

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Metsäteknologian tutkimusosasto  
2/1977

ALUSTAVIA TUOTOSTIETOJA MAKERI-PIENTRAKTORISTA

PAAVO VALONEN JA HANNU KALAJA

Helsinki 1977-02-21

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto





## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1. Tutkimuksen taustaa	3
2. Makeri-pientraktori	4
3. Tutkimustulokset	4
31. Ensiharvennusmännikön kaato ja kasaus	4
32. Kuitupuun kuormajuonto	7
4. Tulosten tarkastelua	9



## 1. TUTKIMUKSEN TAUSTAA

Pienpuun kaadon ja kasauksen koneellistamiseksi SITRAn lyhytkiertopuun kasvatus- ja käyttöprojektin puitteissa ryhdyttiin vuonna 1974 kehittämään eräänä vaihtoehtona useita puita samanaikaisesti käisttelevää kaato- ja kasauslaitetta, joka ensimmäisessä vaiheessa asennettiin pieneen pyöräkuormaajaan. Kaato-kasauslaitteen rakensi Työtehoseura r.y. Enso-Gutzeit Osakeyhtiön vaatimusten mukaisesti (HAKKILA, KALAJA ja SCHILDT 1976).

Menetelmän toimintaperiaate osoittautui kehittelykelpoiseksi, mutta peruskoneen ergonomiset ominaisuudet todettiin epätyytyttäviksi ja maastokelpoisuus riittämättömäksi. Seuraavassa vaiheessa TTS- kaato-kasauslaitteen toinen prototyyppi asennettiin sitten vastikään valmistuneeseen uuteen kotimaiseen Makeri-pientraktoriin, joka oli alunperin suunniteltu harvennuseksien puunkorjuuoloihin (kuva 1). Käsillä olevassa ennakkotietomonisteessa kuvattavan tutkimuksen ensimmäisenä tarkoituksena on selvittää koneyksikön tuotostaso ensiharvennuseksien kaadossa ja kasauksen helpohkoissa olosuhteissa. Koetyömaan järjestelyistä vastasi Enso-Gutzeit Osakeyhtiö.

Makeri-pientraktoria suunniteltaessa tavoitteena on ollut peruskoneen soveltuvuus useille eri lisälaitteille mahdollisimman laajan käyttöalueen saavuttamiseksi. Eräs tärkeimmistä käyttökohteista on tällöin kuitupuun kuormajuonto harvennuseksien leimikoissa. Sitä varten peruskoneeseen asennetaan peräkärry ja kourakuormain (kuva 2). Käsillä olevan tutkimuksen toisena tarkoituksena on selvittää koneen tuotostaso kuitupuun kuormajuonnossa helpohkoissa olosuhteissa. Koeleimikon järjesti käyttöön Rauma-Repola Oy.

Laite- ja menetelmäkehittelyn keskeneräisyyden vuoksi ennakkotulokset perustuvat suppeisiin aineistoihin, joten niitä on tarkasteltava toistaiseksi lähinnä suuntaa-antavina.





Kuva 1. MAKERI-pientraktori TTS-kaatokasauslaitteella varustettuna.



Kuva 2. MAKERI-pientraktori kuitupuun juonnossa.



## 2. MAKERI-pientraktori

Makeri on telatraktori, jossa on hydrostaattinen voimansiirto. Sen dieselmoottorin teho on 22 kW (vaihtoehtoisesti 30 kW). Kumpaakin telaa varten on oma hydraulipiirinsä. Teloja voidaan vedättää eri suuntiin.

Peruskoneen paino on 2 200 kg, pituus 2 800 mm ja leveys 1 500 mm. Koneen maavara on 450 mm ja telojen leveys 220 mm.

TTS-kaato-kasauslaitteella varustettuna Makerin paino on 2 570 kg, pituus 3 600 mm ja leveys 1 600 mm.

Kokeessa käytetyllä yksiakselisella perävaunulla ja kourakuorimaimella varustetun yhdistelmän paino oli 2 600 kg, pituus 6 000 mm ja suurin leveys 1 700 mm. Kuormatilan kehystilavuus oli 3-m kuitupuulle  $5,1 \text{ m}^3$ . Kuormaimen ulottuvuus on 4 m ja nostomomentti 9 800 Nm.

## 3. TUTKIMUSTULOKSET

### 31. Ensiharvennusmännikön kaato ja kasaus

Aikatutkimusaineisto ensiharvennusmännikön kaadosta ja kasauksesta kerättiin Enso-Gutzeit Osakeyhtiön työmaalla Ruokolahdella.

