleimikoissa kone liikkuu ajourilla, joiden etäisyys voi vintturin ansiosta olla suurempi kuin tavanomaisissa korjuumenetelmissä, joissa puutavara kasataan miestyönä ajouran varteen tai metsätraktorin kuormaimen ulottuville, ns. vyöhykkeelle. Teknisesti on mahdollista karsia puut myös latva edellä. Huomattavasti juohevammin vinssaus ja karsinta kuitenkin sujuvat tyvi edellä.

Koska koneen prosessoriosa ei käänny ympäri, voidaan puita vinssata vain koneen vasemmalta puolelta. Samaa ajouraa on siis ajettava kahteen suuntaan, jotta kaikki kaadetut puut voidaan käsitellä. Tiheissä ja poistumaltaan suurissa leimikoissa, etenkin kuusikoissa, prosessoriosan ympärikäntymättömyydestä ei ole haittaa. Niissä yhteen työskentelypisteeseen kertyy jo muutaman rungon karsinnan jälkeen niin paljon oksia, että työskentely vaikeutuu. Pinojen päälle ja pölkkyjen sekaan jäädessään oksat haittaavat myös jatkokuljetusta. Jos leimikko sen sijaan on harva, mahdollisuus käsitellä puita koneen kummaltakin puolelta vähentäisi siirtymisiä ja työmaa-ajoa.

Koska hydraulisaha katkaisee rungon traktorin oikean takapyörän kohdalta, on konetta ajettava aivan uran oikeata laitaa, jotta puutavara ei jäisi liian keskelle uraa ja hidastaisi metsäkuljetusta. Tultaessa samaa uraa takaisin suojaavat aiemmin karsittujen puiden oksat reunapuiden juuria ja maaperää.

Prossoria voi käyttää joko yksin tai kahden miehen työryhmällä. Koska koneen hankintahinta on korkea, puiden kaatamisen prosessoinnin yhteydessä on tuskin taloudellisesti kannattavaa. Niin meneteltäessä yksikkökustannukset nousevat jyrkästi koneen kapasiteetin vajaakäytön vuoksi etukäteen tehtyyn kaatotyöhön verrattuna. Norjassa tehdyissä kokeissa Tuiko P300:n tyyppisellä, hinnaltaan lähes puolet halvemmalla koneella nousi yksikkökustannus yhden miehen työryhmällä 69 %, kun puita ei oltu kaadettu etukäteen, vaan kaato jätettiin koneenkäyttäjän tehtäväksi (Krogstad 1985).

Jos traktori on varustettu hydraulisella kattokuormaimella, voidaan puiden syöttö ja prosessointi hoitaa ohjaamosta sinne sijoitetun ohjauspaneelin avulla. Riittävän kapealla ajouravälillä toimittaessa kykenee koneenkäyttäjää yksin, ilman

vintturin apua syöttämään ja prosessoimaan puut. Erityisesti pakkaskaudella voidaan koneella käytännön kokemuksen perusteella parhaiten syöttää puita latva edellä. Käsittelyä latva edellä edesauttaa myös kuitupuun katkomisen pitkäksi, yli 3 metriseksi. Hydraulikuormaimesta on apua myös käytettäessä prosessoria vintturin kanssa. Hakkuutähteiden siirtely helpottuu, ja samassa työpisteessä voidaan käsitellä useampia puita. Kahden miehen ryhmällä toimittaessa voi koneenkäyttäjä syöttää kuormaimen ulottuvilla olevia puita kuormaimella toisen miehen samanaikaisesti vinssatessa.

Tässä tutkimuksessa konetta käytettiin etukäteen kaadettujen puiden käsittelyyn ilman traktoriin asennettua kuormainta. Työtä tehtiin kahden miehen ryhmällä. Toinen miehistä käytti vintturia, toinen prosessoria ja traktoria. Työnteko olisi sujunut paremmin, jos miehet olisivat voineet joustavasti vaihtaa työtehtäviä keskenään. Vinssaus, varsinkin vaijerin ulosveto lumisessa metsässä on liian raskas työvaihe yhden miehen jatkuvasti tehtäväksi.

Konetta käyttäneet miehet eivät olleet saaneet koulutusta metsätyöhön, vaan työskentelivät laitetta valmistavan konepajan palveluksessa. Tutkimuksen konetta he olivat käyttäneet noin 2 kuukautta ennen kokeiden aloittamista.

3. TUTKIMUSAINEISTO

Konetta seurattiin sekä avohakkuu- että harvennustyömaalla. Harvennusleimikossa, jonka pinta-ala oli 1,9 ha ja maastoluokka 1, oli hakkuun jälkeinen runkoluku 750 kpl/ha, josta 95 % oli kuusta. Keskimääräinen ajouraväli oli 26 m ja lumen syvyys 20 cm. Avohakkuualueen pinta-ala oli 1,2 ha, ajouraväli 24 m ja lumen syvyys 30 cm. Maastoluokka oli suurimmalla osalla aluetta 1. Kaltevuuden vuoksi osa aluetta edusti luokkaa 2.

