

FOLIA FORESTALIA⁴⁶⁶

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

PERTTI HARSTELA JA LEO TERVO

PITKÄN PUUTAVARAN ESIJUONTO
VINTTUREILLA JA HEVOSELLA

BUNCHING OF TIMBER BY WINCHES
AND HORSE



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja neljä luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and four strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 466

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Pertti Harstela ja Leo Tervo

PITKÄN PUUTAVARAN ESIJUONTO VINTTUREILLA
JA HEVOSELLA

Bunching of timber by winches and horse

ODC 352:375.11:374.3:324
ISBN 951-40-0511-2
ISSN 0055-5543

HARSTELA, P. & TERVO, L. 1981. Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella. Summary: Bunching of timber by winches and horse. *Folia For.* 466:1—20.

Tutkittiin LEKA-menetelmällä hakatun pitkän (n. 5 m) puutavaran esijuontoa vinttureilla ja hevosella. Vertailumenetelmänä oli tavanomainen (n. 3 m) ajouran varteen teko n. 30 m:n ajouravälillä. Työn tuotoksen ja kustannusten lisäksi tutkittiin työntekijän fyysistä kuormittumista puutavaran teossa ja esijuonnossa sekä inventoitiin jäävän puuston vaurioituminen. Esijuontomenetelminä olivat tavanomainen traktorivintturi ja ST-vintturi sekä hevosjuonto MERAMÄ-juontolaitteella.

Tutkimus osoitti, että kevyet juontomenetelmät soveltuvat täydentämään järeitä esijuontokoneita tai pitkälle ulottuvia kuormaimia. Kokonaiskustannukset ovat samaa suuruusluokkaa tai jopa hieman pienempiä kuin tavanomaisessa ajouran varteen tekomenetelmässä. Tutkimuksessa olleet esijuontolaitteet soveltuvat hyvin käytettäviksi mm. pienillä erillisillä leimikoilla sekä metsänomistajan omatoimisissa puunkorjuussa tai silloin, kun halutaan käyttää yli 30 m:n ajouraväliä.

Bunching by winch and horse of timber (length 5 m) cut by the LEKA method was studied. The control method was the conventional cutting of timber (about 3 m) alongside the strip road with a strip road spacing of approx. 30 m. In addition to the output and costs of the work, the worker's physical strain in the cutting of timber and in bunching was studied and an inventory was taken of the damage to the residual growing stock. The bunching methods were the customary tractor winch and ST winch and horse skidding using a MERAMÄ skidding device.

The study disclosed that light skidding methods are quite suitable as a complement to large-sized bunching machines or far-reaching loaders. The total costs are of the same magnitude or even slightly lower than in the conventional method of cutting timber alongside the strip road. The bunching methods studied are suitable for e.g. small separate marked stands, in the farmer's own timber harvesting operations or when a strip road spacing of over 30 m is preferred.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO	4
21. Työolosuhteet, koehenkilöt ja tutkimusmenetelmä	4
22. Hakkuumenetelmä	4
23. Esijuonto	6
3. TUTKIMUSTULOKSET	7
31. Tehotyöajan menekki ja ihmistyöpanos hakkuussa	7
32. Työntekijän fyysinen kuormittuminen hakkuussa	7
33. Esijuontotutkimukset	8
34. Fyysinen kuormittuminen esijuonnossa	9
35. Ajotuotos	10
4. KORJUUKUSTANNUS	11
5. JÄLJELLE JÄÄVÄN PUUSTON VAURIOITUMINEN	13
6. TULOSTEN TARKASTELU	15
7. YHDISTELMÄ	15
KIRJALLISUUS	16
SUMMARY	17
LIITTEET	18

1. JOHDANTO

Puutavaran teon rationalisointi Suomessa on viime aikoina keskittynyt erityisesti raskaimman työvaiheen, kasauksen, yksinkertaistamiseen. Tämä johtaa palstalle teon lisääntymiseen erilaisin menetelmin. Tällöin metsäkuljetuksessa tarvitaan joko pitkälle ulottuvaa kuormainta tai erillistä esijuontoa.

