

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Metsäteknologian tutkimusosasto

1/1970

KOKONAISTEN JA KERTAKATKAISTUJEN PUIDEN KUORMAUS JA
LÄHIKULJETUS KUORMATRAKTORILLA AUTOTIEN VARTEEN

Kokeilu

Teemu Ruoste

Kokeilu kuuluu osana Harvennuspuun korjuun koneel-
listamistoimikunan
selvityksiin.

Helsinki 1970

ALKUSANAT

Kokeilun suunnittelussa sekä käytännöllisessä toteuttamisessa olen saanut arvokasta apua Metsänhoitaja Pertti H a r s t e - l a l t a , joka myös on lukenut käsikirjoituksen. Laskenta-työt on suorittanut ylioppilas Sinikka A i r o l a. Kiitos.

Erityisesti haluan kiittää Metsänhoitaja Osmo L e h t o s - t a, Metsänhoitaja Lasse K o t i l a i s t a sekä kone-tek-
nikko Olli T e i t t i s t ä Enso-Gutzeit Osakeyhtiöstä,
jotka käytännössä järjestivät mahdollisuuden kokeilun suorit-
tamiseen.

Helsingissä 28.10.1970

Teemu Ruoste

Sisällysluettelo

	Sivu
1. Johdanto	1
2. Kokeilun tarkoitus	2
3. Maastotyöt ja kokeiluolosuhteet	2
4. Aineisto	3
5. Tulokset	3
6. Päätelmät	4
TAULUKOT	
KUVAT	

1. Johdanto

Puunkorjuumenetelmien viimeaikaisesta koneellistumisesta huolimatta on yleisin harvennuspuun hakkuutapa nykyisin määrämittaisen kuitupuun teko kourakasoihin ajouran varteen. Hakkuumies siis kaataa, karsii ja katkoo puut sekä kantaa pölkyt ajouran varteen. Varsinkin karsiminen ja pölkyjen siirtely ovat raskaita ja hitaita työvaiheita, jotka pitäisi pystyä tehokkaasti koneellistamaan.

Nykyiset monitoimikoneet käsittelevät yhden puun kerrallaan, mistä johtuu, että niiden tuotokset pienikokoisen harvennuspuun korjuussa yleensä ovat alhaiset. Ruotsalainen karsimakone Skruven tosin pystyy karsimaan useita puita kerrallaan, mutta on kooltaan niin suuri, että se tuskin soveltuu palstalla liikuteltavaksi.

Eräänä mahdollisuutena harvennuspuun korjuussa on karsimattomien puiden haketus. Jotta edellä mainittu pienten käsittely-yksiköiden aiheuttama haitta pystyttäisiin poistamaan, on kokopuuhakkurin syöttölaitteen ja syöttöaukon ilmeisesti oltava sellainen, että useamman puun haketus kerrallaan on mahdollista. Kokopuuhaketuksen etuna on, että nykyisin metsään jäävät hakkuutähteet korjataan samalla talteen.

Kokonaisten harvennuspuiden käsittelystä on toistaiseksi saatavissa hyvin niukasti tietoja. Jo koneiden suunnittelun kannalta on tärkeätä, että selvitetään mahdollisuudet karsimattomien puiden lähija kaukokuljetukseen. H a r s t e l a ja R u o s t e (1970) ovat tutkineet vintturilla suoritettavaa kokopuiden esijuontoa käytävä- ja riviharvennuksessa. Harvennuspuiden laahusjuontoa vetotraktorilla riviharvennuksessa tutkii parhaillaan HAKO-toimikunnassa metsänhoitaja Tenhola.

2. Kokeilun tarkoitus

HAKO-toimikunnan ohjelmaan kuuluu mm. kokonaisten puiden kaukokuljetuksen tutkiminen. Ennen varsinaista tutkimusta katsottiin kuitenkin tarpeelliseksi suorittaa alustava kokeilu, jonka tarkoituksena oli selvittää harvennuspuiden koneelliseen kuormaukseen liittyviä vaikeuksia. Lisäksi tämän kokeilun avulla pyrittiin saamaan suuntaa-antavaa tietoa kokonaisten puiden pinotiheydestä, lähikuljetuksen mahdollisuuksista kuormatraktorilla sekä hakkuu- ja kuormaustyön edullisimmasta suorittamistavasta.