Taulukko 1. Koetyömailla käsitellyn puuston rakenne ja määrä.

Puulaji	Oksaisuus- luokka		Runkoluku, kpl		Rungon koko, dm ³		Kertymä, m ³		Yht.
	Avoh.	Harv.	Avoh.	Harv.	Avoh.	Harv.	Avoh.	Harv.	
Mänty	2	1	262	58	254	247	66,6	14,2	80,0
Kuusi	3	4	527	326	135	323	71,1	105,2	176,3
Koivu	2	2	9	10	105	102	0,9	1,0	1,9
Kaikki	-	-	798	394	175	306	138,6	120,4	259

Tiedot leimikoilla Tuiko P300 -prosessorilla käsitellystä puustosta on esitetty taulukossa 1. Kokonaispuumäärä oli 259 m³ ja 1192 runkoa. Harvennusleimikolla kuusen osuus tilavuudesta oli 87 %, männyn 12 % ja koivun 1 %. Avohakkuutyömaalla vastaavat osuudet olivat 48, 51 ja 1 %. Havupuiden rungon keskitilavuus oli molemmilla työmailla melko suuri maataloustraktorikäyttöiselle prosessorille. Kuitupuu katkottiin 3-metriseksi.

Harvennusleimikossa konetta seurattiin työhön kuulumattomat keskeytykset poisluettuina yhteensä 19 tuntia ja avohakkuulla 22 tuntia.

4. TUTKIMUSTULOKSET

41. Ajankäyttö ja tuotos

Sekä avohakkuu- että harvennustyömaalla käytettiin seuraavaa työaikajaottelua:

Siirtyminen = Siirtyminen alkaa prosessoriosan irrotessa maasta ja päättyy, kun prosessori seuraavassa työpisteessä lasketaan alas.

Valmistelu = Valmistelu pitää sisällään koneen toimintakuntoon saattamisen uuteen prosessointipisteeseen saatuttaessa. Traktori lukitaan paikoilleen, moottorin kierrosluku nostetaan työskentelykierroksille ja tukijalat lasketaan alas.

Hakkuutähteiden siirtely = Oksien ja latvusten poisto vintturin edestä ennen vinssauksen aloittamista.

Vaijerin ulosvienti = Ajanmenekki kirjattu ylös erillisenä työvaiheena vain silloin, kun prosessori ei tee muita työvaiheita. Päättyy, kun sakset on kiinnitetty puuhun.

Vinssaus = Alkaa puun lähtiessä liikkeelle vintturin vaijeria sisään vedettäessä ja päättyy puun pysähtyessä prosessorin luona.

Vinssauksen keskeytykset = Esim. vinssaustaakan juuttuminen, traktorin siirto kesken vinssauksen tai teknisen vian ilmeneminen vintturissa.

Puun asettelu prosessoriin = Vinssauksen jälkeen puu nostetaan lyhyellä vintturin puomilla syöttörullien yläpuolelle, lasketaan rullien väliin, juontosakset irrotetaan ja tyvi ajetaan katkontaa varten merkittyyn aloituskohtaan.

Karsinta ja katkonta = Alkaa puun lähtiessä varsinaista karsintaa varten liikkeelle ja päättyy latvan katkaisuun.

Keskeytykset karsinnassa ja katkonnassa = Itse prosessin aikana esiintyneet keskeytykset, esim. syöttörullien juuttuminen paikoilleen tai koneessa ilmenevä tekninen vika.

Koska prosessorin hydraulikkajärjestelmä on monipuolinen voidaan hydraulitoimista vintturia käyttää samanaikaisesti karsinnan ja katkonnassa kanssa. Työn seuranta oli kuitenkin

mahdollista yhden työntutkijan voimin prosessorin käyttäjän hoitaessa lisäksi vintturin sisäänkelaustoimintoa. Ainoastaan vaijerin ulosviennin aikana kone teki usein muita työvaiheita. Tämän vuoksi vaijerin vienti ja kiinnitys vinssattavaan puuhun on merkitty omaksi työvaiheekseen vain silloin, kun muita työvaiheita ei ollut käynnissä.

Siirtyminen ajouralla työpisteestä toiseen vei avohakkuussa vajaan kymmenesosan käyttöajasta ja harvennuksessa pidempien siirtymismatkojen sekä työskentelyä hidastavien puiden vuoksi selvästi enemmän, runsaan kuudenneksen (taulukko 2).

Taulukko 2. Puukohtaisen käyttöajan jakautuminen työvaiheittain kahden miehen työryhmällä.