Pitkälle ulottuvia kuormaimia ja järeitä esijuontokoneita on jo verraten paljon tutkittu näiden uusien kuitupuun tekomenetelmien yhteydessä. Sen sijaan kevyiden laitteiden tutkiminen on jäänyt vähemmälle. Kevyet laitteet soveltuvat metsänomistajien omatoimisen puunkorjuun lisäksi täydentämään järeillä koneilla suoritettavaa esijuontoa erityisolosuhteissa. Ne ovat nykyisellään myös ainut mahdollisuus silloin, kun halutaan käyttää pitkää ajouravaliä. Tällä tutki-

muksella pyrittiin täydentämään esijuonnossa aikaisemmin tehtyjä tutkimuksia kevyellä linjalla.

Tutkimus suoritettiin metsätutkimuslaitoksen Punkaharjun kokeilualueessa, jossa tutkimuksen toteuttamista avustivat Antti Korpilahti ja Antero Mikkola. Metsäteknologian tutkimusosastolta aineiston keruuseen ja käsittelyyn osallistuivat Leena Hakulinen, Antero Harstela, Urpo Paananen, Petri Paukkunen ja Sauli Takalo. Kirjoittajien kesken työ jakaantui siten, että Harstela johti tutkimusta, suunnitteli sen yhdessä Tervon kanssa ja tarkasti käsikirjoituksen. Tervo osallistui tutkimuksen suunnitteluun, huolehti aineiston keruusta ja käsittelystä sekä laati alustavan käsikirjoituksen. Metsätutkimuslaitoksen puolesta käsikirjoituksen tarkastivat professorit Pentti Hakila ja Matti Kärrkäinen. Käännöksen englanniksi teki maisteri Päivikki Ojansuu. Kiitämme kaikkia työhön osallistuneita.

2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

21. Työolosuhteet, koehenkilöt ja tutkimusmenetelmät

Tutkimustyömaat sijaitsivat Punkaharjulla. Aineiston koko ja tärkeimmät työvaikeustekijät on esitetty taulukossa 1. Aineisto käsittää hakkuututkimuksen osalta kahden tottuneen koehenkilön työtä. Esijuonnossa ja ajossa tutkimus tehtiin yhdellä koehenkilöllä. Esijuontotutkimuksessa sama koehenkilö oli kaikissa kolmessa menetelmässä. Traktorivintturimenetelmässä oli kahden henkilön työryhmä, sama koehenkilö kuin muissakin menetelmissä hoiti tällöin vaijerin viennin ja taakan sitomisen ja mahdolliset taakan irrottamiset. Vaijerin irrottamisen taakasta hoiti pääasiallisesti työryhmän toinen mies.

Työntekijät olivat ammattitaitoisia Metsätutkimuslaitoksen vakainaisia metsätyöntekijöitä. Koehenkilöiden ominaisuudet on esitetty taulukossa 2. Sykemittaukset tehtiin hakkuusta ja esikasauksesta sekä ajosta leimikossa I telemetrisesti Medicin Biotelemetry System IC-45 -laitteistolla. Aikatutkimus ja sykeaineiston työvaiheittainen koodaus suoritettiin laitteistoon liitettyllä koodinäppäimistöllä. Ääninauhat luostettiin Työterveyslaitoksella. Tehotyöaika jaettiin vakiintuneisiin työvaiheisiin. Analyysissä käytetyt työvaikeustekijät mitattiin puu- ja taakkakohteisesti. Koehenkilöille opastettiin uudet menetelmät puutavaran teossa ja esikasauksessa. Ennen varsina-

sen tutkimuksen aloittamista koehenkilö harjoitteli uutta menetelmää 2—3 pv.

22. Hakkuumenetelmät

Hakkuussa oli kolme menetelmää. Vertailumenetelmänä käytettiin tavanomaista ajouran varteen tekoa (tekomenetelmä 1). Kuitupuun pituus oli n. 3 m. Ajouravali oli n. 30 m. Tukit ja ylijäreät pölkyt jätettiin palstalle, josta ne esijuonnettiin eri menetelmillä.

Pääosa hakkuusta tehtiin LEKA-menetelmällä (Harstela ym. 1977). LEKA-menetelmässä pyritään suunnatun kaadon avulla muodostamaan kasoja siten, että ne voidaan kätevästi esijuontaa ajouran varteen. Hakkuuohjeen mukaan suuret kuitupuupölkyt (yli 50 kg) jäävät paikalleen, keskikokoiset (35—50 kg) suoritetaan ja pienet (alle 35 kg) pölkyt kasataan. Ohjeelliset pölkyjen painorajat annettiin metsurille latvaläpimittana. Pölkyjen pituus oli n. 5 m. Ajouravali oli 25—90 m.