3. Maastotyöt ja kokeiluolosuhteet

Maastotyöt suoritettiin 7.-8.10 Enso-Gutzeit Osakeyhtiön työmaalla Imatra-Puumala-tien varressa lähellä Akkalan kylää. Maastoltaan oli kokeilualue loivasti kumpuilevaa tuoretta kangasmaata. Kokeita varten kaadettiin puut harvana kasvaneesta kuusi-koivu sekametsästä, joka toiselta sivultaan rajoittui käynnissä olevaan avohakkuualueeseen. Sää oli kokeilun aikana pilvipoutainen, lämpötila +5 - +10 °C.

Puut kaatoi ja kertakatkaisi Enso-Gutzeit Osakeyhtiön palveluksessa pitkään ollut ammattitaitoinen hakkuumies. Mittauksen helpottamiseksi suunnattiin kaato niin, etteivät puut kaatuneet pahasti ristiin päällekkäin. Valikoivan harvennuksen periaatteita ei hakkuussa noudatettu, vaan suppealta alueelta kaadettiin kaikki puut. Puiden katkomisesta annettiin hakkuumiehelle ohjeet, että pisimmät puut katkotaan kahteen tai kolmeen osaan niin, että tyvipätkän pituus olisi n. 6 m.

Puut mitattiin yksitellen ja jokainen pätkä numeroitiin juoksevasti. Mitatut suureet olivat rinnankorkeusläpimitta, kapeneminen ja

puun pituus, joita hyväksikäyttäen puut kuutioitiin Ilvessalon pystypuiden kuutioimistaulukoiden avulla.

Kuormaamisen suoritti yhtiön kokenut metsätraktorin kuljettaja Teli-Lokkeri kuormatraktoriin Wärtsilän 4000 kp:n kourakuormaimella, joka kuuluu traktorin varusteisiin. Kuormauksesta tehtiin aikatutkimus, jossa työvaiheet eroteltiin mahdollisimman tarkoin. Eri taakkojen kokoa ei pystytty selvittämään, mutta myöhemmillä laskelmilla saatiin selville taakan keskikoko.

Varsinaisia ajoaikoja autotien varresta palstalle ja kuormattuna palstalta autotien varteen ei tutkittu. Purkamistyöstä otettiin ylös kokonaisaika ja nostokertojen lukumäärä.

4. Aineisto

Kokeilun aineisto on varsin suppea. Kuusia kaadettiin 27 kpl, ja näistä kertyi Teli-Lokkerin täysi kuorma. Koivuja kuormattiin vain 14 kpl, jotka täyttivät noin kolmanneksen traktorin kuormatilan tilavuudesta. Kaikki käsitellyt puut olivat hyvin oksaisia; kuusen oksaisuusluokka oli IV ja koivun III. Taulukossa 1 esitetään muut puustoa koskevat tiedot puulajeittain.

5. Tulokset

Kuormauksen osalta on tulokset laskettu työvaiheittain keskiarvoina sekä esiintymiskertaa että taakkaa kohti. Kouran vienti ja taakan otto sekä taakan nosto ja irroitus yhdessä muodostavat varsinaisen kuormausajan, koska nämä työvaiheet kuuluvat olennaisesti jokaisen taakan kuormaamiseen. Maassa olevien puiden järjestely taakaksi sekä kuorman järjestely ovat aputyövaiheita. Lisäksi esiintyy kuusen kuor-

maamisessa työvaihe "kuorman viimeistely", koska ennen kuljetusta jouduttiin suorittamaan ylimääräistä järjestelytyötä, jotta kaikki kuormatut puut olisivat ajon aikana pysyneet mukana. Koska samalta paikalta kuormattiin useita taakkoja on siirtymiskertojen lukumäärä taakkojen lukumäärää pienempi. Siirtymismatkat olivat suhteellisen lyhyitä, yleensä 5-10 m. Keskeytyksiä esiintyi kokeilun aikana vain yksi, joka sekin oli tavallaan tutkimuksen aiheuttama, koska puoli-valmista kuormaa tällöin tarkasteltiin ja keskusteltiin esille tulleista näkökohdista. Kuormausta ja purkamista koskevat yleistiedot sekä työn tuotokset esitetään taulukossa 2. Työvaiheittain ja taakoittain lasketut tulokset selviävät taulukoista 3-5. Tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että taulukoissa esitetyt puumäärät tarkoittavat $k-m^3$ runkopuuta. Oksien osuus varsinkin kuusella oli hyvin suuri, mikä on merkitystä, jos ajatellaan esimerkiksi kokopuiden haketuksesta saatavan "vihreän hakkeen" hyväikäyttöä kokonaisuudessaan.