Maasto- ja leimikko-olosuhteet olivat seuraavat:

maastoluokka	I
lumen syvyys	0...15 cm
ajouraväli	30 m
jäävän puuston tiheys	1010...1712 kpl/ha

Kaato-kasaustyössä avataan ensin ajoura noin kymmenen metrin matkalta. Sitten kone siirtyy keräämään puita ajourien väli- maastosta. Uran leveys, joka riippuu ketjun seuraavasta koneesta, oli tässä tapauksessa 4,5 m.

Harvennus etenee puolen palstan syvyydellä uran molemmilla puolilla samanaikaisesti. Kone kerää taakkaansa niin monta puuta kuin kaatolaitteen kypälien väliin mahtuu. Taakan kokoa ra-



joitti pääasiassa kypälien välinen tila. Taakan täytyttyä kone siirtää sen ajouran varteen yleensä peruuttaen. Kääntymistä palstalla pyritään välttämään juurivaurioiden ehkäisemiseksi. Taakat jätetään ajouran varteen ketjun seuraavan koneen kannalta edullisimpaan asentoon. Tässä tapauksessa kasat tehtiin palstahakkuria varten kohtisuoraan ajouraan nähden (vrt. HAKKILA ym. 1976).

Koneen kuljettajalla oli useamman kuukauden kokemus vastaavasta työstä Bobcat-kuormaajalla. Poistettavat puut valitsi kuljettaja.

Leimikosta otettiin silmävaraisesti puuston koon suhteen erilaisia koealoja. Korjattujen puiden rinnankorkeusläpimitat ja lukumäärä mitattiin taakkakohtaisesti.

Taulukko 1. Ajanmenekki ja tuotos ilman keskeytyksiä ensiharvenusmännikön kaadossa ja kasauksessa

	Koealan numero								keskim. (yht.)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
m <sup>3</sup>	3,4	4,3	4,8	7,0	5,7	6,5	6,3	5,4	43,3
dm <sup>3</sup> /runko	17	26	27	29	37	39	47	117	34
taakkoja, kpl	47	48	48	67	55	56	56	33	410
dm <sup>3</sup> /taakka	72	90	100	104	104	116	113	164	106
puita kpl/taakka	4,3	3,4	3,6	3,6	2,8	3,0	2,4	1,4	3,1
siirtyminen ajouralla									
cmin/taakka	40	27	34	37	30	36	28	27	33
m/taakka	13	10	11	14	11	13	10	11	12
m/min	33	37	32	38	37	36	36	41	36
kouraisu, kaato ja siirtyminen puulta puulle									
cmin/taakka	120	75	77	88	68	93	48	34	77
siirtyminen ajo- uralle (+taakan jättö)									
cmin/taakka	36	22	28	33	28	39	25	24	30
m/taakka	14	9	11	13	11	14	10	10	12
m/min	38	42	39	38	39	36	39	41	39
taakka-aika, cmin/taakka	196	124	139	158	126	168	101	85	140
tehotuntituotos m <sup>3</sup> /h	2,2	4,3	4,3	4,0	5,0	4,1	6,7	11,4	4,5

\*)

\*)Koealalla 6 katkaisuterien ja runkopalkin väliin pakkautunut suojalumi häyttasi puiden katkaisua.



TTS-kaatolaitteen ensimmäisellä prototyypillä varustetun Bobcat M-721:n tuotos oli (ilman keskeytyksiä) HAKKILAn ym. (1976), mukaan  $3,5 \text{ m}^3/\text{h}$  ajouravälin ollessa 30 m.

Taulukko 2. Työajan rakenne kaato-kasaustyössä. Koealat 2 ja 6

Työvaihe	Koeala 2		Koeala 6	
	%	cmin	%	cmin
Siirtyminen ajouralta	22	27	21	35
Puun katkaisu				
Valmistelu	16	20	15	25
Kouraisu	3	4	3	5
Katkaisu	18	22	14	24
Siirtyminen puulta toiselle	23	29	24	41
Siirtyminen taakan kanssa				
ajouralle	13	16	18	30
Taakan purku	5	6	5	8
Yhteensä	100	124	100	168

HAKKILAn ym. (1976) tuloksiin verrattuna voidaan todeta Makerin olleen hieman Bobcatia hitaamman katkaisun valmistelussa ja siirtymisessä puulta toiselle (taulukko 2). Makerin kuljettajalla oli huonompi näkyvyys kaatolaitteen teriin, josta johtui suurempi ajanmenekki katkaisun valmistelussa. Siirtymisajan ero johtui siitä, että Bobcat on lyhempi eikä siinä käytetty teloja, joten se oli ketterämpi kääntymään.