LEKA-hakkuu vintturi- (tekomenetelmä 2) ja hevosjuontoa varten (tekomenetelmä 3) poikkesi mm. siten, että kasat pyrittiin sijoittamaan hevosjuontomenetelmässä hieman erilleen hevosen liikkumisen helpottamiseksi apu-urilla. Hakkuumenetelmän kuvaus on esitetty kuvassa 1. Puut ajettiin tavanomaisella Valmet CK 870 metsätraktorilla. Leimikon I maastoluokka oli I ja leimikon II 2.

Taulukko 1. Aineiston määrä ja työolosuhteet.
 Table 1. The study material and the working conditions.

Leimikko Marked stand	Koehenkilö Subject	Työ- menetelmä Working method	Runkoja, kpl Number of stems			Rungon keskikoko, m ³ Average stem size, m ³	Oksaisuus- luokka Branchiness class	Leimikon tiheys, m ³ /ha Stand density, m ³ /ha	Jäävä puusto Remaining stock		Hakattu puumäärä, m ³ Quantity of wood cutted, m ³
			mänty pine	koivu birch	kuusi spruce				m ³ /ha	kpl/ha stems/ha	
I	1	1	131	—	—	0,194	2,0	119	192	700	25,4
		2	234	—	18	0,158	2,2	84	208	670	39,9
		3	239	1	3	0,218	2,1	70	220	585	53,1
II	2	1	175	5	2	0,188	2,0	48	224	649	34,2
		2	220	7	—	0,131	2,0	36	165	700	30,7
		3	217	—	—	0,123	2,0	39	191	525	26,7

Työmenetelmä
Working method

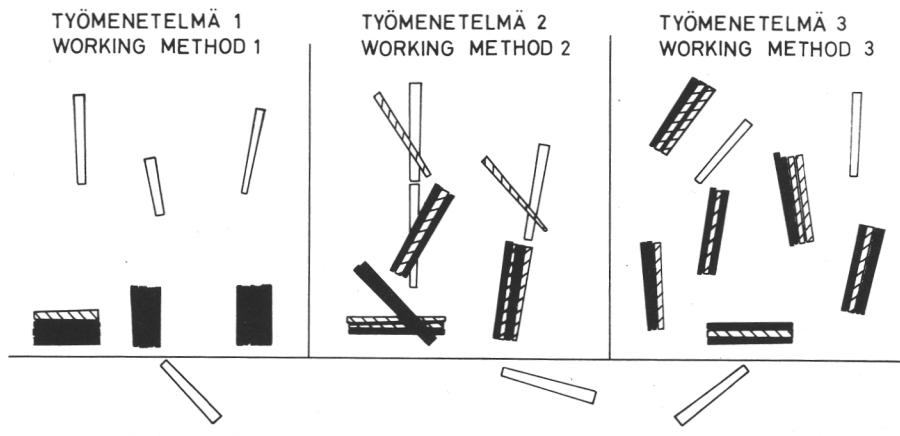
1 = n. 3-m ajouran varteen
ca. 3-m pulpwood alongside the strip road

2 = LEKA, vintturille
LEKA, winch

3 = LEKA, hevoselle
LEKA, horse

Taulukko 2. Koehenkilöiden ominaisuuksia.
 Table 2. Qualities of the test subjects.

Koehenkilö Subject	Ikä, v Age, years	Pituus, cm Height, cm	Paino, kg Weight, kg	Maksimaalinen hapenkulutus, l/min Maximum oxygen uptake, l/min	Lepo- verenpaine Blood pressure in rest	Työskentely hakkuumiehenä, v Working experience, years
1	38	180	78	3,4	normaali normal	6 + 4
2	29	175	81	3,7	normaali normal	2



Kuva 1. Hakkuumenetelmät.
 Fig. 1. Cutting methods.

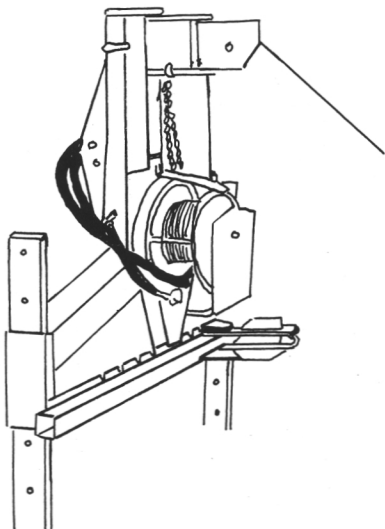
23. Esijuonto

Menetelmä 1. Maataloustraktorivintturi. Esijuonto tehtiin kahden miehen työryhmänä. Toinen henkilöistä hoiti traktorin siirtämisen, vintturin käytön ja pääosin vaijerin tai ketjujen irrottamisen taakasta. Työryhmän toinen henkilö vei vaijerin, sitoi ja irrotti juuttuneet taakat sekä sitoi uudelleen mahdollisesti purkautuneet taakat. Joissakin tapauksissa tämä henkilö irrotti vaijerin tai ketjut taakasta. (Kuva 2.)