6. PÄÄTELMÄT

Lähikuljetusta ajatellen jäi työn tuotos varsin alhaiseksi. Mikäli oletetaan, että ajoaika 100 metrin juontomatalla tyhjänä olisi 2.5 min ja kuormattuna 4.0 min, tietäisi tämä kuusen lähikuljetuksessa $3.9 k-m^3:n$ ja koivun kuljetuksessa $4.1 k-m^3:n$ tuntituotosta. Tällöin on jätetty huomioimatta oksien osuus, jolla kuitenkin saattaa olla huomattava merkitys, mikäli oksia tulevaisuudessa käytetään teollisuuden raaka-aineena. Kaiken kaikkiaan näyttää kuitenkin siltä, että kokonaisten ja kertakatkaistujen puiden lähikuljetus nyt kokeillulla menetelmällä muodostuu niin kalliiksi, että se tuskin tällaisenaan on kannattavaa.

Kokeilun eräänä tarkoituksena oli kokonaisten puiden kuormaamiseen liittyvien ongelmien tarkastelu. Tuloksissa kiinnittyi huomio mm.

siihen, että taakan keskikoko sekä kuusen että koivun kuormaamisessa oli pieni. Lisäksi kului paljon aikaa puiden järjestelyyn taakoiksi sekä kuorman järjestelyyn. Toisaalta purkamisessa olivat taakat 2-3 kertaa suurempia. Tämä antaa aiheen olettaa, että puiden esijuonto sopiviin kuormaustaakkoihin tai juonto kasoihin välivarastolle ilmeisesti nostaisi kuormaustyön tuotosta. Valmiiksi juonnetuista kasoista pystyttäisiin kourakuormaimella ottamaan suurempia taakkoja ja lisäksi välttyttäisiin hankalalta puiden taakoiksi järjestelyltä. Hydraulisen nosturin kouran suunnittelu kokonaisten puiden kuormaamiseen voisi myös parantaa työn tehokkuutta.

Kokonaisten puiden pinotiheys oli tässä tapauksessa varsinkin kuusikuormassa pieni. Teli-Lokkeriin mahtui vain 2.8 k-m³ runkopuuta, kun siihen tavaralajeiksi tehtyä kuusikuitupuuta mahtuisi ainakin 10-12 k-m³. Tiheys on siis samaa luokkaa kuin alustavien kokeiden perusteella saatu haketiheys: 1 k-m³:stä kuusen runkopuuta saatiin 4 i-m³ vihreätä haketta (oksat ja neulaset mukana). Autokuljetuksessa muodostuu kokopuukuorma niin korkeaksi, että alempana olevat puut todennäköisesti painuvat tiiviimpään ja lisäksi voidaan kuormaa ajatella tiivistettäväksi mekaanisesti esimerkiksi ki istämällä välillä vaijeri kuorman yli. Sitäpaitsi oli tässä kokeilussa kuusen oksaisuusluokka IV kun se alustavissa haketuskokeissa, joihin viitattiin, oli III.

Teknillisesti oli kokonaisten ja kertakatkaistujen puiden kuljetus esiintyneistä vaikeuksista huolimatta täysin mahdollista. Suhteellisen vähäisellä kaluston ja työmenetelmien kehittämällä voidaan päästä huomattavasti parempiin tuloksiin, joten puiden juontamista välivarastolle ja kuormaamista auton lavalle kaukokuljetusta silmällä pitäen olisi tutkittava ennenkuin asiasta tehdään johtopäätöksiä.

Taulukko 1. Puumäärät ja puustoa koskevat tiedot puulajeittain.