Työvaihe	Osuus käyttöajasta			
	Harvennus		Avohakkuu	
	cmin	%	cmin	%
Siirtyminen	50	19	16	10
Valmistelu	27	10	9	6
Hakkuutähteiden siirtely	25	10	21	14
Vaijerin ulosvienti	14	5	13	8
Vinssaus	42	16	28	18
Vinssauksen keskeytykset	17	7	6	4
Puun asettelu prosessoriin	23	9	18	12
Karsinta ja katkonta	50	19	37	24
Karsinnan ja katkonnan kesk.	13	5	6	4
Yhteensä	261	100	154	100

Uuteen työpisteeseen saavuttaessa koneen valmistelu toimintakuntoon vei avohakkuussa suhteellisesti vähemmän aikaa. Syyinä oli puiden pienempi koko, jonka vuoksi hidastoimiset, hydrauliset tukijalat voitiin usein jättää ylös kuljetusasentoon puita käsiteltäessä.

Hakkuutähteiden siirtelyn ajanmenekki oli avohakkuussa selvästi suurempi kuin harvennustyömaalla, vaikka harvennuksessa kuusen osuus runkoluvusta sekä keskimääräinen rungon koko olivat suurempia. Tämä johtui yhdessä työpisteessä käsiteltyjen puiden lukumäärästä, joka oli avohakkuussa (6,3) kolminkertainen harvennukseseen (2,1) verrattuna.

Suurelta osin samasta syystä ei vaijerin ulosviennin aikana ollut harvennuksessa muita toimintoja käynnissä ja työvaiheen osuus on hieman suurempi kuin avohakkuussa.

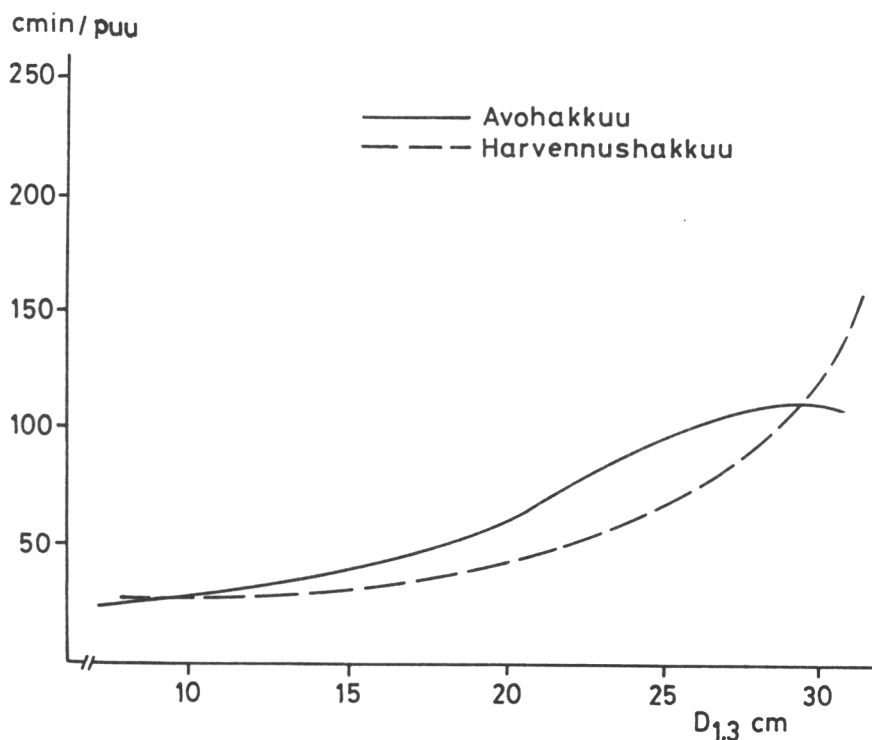
Vinssaus, puun veto vaijerilla prosessorin luo, sujui harvennuksessa nopeudella 0,4 m/s ja avohakkuussa nopeudella 0,6 m/s. Keskimääräinen vinssausetäisyys oli kummassakin noin 10 m.

Vintturin vetovoima on niin suuri, että halkaisijaltaan 8 mm:n vaijeri jouduttiin suurimpia puita vinssattaessa sattuneiden katkeamisten vuoksi vaihtamaan 10 mm:een.

Puun asettelu prosessorin syöttörullien väliin sujuu samalla nopeudella rungon koosta ja hakkuutavasta riippumatta. Karsinnan ja katkonnan ajanmenekki oli harvennuksessa suuremman rungon keskikoon vuoksi kolmanneksen suurempi kuin avohakkuussa.

Karsinnan ja katkonnan tehoajanmenekit havupuilla kummallakin työmaalla on esitetty rinnankorkeusläpimitan funktiona kuvassa 2. Havupuiden kesken ei karsintanopeudessa ollut eroa. Koivurunkojen karsintaa ei niiden vähäisen lukumäärän vuoksi voitu vertailla havupuihin. Avohakkuussa karsintaan kului suuremman rungon pituuden vuoksi jonkin verran enemmän aikaa kuin harvennuksessa.