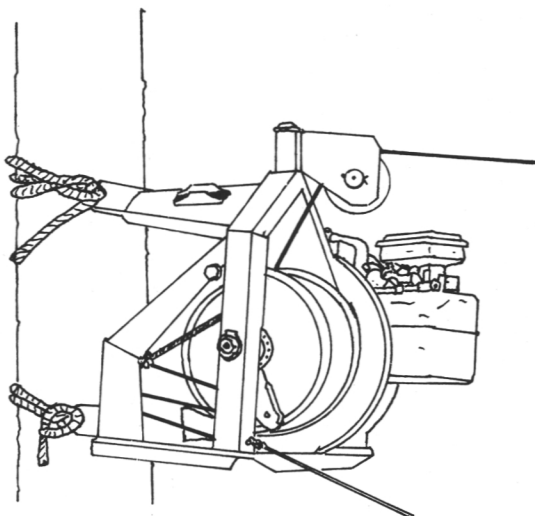
Menetelmä 2. Pienvintturi m/ST on Sauli Takalon metsäteknologian tutkimusosastossa kehittämä. Sen paino on n. 35 kg ja suurin vetovoima on n. 7,8 kN. Vetonopeus on n. 0,5 m/sek. Moottorina on Brigs & Stratton 4-tahtimoottori, jonka teho on 3,7 kW. Vintturia valmistaa Rovaniemen Konepaja.

Vintturi kiinnitettiin jäävään puuhun narulla (kuva 3). Vintturin toimintaperiaate on vastaava kuin tavanomaisessa traktorisovitteisessa mekaanisessa vintturissa. Tutkimuksen aikana käytettiin erillistä itsekelaatuvaa Nederman-narukelaa "käskyjen antamisessa". Tämä mahdollisti työskentelyn yhden miehen työryhmänä ja samalla vinssaaja saattoi seurata taakan etenemistä sekä pystyi siten paremmin estämään vaurioiden syntymisen ja mahdolliset taakan juuttumiset.

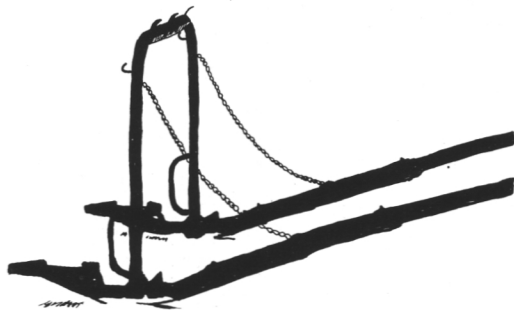
Menetelmä 3. Hevosjuontolaite MERAMÄ. Laitteen kehittäminen tapahtui Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osastossa pieksämäkeläisen Vilho Halosen rakentaman juontolaitteen pohjalta. Taakan vetovastuksen vaikutuksesta pankko kääntyy taakseen ja samalla nostaa taakan pään ylös (kuva 4).



Kuva 2. Tavanomainen maataloustraktorivintturi.
Fig. 2. Conventional farm tractor winch.



Kuva 3. Pienvintturi m/ST.
Fig. 3. Small winch m/ST.



Kuva 4. MERAMÄ-hevosjuontolaite.
Fig. 4. MERAMÄ horse skidding device.