Puulaji	Kuusi		Koivu	
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta
Puiden lukumäärä, kpl	27		14	
Katkaistuja osia, kpl	46		25	
Kokonaispuumäärä, k-m ³	2.782		1.389	
Tunnusluku	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta
Puun läpimitta, cm	13.8	2.79	13.3	2.22
Puun pituus, m	12.4	2.53	14.0	2.10
Katkaistun osan pituus, m	7.3	-	7.8	-
Puun kuutiomäärä, k-m ³	0.104	0.0551	0.099	0.0333
Katkaistun osan kuutiomäärä, k-m ³	0.060	-	0.056	-

Taulukko 2. Kuormausta ja purkamista koskevat yleistiedot puulajeittain.

Puulaji	Kuusi		Koivu	
	Kuormaus	Purkaminen	Kuormaus	Purkaminen
Työnimike				
Nostokertoja, kpl	24	10	12	4
Puita taakassa, kpl	1.12	2.70	1.16	3.50
Katkaistuja osia taakassa, kpl	1.91	4.60	2.08	6.25
Taakan kuutiomäärä, k-m ³	0.116	0.278	0.116	0.347
Kuorman kuutiomäärä, k-m ³	2.782	2.782	1.389	1.389
Teho aika yhteensä, cmin	3197	400	1240	150
Työaika yhteensä, cmin	3572	400	1240	150
Tuotos, k-m ³ /tehotunti	5.2	41.7	6.5	55.6
Tuotos, k-m ³ /työtunti	4.7	41.7	6.5	55.6

Taulukko 3. Työajan jakaantuminen työvaiheisiin kuusen kuormauksessa.

Työvaihe	Esiintymiskertoja, kpl	Aika cmin/kerta	Hajonta cmin/kerta	Kokonaisaika, cmin	% tehoajasta
Kouran vienti ja taakan otto	24	23.9	14.40	573	17.9
Taakan nosto ja irroitus	24	37.0	13.37	888	27.8
Puiden järjestely taakaksi	17	38.5	16.50	645	20.2
Kuorman järjestely	10	33.2	10.86	332	10.4
Siirtyminen	11	41.7	40.84	459	14.3
Kuorman viimeistely	1	300.0	-	300	9.4
Tehoaika				3197	100.0
Keskeytykset	1	375.0	-	375	10.5 [≠]
Työaika				3572	100.0

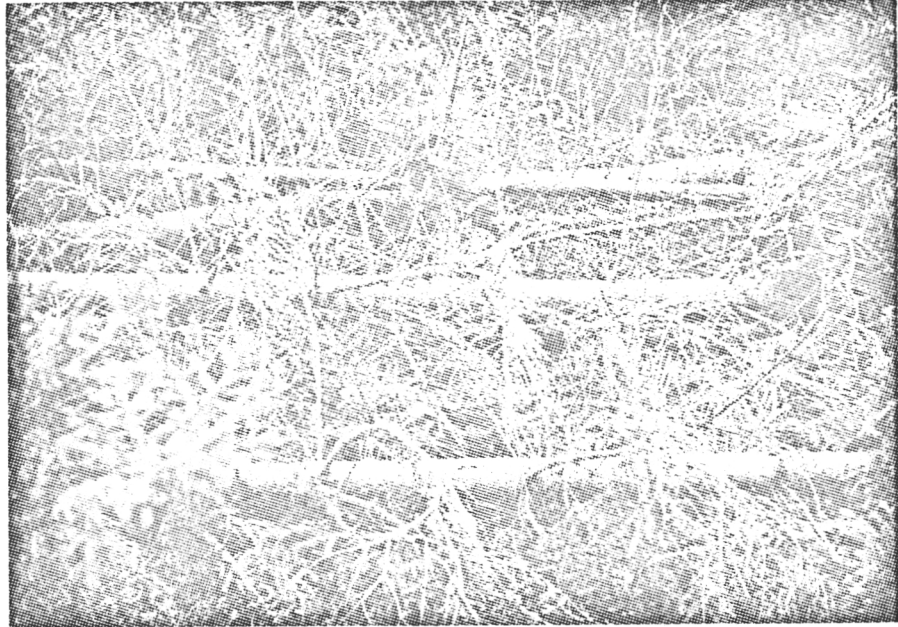
≠ % työajasta

Taulukko 4. Työajan jakaantuminen työvaiheisiin koivun kuormauksessa.