Prossessorin kapasiteetti on niin suuri, ettei työn hidastuminen teknisistä syistä pudota karsinnan ja katkonnan tuotosta vielä rinnankorkeudelta 30 cm:n ja tilavuudeltaan 700–800 dm³:n puita käsiteltäessä. Koska jäävän puuston varominen kuitenkin hidastaa suurten puitten täysipainoista, yhtäjaksoista syöttämistä, kasvaa yli 25 cm:n kuusten ajanmenekki harvennuksessa jyrkästi.



Kuva 2. Karsinnan ja katkonnan tehoajanmenekki havupuilla rinnankorkeusläpimitan funktiona.

Sekä vinssauksessa että karsinnassa ja katkonnassa sattuneet keskeytykset on eritelty taulukossa 3. Lyhyet keskeytykset aiheutuivat vinssauksessa usein juontosaksien irtoamisesta. Työn huono suunnittelu, lähinnä kaatosuunnan epäonnistunut valinta, synnytti myös lyhyitä keskeytyksiä vinssaukseen, kun traktoria jouduttiin siirtämään kesken puun urallevedon. Pidemmät, yli 15 min keskeytykset syntyivät juontovaijerin katketessa. Prosessoinnissa lyhyitä keskeytyksiä aiheuttivat teräketjun irtoaminen ja traktorin siirto kasvavien puiden vaurioitumisen estämiseksi. Harvennusleimikossa yli 15 min keskeytyksiä aiheutui hydraulikkajärjestelmän venttiileissä ilmenneiden säätöongelmien vuoksi.

Prosessoria käytettiin ensimmäisen työmaan aikana kerran korjauspajalla em. ongelmien vuoksi ja kerran vaijerin ohjauspyörän halkeamisen vuoksi.

Taulukko 3. Keskeytysten jaottelu.

Keskeytyslaji	Avohakkuu		Harvennus		Yht. cmin
	kpl	cmin	kpl	cmin	
Alle 1500 cmin					
Vinssauksessa	53	94	62	106	11554
Prosessoinnissa	26	185	16	163	7418
Yhteensä	79	9792	78	9180	18972
Yli 1500 cmin					
Vinssauksessa	2	4729	3	2496	16946
Prosessoinnissa	-	-	2	2630	5260
Yhteensä	2	9458	5	12748	22206
Yhteensä	81	19272	83	21905	41178

Kahden miehen työryhmällä tutkimustyömailla saavutetut tuotokset on esitetty taulukossa 4. Teknisten keskeytysten suurempi osuus harvennustyömaalla piti tuotantoaikatuotoksen huomattavasti suuremmasta rungon koosta huolimatta lähes samana kuin avohakkuussa. Käyttö- ja tehotuntituotokset olivat harvennuksessa puolestaan 10 % suurempia lähes kaksinkertaisen rungon keskikoon ansiosta, jonka vaikutus oli harvennuso-losuhteiden tuotosta alentavaa vaikutusta suurempi. Tehotunnissa runkoja käsiteltiin avohakkuussa 41 ja harvennuksessa 26 kappaletta.

Taulukko 4. Tuntituotokset tutkimustyömailla.

Tuotoslaji	Avohakkuu m ³ /h	Harvennus
Tuotantoaikatuotos 1)	6,30	6,40
Käyttötuntituotos 2)	6,64	7,22
Tehotuntituotos 3)	7,22	7,95

- 1) ei sisällä työhön kuulumattomia keskeytyksiä
- 2) -- " -- eikä yli 15 min. kesk.
- 3) ei sisällä mitään keskeytyksiä

42. Kustannusvertailu

Tuiko P300 -vintturi-proessorin kustannusten vertailemiseksi muihin korjuuvaihtoehtoihin tutkimuksen harvennustyömaalla laskettiin ensin tuntikustannus peruskoneelle kuljettajineen sekä erikseen prosessorille. Liitteessä 1 on uuden traktorin ja miehen, liitteessä 2 käytetyn traktorin ja miehen tuntikustannus. Itse prosessorin tuntikustannuksiin (liite 3) ei ole sisällytetty lainkaan palkkakustannuksia, jotta pelkän agregaaatin esitetyillä perusteilla laskettu tuntikustannus olisi helpommin käytettävissä mahdollisissa muissa vertailuissa, joissa pohjana saattaa olla toisenlainen työnjärjestely. Tutkimuksen harvennustyömaalla apumiehen tuntikustannus sosiaalikuluneen (25,77 + 12,50) on kuitenkin vielä lisättävä kokonaiskustannuksiin.

Toimittaessa uudella traktorilla tulee käyttötuntikustannukseksi kaikkiaan 206,71 mk ja käytetyllä, hyväkuntoisella traktorilla vastaavasti 197,61 mk. Harvennustyömaalla saadaan näin prosessoinnin yksikkökustannuksiksi 27,37 - 28,63 mk/m³ traktorivalinnasta riippuen.