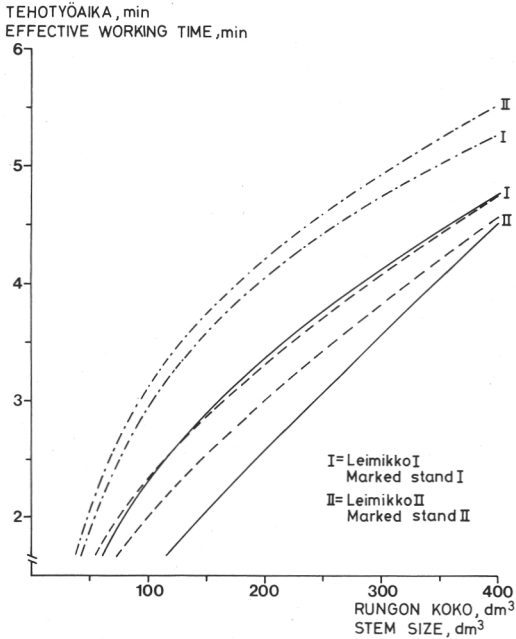
3. TUTKIMUSTULOKSET

31. Tehotyöajan menekki ja ihmistyöpanos hakkuussa

Tehotyöajan jakauma on esitetty liitteessä 1. Runkokohtaista tehotyöaikaa kuvaavat regressiomallit laskettiin valikoivan analyysin tekniikkaa käyttäen ja ne on esitetty liitteessä 2. Regressioyhtälöistä lasketut runkokohtaiset tehotyöajat rungon koon funktiona on esitetty kuvassa 5.

Suhteellinen runkokohtainen työajan menekki LEKA-hakkuumenetelmässä verrattuna n. 3 m:n ajouran varteen tekonon eri koehenkilöillä on esitetty taulukossa 3. LEKA-menetyksessä runkokohtaisen työajan säästö oli koehenkilöllä 2 suurempi kuin koehenkilöllä 1.

Tämän aineiston mukaan LEKA-hakkuumenetelmä on suhteellisesti edullisempi pie-



Kuva 5. Runkokohtainen tehotyöaika rungon koon funktiona. — — — = työmenetelmä 1, — — — = työmenetelmä 2, — · — · — = työmenetelmä 3.
Fig. 5. Effective working time per-stem as a function of stem size. — — — = working method 1, — — — = working method 2, — · — · — = working method 3.

nellä rungon koolla kuin suurella verrattaessa ajouran varteen tekonon. Tämä tulos poikkeaa aikaisemmista tutkimuksista (Harstela ym. 1977, Kahala ja Taipale 1978).

32. Työntekijän fyysinen kuormittuminen hakkuussa

Aikaisemman tutkimuksen mukaan työvaiheiden kestoajalla painotettu runkokohtainen työntekijän sydämen sykintä on ollut n. 5 % alhaisempi LEKA-hakkuumenetelmässä kuin ajouran varteen teossa (Harstela ym. 1977). Tämän tutkimuksen aineisto oli tämän asian tutkimiseen varsin pieni. Lisäksi aineiston keruussa sykkinnän mittaustulosten häiriöt vähensivät havaintojen määrää. Regressioyhtälöt työntekijöiden fyysisestä kuormittumisesta hakkuussa on esitetty liitteessä 3.

Leimikossa I työntekijällä 1 keskimääräinen sydämen sykintä oli kasauksessa n. 9 % alhaisempi LEKA-menetyksessä kuin ajouran varteen tekomenetyksessä.

Taulukko 3. Suhteellinen runkokohtainen työajan menekki LEKA-hakkuumenetyksessä ja n. 3 m:n teossa ajouran varteen.

Table 3. Relative per-stem expenditure of working time in the LEKA cutting method and when cutting ca. 3 m pulpwood alongside the strip roads.

Koehenkilö Subject	Työmenetelmä Working method	Rungon koko, m ³ — Stem size, m ³			
		0,1	0,2	0,3	0,4
		Suhteellinen työajan menekki Relative working time			
1	n. 3 m ca. 3 m	100	138	161	179
	LEKA, vintti. LEKA, winch	80	112	139	162
	LEKA, hevonen LEKA, horse	79	114	140	162
2	n. 3 m ca. 3 m	100	135	157	175
	LEKA, vintti. LEKA, winch	64	95	122	146
	LEKA, hevonen LEKA, horse	48	83	114	143

LEKA-menetelmässä vintturille ja hevoselle ei ollut työntekijän rasittumisessa eroja. Leimikossa II työntekijällä 2 keskimääräinen sydämen sykintä kasauksessa oli n. 1 % korkeampi kuin ajouran varteen tekomenetelmässä. Tähän lienee mm. vaikuttanut hakkuun aikana lisääntynyt lumi, jota LEKA-menetelmällä hakattaessa oli n. 10 cm enemmän, sekä mahdollisesti suurempi työtahti LEKA-menetelmässä kuin vertailumenetelmässä.