Työvaihe	Esiintymiskertoja, kpl	Aika, cmin/kerta	Hajonta, cmin/kerta	Kokonaisaika, cmin	% tehoajasta
Kouran vienti ja taakan otto	12	14.2	4.90	171	13.8
Taakan nosto ja irroitus	12	33.5	9.96	402	32.4
Puiden järjestely taakaksi	7	39.0	8.22	273	22.0
Kuorman järjestely	3	26.0	15.87	78	6.3
Siirtyminen	8	39.5	30.54	316	15.5
Tehoaika= työaika				1240	100.0

Taulukko 5. Kuormauksen taakka-ajat työvaiheittain ja puulajeittain sekä purkamisen taakka-aika.

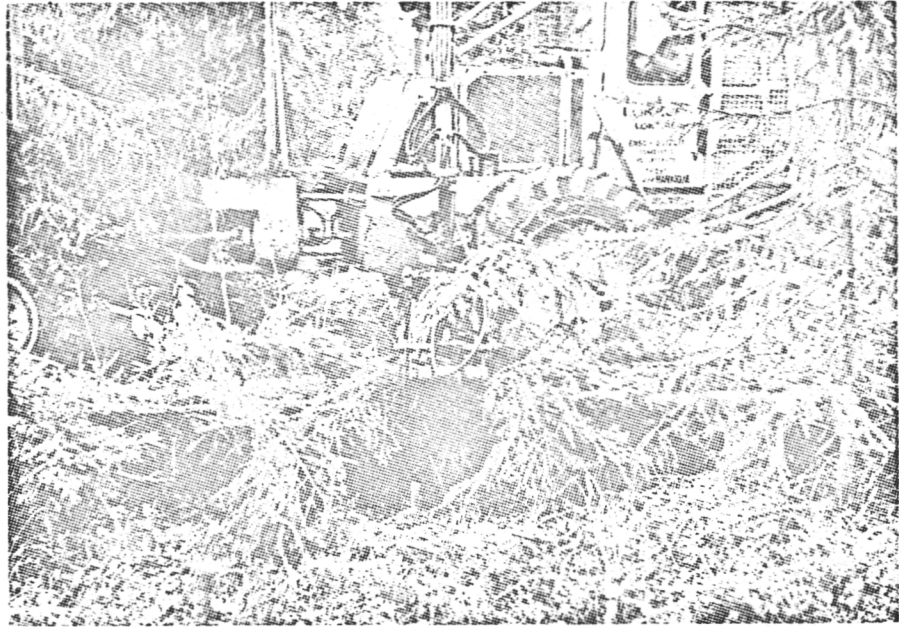
Puulaji	Kuusi		Koivu	
	Keskiarvo cmin/ taakke	Hajonta cmin/ taakka	Keskiarvo cmin/ taakka	Hajonta cmin/ taakka
Kouran vienti ja taakan otto	23.9	14.40	14.2	4.90
Taakan nosto ja irroitus	37.0	13.37	33.5	9.96
Kuormauksen pääaika	60.9	-	47.7	-
Puiden järjestely taakaksi	26.9	-	22.8	-
Kuorman järjestely	13.8	-	6.5	-
Kuormauksen apuaika	40.7	-	29.3	-
Varsinainen kuormausaika	101.6	42.02	77.0	31.98
Kuorman viimeistely	12.5	-	-	-
Siirtyminen	19.1	-	26.3	-
Kuormauksen tehoaika	133.2	-	103.3	-
Keskeytykset	15.6	-	-	-
Kuormauksen työaika	148.8	-	103.3	-
Purkamisen työaika	40.0	-	37.5	-