Taulukko 5. Korjuun yksikkökustannus manuaaliseen hakkuuseen sekä kuormainprosessoriin perustuviin korjuuketjuihin verrattuna tutkimuksen harvennusleimikossa.

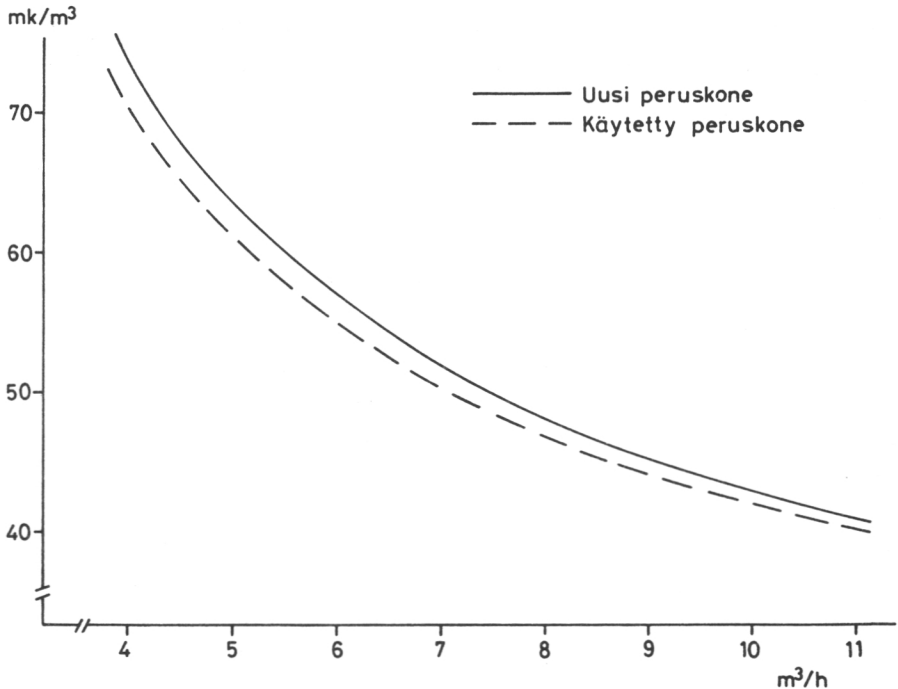
Korjuun vaihe	Tuiko P300		Miestyö	Kuormainprosessori
	Uudessa traktorissa	Käytetyssä traktorissa		
	mk/m ³			
Erilliskaato	4,02	4,02	-	4,02
Kaato + puutavaran valm.	-	-	27,45	-
Puutavaran valmistus	28,63	27,37	-	22,14
Lähikuljetus	18,55	18,55	19,77	18,55
Korjuu yhteensä	51,20	49,94	47,22	44,71
Suhteellinen kustannus	108	106	100	95

Taulukossa 5 vertaillaan tutkitun korjuuketjun kustannuksia sekä miestyönä tehdyn korjuun että kuormainprosessoriin perustuvan korjuuketjun kustannuksiin tutkimuksen harvennustyömaalla. Manuaalisessa hakkuussa puutavara on kasattu ajouran keskiviivalta 3-10 metrin vyöhykkeelle ja ajourien välinä on käytetty 30 metriä. Lähikuljetusmatka on kaikissa vaihtoehdoissa 300 metriä. Puutavaran metsäkuljetusmaksujen (1985) mukaista pitkäpuomilisää käytetään ainoastaan miestyön jälkeisessä ajossa. Hakkuun kustannuksiin ei sisälly Metsä- ja uittoalan työehtosopimuksen (1984) mukaisia hakkuun lisätöitä, kuten kasojen tai pölkkyjen merkitsemistä. Kuormainprosessorin kustannukset on saatu Puutavaran valmistusmaksuista monitoimikoneille (1985).

Halvin korjuuvaihtoehto tutkimuksen harvennusleimikossa olisi ollut puutavaran valmistus kuormainprosessorilla miestyönä tehdyn kaadon jälkeen. Kalleimmaksi korjuun työmaakohtainen yksikkökustannus muodostui Tuiko P300 -vintturi-prosessorilla. Miestyöhön verrattuna kustannukset ovat 6-8 % korkeammat peruskonevalinnasta riippuen ja kuormainprosessoriin verrattuna vastaavasti 12-15 % korkeammat.

Tutkimuksen harvennustyömaalla ei puiden kaatosuuntaa oltu aina valittu vinssauksen ja prosessoinnin kannalta parhaalla tavalla. Lisäksi Tuiko P300:a käyttäneen työryhmän kokemus metsätyöstä oli hankittu vain kyseisen koneen koekäytössä. Tämän vuoksi on syytä olettaa, että käyttötuntituotos on ammattimaisessa käytössä jonkin verran korkeampi kuin tutkimuksessa.