33. Esijuontotuotokset

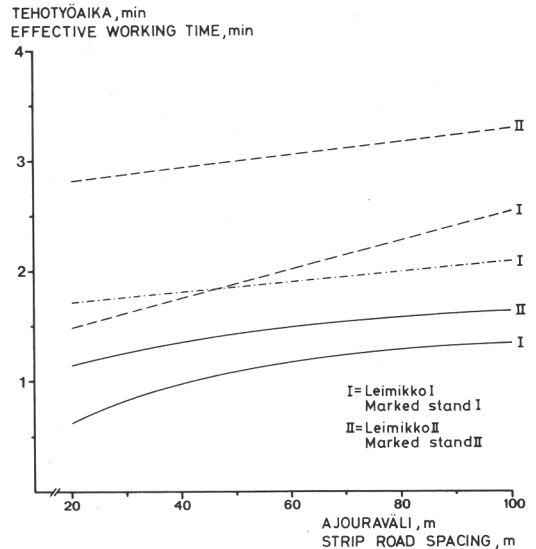
Taakkakohtaista tehoyöaikaa kuvaavat regressiomallit esijuonnossa on esitetty liitteessä 4. Regressioyhtälöistä saadut taakkakohtaiset tehoyöajat ajouravälin funktiona on esitetty kuvassa 6.

Liitteessä 5 on esitetty esijuonnon taakkakohtainen ajankäyttö ja sen jakauma eri työvaiheiden kesken. Taakkakohtaiset ajat olivat selvästi pienemmät pienvintturilla kuin traktorivintturilla. Suurimmat taakkakohtaiset ajat olivat hevosjuonnossa.

Vinssausmenetelmissä suurin osuus oli vinssauksella. Hevosjuonnossa eniten aikaa vienyt työvaihe oli taakan sitominen. Myös taakan irrottamisen työajan osuus oli suurempi kuin vintturimenetelmissä. Tutkimuksessa ollut hevonen oli erittäin vankka työhevonen. Voi olla, että esijuonnossa on pyritty liian suuriin taakkakokoihin, josta on ollut seurauksena sitomisaikojen voimakas suureneminen. Kuitenkaan taakkakoot eivät näyttäneet olevan liian raskaita hevosen vedettäviksi. Hevosjuonnossa, pyrittäessä ottamaan samaan taakkaan useampia kasoja kuin kolme, jouduttiin taakka järjestelmään, mikä vei paljon aikaa. Tämän tutkimusaineiston perusteella ei kuitenkaan pystytä sanomaan, miten pienempi taakan koko olisi vaikuttanut tuotokseen. Taakan juuttumisen ja ohjaamisen osuus oli pienempi hevosjuonto- kuin vintturimenetelmässä.

Eri esijuontomenetelmien käyttötuntituotos leimikoittain on esitetty juonnettua puumäärää kohti taulukossa 4. Tällöin keskeytysten osuutena käytettiin 10 %.

Taulukossa 5 on esitetty taakkojen keskimääräiset koot. Hevosjuontomenetelmässä taakkojen koot olivat suurimpia. Tästä johtuen tämän menetelmän tuottavuus LEKA-menetelmällä hakatun puutavaran



Kuva 6. Taakkakohtainen tehoyöaika esijuonnossa ajouravälin funktiona. — — — = traktorivintturi, — — — = pienvintturi m/ST, — — — = hevosjuontolaite MERAMA.

Fig. 6. Effective working time per-burden as a function of strip road spacing. — — — = farm tractor winch, — — — = small winch m/ST, — — — = horse skidding device MERAMA.

esijuonnossa oli samaa suuruusluokkaa tai suurempi kuin traktorivintturilla, vaikka taakkakohtaiset ajat olivat suuremmat.

Laitisen ja Takalon (1977) tutkimuksen mukaan pienvintturin työmaantuntuotos on ollut tukkien esijuonnossa 5,85 m³. Tällöin taakkojen koot olivat n. 0,2 m³. Harstelan ja Tervon (1977) tutkimuksen mukaan radio-ohjauksella toimivan traktorivintturin käyttötuntuotos on ollut harvennusoloissa LEKA-

Taulukko 4. Esijuontotuotokset harvennusolosuhteissa 30 ja 60 m:n ajouravälillä (hakkuu LEKA-menetelmällä) juonnetulle puumäärälle.