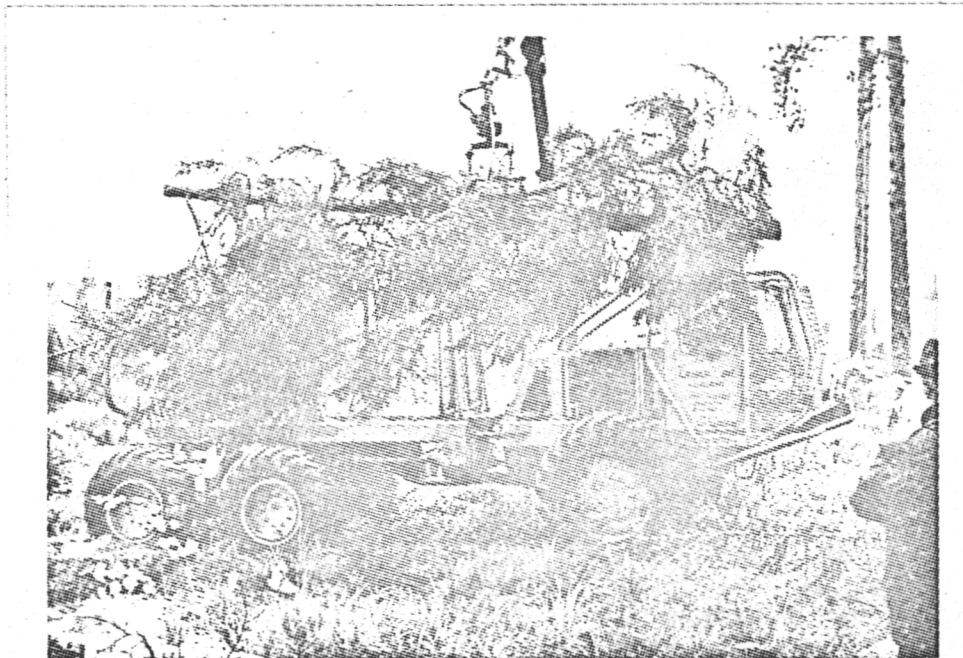
Kuva 1. Puut kaadettiin palstalle samansuuntaisesti.



Kuva 2. Hakkuumies katkoi pisimmät puut 2-3 osaan.



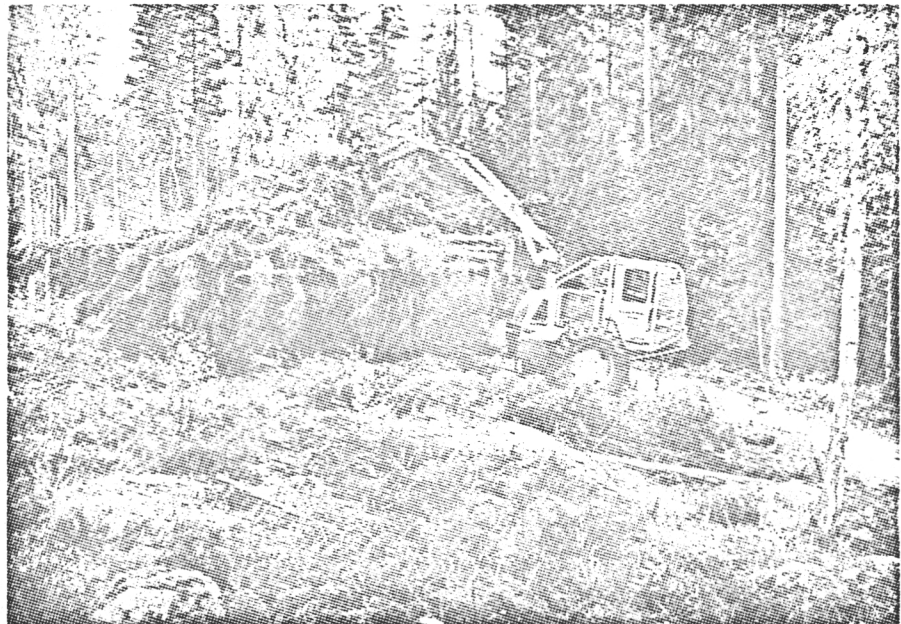
Kuva 3. Useissa tapauksissa jouduttiin puita ennen kuorman nostamista järjestelemään taakoiksi.



Kuva 4. Kuormatut kuuset olivat hyvin oksaisia.



Kuva 5. Kaadetuista kuusista kertyi Teli-Lokkerin täysi kuorma eli 2.8 k-m^3 runkopuuta.



Kuva 6. Purkaminen autotien varressa oli suhteellisen nopeaa.



Kuva 7. Koivujen kuormaaminen oli jonkin verran helpompaa kuin kuusien.



Kuva 8. Kaadetuista koivuista kertyi 1.4 k-m^3 runkopuuta, joka täytti Lokkerin kuormatilasta noin kolmanneksen.