Makerin suurempi tuotos (taulukko 1, s. 5) johtui taakan suuremmasta koosta ja suuremmasta ajonopeudesta sekä taakan kanssa että tyhjänä. Ero taakan koossa ja ajonopeudessa johtuneen Makerin paremmasta vakavuudesta. Molemmilla koneilla oli sama kuljettaja ja maastot olivat vertailukelpoiset.

Kokeessa kuljettaja kasasi puut siten kuin katsoi tuotoksen kannalta olevan edullista. Kasojen koko oli keskimäärin  $0,7 \text{ m}^3$

ja vaihteli välillä 0,4...1,3 m<sup>3</sup>. Kaato-kasauskoneen tekemien kasojen koko riippuu rungon koosta, leimikon tiheydestä ja ajouravälistä.

### 32. Kuitupuun kuormajuonto

Havukuitupuun kuormajuontoa tutkittiin Rauma-Repola Oy:n työmaalla Kodisjoella. Leimikko oli suunniteltu ja hakattu normaalia kuormatraktorikuljetusta varten. Kyseessä oli toisen asteen harvennushakkuu. Leimikko- ja maasto-olosuhteet olivat seuraavat:

poistuma, kuusikuitupuu	22 m <sup>3</sup> /ha
poistuma, mäntykuitupuu	11 m <sup>3</sup> /ha
tiheysluokka, kuusikuitupuu	3
tiheysluokka, mäntykuitupuu	4
tiheysluokka keskimäärin (kuutiomäärällä painotettu)	3
pölkyn pituus	3 m
ajouraväli	20...30 m
ajourien leveys	4,5 m
keskimääräinen juontomatka	200 m
maastoluokka	II
lumen syvyys	20 cm

Kumpikin puutavaralaji ajettiin eri kuormissa.

Kuljettajalla oli noin kahden kuukauden kokemus kuorma- ja laahusjuonnosta Makeri-pientraktorin ensimmäisellä prototyypillä sekä noin kuukauden kokemus kaato-kasaustyöstä Makerin toisella prototyypillä. Muuta kokemusta metsäkoneen ajosta hänellä ei ollut.



Taulukko 3. Ajanmenekki ja työajan rakenne (ilman keskeytyksiä)  
3-m havukuitupuun kuormajuonnossa

Työvaihe	Ajanmenekki		
	cmin/kuorma	cmin/m <sup>3</sup>	%
Tyhjänä ajo	253	82	10,9
Kuormaus	921	297	39,5
Kuormausajo	231	75	9,9
Kuormattuna ajo	345	111	14,8
Purkaminen	580	187	24,9
Yhteensä	2330	752	100,0

Kuorman koko oli keskimäärin 3,1 m<sup>3</sup>. Sen ja taulukon 3 ajanmenekin mukaan tuotos oli seuraava:

tehotuntituotos 8,0 m<sup>3</sup>/ha

käyttötuntituotos 7,3 m<sup>3</sup>/h

(keskeytysten osuus 10 %)

Kuorman koko määräytyi pääasiassa kuormatilan koon mukaan.

Vallinneissa olosuhteissa traktorin vetokyky olisi ilmeisesti riittänyt hieman suuremmallekin kuormalle.

Keskimääräinen nopeus oli tyhjänä ajettaessa 88 m/min ja kuormattuna ajettaessa 65 m/min. Nopeudet olivat huomattavasti suuremmat kuin eräillä aiemmin tutkituilla pientraktoreilla ja kuormatraktoreilla keskimäärin todetut (vrt. KAHALA 1972, ELOVAINIO 1974).

Taakkakohtainen ajanmenekki oli kuormauksessa 54 cmin ja purkamisessa 43 cmin. Taakan keskikoot olivat vastaavasti 0,18 ja 0,23 m<sup>3</sup>. Kourakasojen koko oli sekä mänty- että kuusikuitupuulla 0,4 m<sup>3</sup>. Kuormauksen ja purkamisen suhteellisen suuri ajanmenekki johtui kuormaimen alhaisesta nostotehosta aiheutu-  
neesta pienestä taakan koosta.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Kokeen jälkeen on TTS-kaato-kasauslaitteeseen suunniteltu joitakin muutoksia. Muun muassa puita kiinni pitäviä kypäliä ja laitteen mitoitus on muutettu siten, että siihen voidaan kerätä useampia puita. Taakka pysyy myös entistä paremmin koossa. Muutokset vaikuttanevat edullisesti tuotokseen.