Table 4. Bunching outputs in thinning conditions for timber (cut by the LEKA method) skidded with a strip road spacing of 30 and 60 m.

Esijuontomenetelmä Bunching method	Tuotos, m ³ /käyttötunti Output, m ³ /gross effective time			
	Leimikko I Marked stand I		Leimikko II Marked stand II	
	30	60	30	60
Traktorivintturi Tractor winch	6,3	5,9	—	—
ST-vintturi ST winch	6,5	5,3	4,3	3,7
Hevosjuonto Horse-skidding	9,7	7,8	4,1	3,9

Taulukko 5. Taakkojen keskimääräiset koot eri esijuontomenetelmissä.

Table 5. Average burden sizes in the different bunching methods.

Leimikko Marked stand	Esijuontomenetelmä — Bunching method					
	Traktorivintturi Tractor winch		ST vintturi ST winch		Hevosjuonto Skidding by horse	
	n. 3 m ca. 3 m	LEKA LEKA	n. 3 m ca. 3 m	LEKA LEKA	n. 3 m ca. 3 m	LEKA LEKA
Taakan koko, dm ³ — Size of burden, dm ³						
I	149	207	—	116	208	290
II	—	—	83	100	—	218
\bar{x}	149	207	83	108	208	254

menetelmällä hakatun puutavaran esijuonnossa 7,3 m³ ja tukkien ja ylijäreiden pöllien esijuonnossa 8,9 m³/käyttötunti. Radiotir 740-erillisvintturitutkimuksessa 29 m:n keskimääräisellä vinssausmatkalla oli työmaantuntuotus harvennusoloissa 4,3 m³. Tällöin rungon keskikoko oli 0,1 m³ ja keskimäärin kolme rankaa muodosti taakan (Mäkelä ja Rumukainen 1976). Larssonin ja Permalmin (1971) tutkimuksessa työmaantuntuotus Radiotir-vintturilla oli 4,2 m³, kun rungon koko oli 0,1 m³. Taipaleen (1977) tutkimuksen mukaan väljennyksessä Nordfor-vintturin tehotuntuotus on ollut 50 m:n ajouravälillä 0,1 m³ taakkakoolla 3—6 m:n rankatavaran esijuonnossa 2,0 m³/h ja 0,3 m³ taakkakoolla 5,0 m³. Tämän tutkimuksen tulokset sopivat hyvin kirjallisuudessa esiintyneiden tuottavuuslukujen puitteisiin.

Pesun (1979) mukaan 3-m kuitupuun vinssauksen käyttötuntuotus oli Normet-vintturilla 10,3—11,6 m³, kun vinssaus tehtiin kuormauksen ja metsäkuljetuksen yhteydessä. Tällöin vinssaukseen ei sisälly taakan irrotusta. Ajouraväli oli 50—60 m. Vastaava käyttötuntuotus kuormauksen kanssa oli 5,6—6,3 m³. Tuloksia arvosteltaessa on otettava huomioon, että tässä tapauksessa osa puutavarasta on hyvin lähellä traktoria, koska koko puumäärä käsitellään. Sen sijaan pelkässä esijuonnossa käsitellään vain kauempana ajourasta sijaitsevaa puutavaraa.

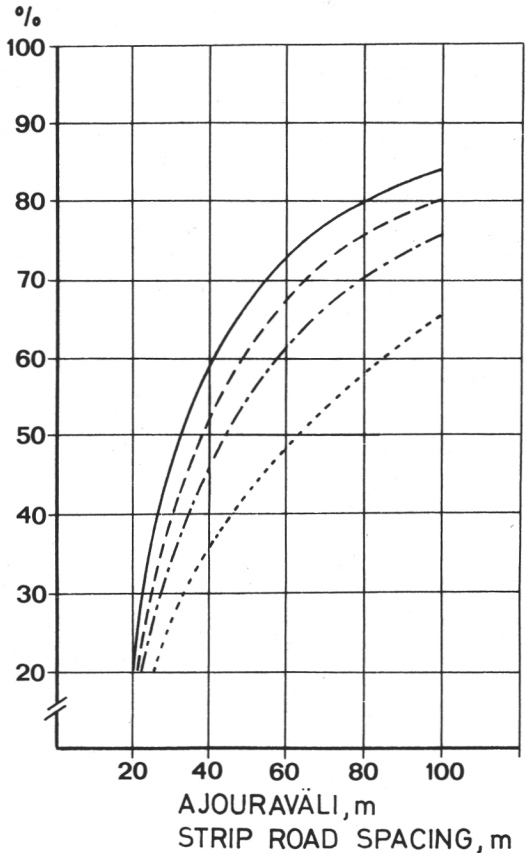
Esijuonnettu puumäärä %:na koko puumäärästä oli seuraava:

	Leimikko I	Leimikko II
n. 3 m	25,7	6,0
LEKA	68,6	47,1

Kuvassa 7 on esijuonnettavien puiden osuus ajouravälin funktiona.