Kuvassa 3 on esitetty koko korjuuketjun yksikkökustannuksen riippuvuus Tuiko P300:n käyttötuntituotoksesta tutkimuksen harvennusleimikkoa vastaavissa olosuhteissa. Käytetyllä traktorilla toimittaessa vastaa yksikkökustannus miestyön kustannuksia 8 m^3 :n käyttötuntituotoksella ja kuormainprosessorin kustannuksia 9 m^3 :n tuotoksella.



Kuva 3. Tuiko P300 -vintturi-prosessoriin perustuvan korjuuketjun yksikkökustannus käyttötuntituotoksen funktiona.

5. PÄÄTELMÄT

Tuiko P300 -vintturi-prosessori on yksi monista 1980-luvulla kehitetyistä maataloustraktoriin kytkettävistä monitoimikoneista. Näistä ainoastaan ruotsalaisessa Vimek G30:ssä on myös vintturi. Muut traktorikäyttöiset prosessorit edellyttävät peruskoneen varustamista kourakuormaimella (Hakki 350, Pika 350 ja 450 sekä ruotsalainen Ilsbo 3020).

Kuormaimen pidempiaikainen yhtäjaksoinen käyttö puolestaan asettaa ohjaamolle lisävaatimuksia. On voitava istua taaksepäin ergonomisesti hyväksyttävässä asennossa. Etenkin kuormaimen hallintalaitteiden sijoittelun ja näkyvyyden taaksepäin on oltava riittävän hyviä ammattimaista käyttöä ajatellen.

Vintturilla varustetun koneen käyttäjä työskentelee suurimman osan ajasta ulkona, traktorin ja prosessorin takana. Tämän vuoksi ohjaamon ei tarvitse soveltua taaksepäin istuen työskentelyyn. Tuiko P300:n ohjauspaneeli voidaan asentaa myös traktorin ohjaamoon, jolloin prosessoria voidaan käyttää sisällä istuen. Vintturia ei voida kuitenkaan hoitaa ohjaamosta. Siksi vintturia jatkuvasti käytettäessä tarvitaan kuljetajan lisäksi apumies, vaikka traktoriin olisi hydraulinen kuormain asennettukin.

Tuiko P300:n käyttömahdollisuuksia rajoittavat korkean hankintahinnan lisäksi suuri paino ja kaukana taka-akselista sijaitseva painopiste. Liian kevyellä traktorilla joudutaan etupainoista huolimatta nousemaan loiviakin rinteitä peruuttamalla. Tutkimuksessa selvittiin kevyehköllä traktorilla sen hyvän painonjakauman ja helpon maaston ansiosta.

Prossessorin syöttönopeus on suuri, tutkimuksessa parhaimmillaan yli 4 metriä sekunnissa. Tästä huolimatta karsintajälki on erinomainen karsintaterien hyvän muotoilun ja syöttönopeudesta riippumatta säädettävissä olevan terien puristusvoiman ansiosta.

Kokonaisuutena Tuiko P300 toimi erittäin luotettavasti tutkimustyömailla, joilla valmistettiin puutavaraksi noin 1200 runkoa. Kokeiden jälkeen koneeseen ei ole tehty mitään merkittäviä muutoksia.

Harvennusleimikossa syntyneitä puustovaurioita ei inventoitu. Työntutkija teki kuitenkin huomioita vaurioista aikatutkimuksen yhteydessä. Prosessoria käytettäessä kolhiintumisia ei juurikaan havaittu. Vaurioiden määrä näyttäisikin olevan samaa suuruusluokkaa kuin pelkässä vinssauksessa. Samaan johdopäätökseen tuli myös Hedman (1984) Vimek-prosessoria tutkiessaan.

Käyttöajasta kului 76-81 % muihin työvaiheisiin kuin karsinta ja katkonta. Keskeytysten osuus oli 8-12 % . Työn suunnittelulla onkin suuri merkitys saavutettavalle tuotostasolle.

Proessorin ajourat on valittava huolella. Puiden kaatosuunta on valittava siten, että vinssaus käy päinsä ja että yhteen käsittelypisteeseen kertyy sopiva määrä puita. Proessorin kapasiteettia ei tarvitse lisätä tuotoksen kohottamiseksi, vaan suurempi merkitys on työn järjestelyllä.

Koneen syöttäminen vintturin lisäksi kourakuormaimella saataisi kohottaa tuotosta ja samalla taloudellista tulosta. Tätä työmenetelmää ei päästy tutkimuksessa seuraamaan, koska valmistajan omistuksessa olleen traktorin varustaminen kuormaimella ei ollut mahdollista, eikä ko. yhdistelmiä ollut vielä keväällä 1985 urakoitsijoiden käytössä.