Käsillä olevassa tutkimuksessa ei ole pyritty arvioimaan kustannuksia, sillä laskentaperusteista ovat selvittämättä mm. koneen käyttöaste ja vuotuinen käyttöaika. Nämä ja muutkin perusteet vaihtelevat käyttötarkoituksen ja olosuhteiden mukaan. Tarvittaessa voitaneen yksikkökustannukset laskea kunkin käyttäjän perusteista lähtien soveltaen tässä esitettyjä tuotoslukuja suuntaa-antavina.

Kaato-kasauskonetta tulee tarkastella osana koko korjuuketjua. Mahdollisia ovat seuraavat:

kaato-kasauskone - palstahakkuri

kaato-kasauskone - kuormatraktori+kourasaha -  
välivarastohakkuri

kaato-kasauskone - prosessori ajouralla.

Viimeisin ketjuista perustuisi esim. Keski-Euroopassa ja Ruotsissa rakennettujen keveiden harvennusetsiin suunniteltujen prosessorien käyttöön.

Kaato-kasauskoneen etuna on mahdollisuus säädellä tietyissä rajoissa kasojen kokoa ja niitten suuntaa ajouraan nähden. Tarvittaessa voidaan kasat keskittää vain ajouran toiselle



puolelle esimerkiksi palstahakkuriin syöttöä varten. Myöskin ajouraväliä voidaan pidentää 30 metristä, tosin tuotoksen alentuessa.

Haittapuolena on maanpinnan rikkoutuminen ajouralla, koska teloilla varustettu kone joutuu siinä kääntymään taakkoja purkaessaan. Tämä saattaa asettaa rajoituksia koneen käytölle kuusikoissa sulan maan aikana. Kun maa on routaantunut, vaara on vähäinen.

Kaato-kasaustyön osalta tutkimusta jatketaan seuraavassa vaiheessa vaikeammissa maasto- ja lumiolosuhteissa. Myös jäävän puuston vaurioitumisesta tehdään selvitys.

Kuormajuontoa varten on Makeriin suunnitteilla teliperävaunu, joka voidaan tarvittaessa varustaa teloilla tai jalaksilla. Suurempi kuormatila ja parempi maastokelpoisuus parantanevat tuotosta hieman nykyisestään.

Pientraktorin mahdolliset käyttöalueet löytynevät niistä harvennusleimikoista, joissa ajourista johtuva kasvutappio on merkitykseltään suurin ja kertymä pinta-alayksiköltä pieni. Koska kuormaimen teho ja kuorman koko ovat pienemmät kuin suuremmilla kuormatraktoreilla, käyttö pitkällä juontomatkalla ja suuren lajitiheyden kyseessä ollen ei ole yhtä edullista.

Tavaralajimenetelmää on viime aikoina kehitetty siten, että tekomiehen suorittama kuitupuun kasaaminen vähenee (HARSTELA ym. 1976). Tällöin joudutaan puutavara kasaamaan koneellisesti uran varteen erillisenä työvaiheena tai kuormauksen yhteydessä. Pientraktorin osalta tulisi selvittää, onko mahdollista tehdä

ajouraväli niin pieneksi, että palstalle osittain levälleen tehty ja osittain kasattu ja suorittu puutavara voitaisiin kuormata ilman erillistä kasausvaihetta.

Ajourien minimileveyden ja -välin lisäksi tarvitaan kuorma-juonnosta selvitys vaikeampien maasto- ja lumiolosuhteiden vaikutuksesta pientraktorin tuotokseen. On myös tutkittava ergonomiset seikat huomioon ottaen kuinka suurta ajonopeutta voidaan käyttää jatkuvassa työskentelyssä.



KIRJALLISUUTTA

ELOVAINIO, A. 1974. Pientraktoreiden käyttö harvennuspuun korjuussa. Metsätehon tiedotus 331.

HAKKILA, P., KALAJA, H. ja SCHILDT, Y. 1976. BOBCAT M-721 -kaato-kasauskone männikön ensiharvennuksessa. Folia Forestalia 256.

HARSTELA, P., JÄRVINEN, J., TERVO, L. ja AHOLAINEN, R. 1976. Uusi tavaralajimenetelmä "LEKA" harvennushakkuisiin. Metsä ja Puu 1976:10.

KAHALA, M. 1972. Puutavaran metsäkuljetus kuormatraktorilla. Metsätehon tiedotus 310.