Tutkimuksen suurirunkoisessa harvennusleimikossa olivat yksikkökustannukset liitteissä 1-3 käytetyillä perusteilla miestyöhön verrattuna 6-8 % ja kuormainproessoriketjuun verrattuna 12-15 % korkeammat. Samassa leimikossa käyttötuntituotos oli $7,2 \text{ m}^3$. Jotta kustannus olisi sama kuin miestyössä, olisi tuotoksen noustava 8 m^3 :iin ja kuormainproessoriin verrattuna 9 m^3 :iin käytetyillä peruskoneella toimittaessa. Ammattimaisessa käytössä voi Tuiko P300:n tuotostaso nousta siinä määrin, että yksikkökustannukset lähenevät miestyön kustannuksia. Kuormainproessorin tasolle yksikkökustannus tuskin painuu, ainakaan tutkimuksessa käytetyllä työnjärjestelyllä.

Korjuumenetelmän valinnassa on kuitenkin otettava muitakin tekijöitä huomioon kuin pelkkä leimikkokohtainen yksikkökustannus. Näitä ovat esimerkiksi leimikoiden välisistä siirroista aiheutuvat kulut, työnjohtokulut, vuosittaiset korjuumäärät, leimikoiden koko ja rakenne sekä vaadittava ajouran leveys ja puustolle ja metsämaalle aiheutuvat vauriot.

Mielenkiintoinen tutkimusaihe jatkossa olisi kokonaan maataloustraktoriin perustuva korjuuketju. Maataloustraktorin käyttö voimanlähteenä sekä puutavaran teossa että kuljetuksessa mahdollistaa koneellisen puunkorjuun pienissäkin leimikoissa ja urakoinnin verraten pienellä pääomalla. Käytännössä toimiikin jo työryhmiä, jotka hoitavat kaikki työvaiheet kaadosta metsäkuljetukseen.

KIRJALLISUUS

- Hedman, L. 1984. Vimek G30 -gallringsprocessor. Stencil nr 277, Inst. för skogsteknik, SLU, Garpenberg.
- Krogstad, I. 1985. Tynning med Vimek G30. Moniste. NISK.
- Metsä- ja uittoalan työehtosopimus ja sen mukaiset m³-perusteiset metsätyöpalkkojen taulukot. 1984. Palkkausalue 4. Voimassa 29.3.1984-28.2.1986. Metsä- ja uittoalan työehtosopijaosapuolet. Helsinki.
- Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksut Etelä-Suomessa. 1985. Palkkausalueet 3-4. Voimassa 1.2.1985-31.1.1986. Metsäalan kuljetuksenantajat ja Koneurakoitsijain liitto r.y. Lahti.
- Puutavaran valmistusmaksut monitoimikoneille. 1985. Voimassa 1.1.1986-15.2.1987. Metsäalan kuljetuksenantajat ja Koneurakoitsijain liitto r.y. Lahti.

Liite 1.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
TUNTIKUSTANNUSLASKELMA

Timo Heikka

27.3.1986

Volvo BM Valmet

HANKINTAHINTA			MK	200000.00
TYÖMAA-AIKA			H/V	1720.00
KÄYTTÖAIKA	85 %		H/A	1462.00
SIIRTOTYÖAIKA	5 %		H/A	86.00
TUNTITYÖAIKA	10 %		H/A	172.00
PITOAIKA			H	12380.00
ARVON ALENEMINEN			%/A	17.00
VAIHTOARVO			MK	45067.53
POISTOARVO			MK	154932.47
PALKKAKUSTANNUKSET				
URAKKAPALKKA	31.37 MK/H	1462. H/A	MK/A	45862.94
TUNTITYÖPALKKA	25.77 MK/H	172. H/A	MK/A	6648.66
VUOROTYÖLISÄ	2.25 MK/H	0. H/A	MK/A	0.00
KYLMÄASENNUSLISÄ	1.60 MK/H	69. H/A	MK/A	110.08
LIKAISENTYÖNLISÄ	1.35 MK/H	172. H/A	MK/A	232.20
VÄLILLISET PALKKAKUST		0 %	MK/A	26426.94
PALKKAKUSTANNUKSET YHTEENSÄ			MK/A	79280.82
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET				
POLTTOAINE	1.74 MK/L	6.0 L/H	MK/A	15263.28
VOITELUAINEET	8.45 MK/L	0.3 L/H	MK/A	3706.17
HYDRAULIÖLJY	8.45 MK/L	0.5 L/H	MK/A	6176.95
KORJAUS JA HUOLTO	7.5 % HINNASTA		MK/A	15000.00
KULKEMISKORVAUS	10000 KM	1.20 MK/KM	MK/A	12000.00
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ			MK/A	52146.40
KIINTEÄT KUSTANNUKSET				
POISTO			MK/A	19372.82
KORKO	12.00 %		MK/A	13674.93
PALOVAKUUTUS			MK/A	1000.00
LIIKENNEVAKUUTUS			MK/A	420.00
VASTUUVAKUUTUS			MK/A	300.00
AUTON KÄYTTÖ	0 KM	1.20 MK/KM	MK/A	0.00
YLEISKUSTANNUKSET			MK/A	6500.00
KIINTEÄT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ			MK/A	41267.75
RISKI	5 %		MK/A	8634.75
KOKONAISKUSTANNUKSET			MK/A	181329.73
KÄYTTÖTUNTIKUSTANNUS			MK/H	124.03

Liite 2.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
TUNTIKUSTANNUSLASKELMA

Timo Heikka

27.3.1986

Volvo BM Valmet

HANKINTAHINTA		MK	100000.00
TYÖMAA-AIKA		H/V	1720.00
KÄYTTÖAIKA	85 %	H/A	1462.00
SIIRTOTYÖAIKA	5 %	H/A	86.00
TUNTITYÖAIKA	10 %	H/A	172.00
PITOAIKA		H	7740.00
ARVON ALENEMINEN		%/A	17.00
VAIHTOARVO		MK	39390.40
POISTOARVO		MK	60609.60

PALKKAKUSTANNUKSET

URAKKAPALKKA	31.37 MK/H	1462. H/A	MK/A	45862.94
TUNTITYÖPALKKA	25.77 MK/H	172. H/A	MK/A	6648.66
VUOROTYÖLISÄ	2.25 MK/H	0. H/A	MK/A	0.00
KYLMÄASENNUSLISÄ	1.60 MK/H	69. H/A	MK/A	110.08
LIKAISENTYÖNLISÄ	1.35 MK/H	172. H/A	MK/A	232.20
VÄLILLISET PALKKAKUST		0 %	MK/A	26426.94
PALKKAKUSTANNUKSET YHTEENSÄ			MK/A	79280.82

MUUTTUVAT KUSTANNUKSET

POLTTOAINE	1.74 MK/L	6.0 L/H	MK/A	15263.28
VOITELUAINHEET	8.45 MK/L	0.3 L/H	MK/A	3706.17
HYDRAULIÖLJY	8.45 MK/L	0.5 L/H	MK/A	6176.95
KORJAUS JA HUOLTO	15.0 % HINNASTA		MK/A	15000.00
KULKEMISKORVAUS	10000 KM	1.20 MK/KM	MK/A	12000.00
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ			MK/A	52146.40

KIINTEÄT KUSTANNUKSET

POISTO			MK/A	12121.92
KORKO	12.00 %		MK/A	8556.65
PALOVAKUUTUS			MK/A	700.00
LIIKENNEVAKUUTUS			MK/A	420.00
VASTUUVAKUUTUS			MK/A	300.00
AUTON KÄYTTÖ	0 KM	1.20 MK/KM	MK/A	0.00
YLEISKUSTANNUKSET			MK/A	6500.00
KIINTEÄT KUSTANNUKSET YHTEENSÄ			MK/A	28598.57

RISKI 5 % MK/A 8001.29

KOKONAISKUSTANNUKSET MK/A 168027.11

KÄYTTÖTUNTIKUSTANNUS MK/H 114.93

Liite 3.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
TUNTIKUSTANNUSLASKELMA

Timo Heikka

27.3.1986

Tuiko P300

HANKINTAHINTA			MK	170000.00
TYÖMAA-AIKA			H/V	1720.00
KÄYTTÖAIKA	85 %		H/A	1462.00
SIIRTOTYÖAIKA	5 %		H/A	86.00
TUNTITYÖAIKA	10 %		H/A	172.00
PITOAIKA			H	10836.00
ARVON ALENEMINEN			%/A	37.00
VAIHTOARVO			MK	6696.27
POISTOARVO			MK	163303.73
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET				
POLTTOAINE	1.74 MK/L	0.0 L/H	MK/A	0.00
VOITELUAINEET	8.45 MK/L	0.1 L/H	MK/A	1235.39
HYDRAULIÖLJY	8.45 MK/L	0.8 L/H	MK/A	9883.12
KORJAUS JA HUOLTO	7.5 % HINNASTA		MK/A	12750.00
KULKEMISKORVAUS	2000 KM	1.20 MK/KM	MK/A	2400.00
MUUTTUVAT KUSTANNUKSET	YHTEENSÄ		MK/A	26268.51
KIINTEÄT KUSTANNUKSET				
POISTO			MK/A	23329.11
KORKO	12.00 %		MK/A	7566.20
PALOVAKUUTUS			MK/A	900.00
LIIKENNEVAKUUTUS			MK/A	0.00
VASTUUVAKUUTUS			MK/A	0.00
AUTON KÄYTTÖ	0 KM	1.20 MK/KM	MK/A	0.00
YLEISKUSTANNUKSET			MK/A	0.00
KIINTEÄT KUSTANNUKSET	YHTEENSÄ		MK/A	31795.30
RISKI	5 %		MK/A	6858.98
KOKONAISKUSTANNUKSET			MK/A	64922.79
KÄYTTÖTUNTIKUSTANNUS			MK/H	44.41

Helsinki 1986. Valtion painatuskeskus

ISBN 951-40-0871-5
ISSN 0358-4283