34. Fyysinen kuormittuminen esijuonnossa

Taulukossa 6 on esitetty regressioyhtälöistä laskettu keskimääräinen koehenkilön sydämen sykintä esijuonnon eri työvaiheissa. Leimikossa I LEKA-menetelmällä hakatun puutavaran esijuonnossa oli korkein sykintä hevosjuonnossa. Sykintä oli tosin pienvintturijuonnossa samaa suuruusluokkaa kuin hevosjuonnossakin. Hevosjuonnossa joudutaan kulkemaan heosen edellyttämää nopeutta, joka varsinkin taakkaa vedettäessä on suurempi kuin ihmisen tavanomainen kävelynopeus. Heosen kävelynopeus on kuormaa vedettäessä n. 8 km/h (Ron-



Kuva 7. Esijuonnettavien puiden osuus ajouravälin funktiona. — = tukkien kasaus (Elovaio 1972), - - - = leimikko I, LEKA-menetelmä, - · - · = Radiotir harvennuksessa (Orth 1975), ····· = leimikko II, LEKA-menetelmä.

Fig. 7. Proportion of logs to be bunched as a function of strip road spacing. — = bunching of saw logs (Elovaio 1972), - - - = marked stand I, LEKA method, - · - · = Radiotir-winch in thinnings (Orth 1975), ····· = marked stand II, LEKA method.

Taulukko 6. Keskimääräinen sydämen sykintä esijuonnon eri työvaiheissa.
 Table 6. Average heart rate in the different work phases of bunching.

Työvaihe Working phase	Leimikko I — Marked stand I			Leimikko II — Marked stand II				
	Tr.vintt. LEKA	ST LEKA	Hev. LEKA	Tr.vintt. 3 m	Hev. 3 m	ST LEKA	Hev. LEKA	ST 3 m
	Tr. winch LEKA	ST LEKA	Horse LEKA	Tr. winch 3 m	Horse 3 m	ST LEKA	Horse LEKA	ST 3 m
	Sydämen sykintä, kertaa/min — Heart rate, beats/min							
Valmistelu Preparing	104,5	115,6	125,7	121,0	—	127,4	109,0	118,0
Köydenvienti/ajo tyhjänä Taking the rope/driving unloaded	115,6	121,0	121,7	123,9	126,0	130,0	110,6	123,6
Asettelu Adjusting	121,6	123,2	124,6	—	140,5	130,4	116,5	124,8
Taakan sitominen Fixing of the burden	118,0	126,5	126,4	123,8	130,2	131,2	113,0	124,5
Vinssaus/ajo kuormalla Winching/driving loaded	114,1	127,3	126,0	123,0	129,1	133,4	112,8	123,4
Juuttuminen Getting stuck	113,0	127,7	116,0	—	—	132,8	110,0	123,0
Taakan ohjaus Leading of the burden	114,3	126,1	126,5	—	127,0	133,0	124,0	120,3
Taakan irrotus Loosing of the burden	114,0	123,4	126,5	122,3	129,0	130,7	109,1	120,6
Siirtyminen Moving	98,1	126,0	—	119,5	—	139,0	—	136,0
ST-vintturin kiinnitys Fastening of ST winch	—	116,3	—	—	—	119,5	—	92,0
\bar{x}	112,6	123,3	124,2	122,3	130,3	130,7	113,1	120,6

k a n e n 1950). Pitemmillä vedätysmatkoilla tilanne voi muuttua, mikäli taakan vetovastuksesta johtuen hevonen joutuu pysähtelemään. Kuitenkin juontolaitteen käytössä voitaneen pitää suurimpana juontomatkana 100—200 m. Hyvissä oloissa voi juontolaitteen kyydissä olla sekä tyhjänä että kuormalla ajossa.

Traktorivintturilla tehdyssä esijuonnon sydämen sykintä oli alhaisin. Traktorivintturijuonnon työskenneltiin kahden miehen työryhmänä, ja tällöin koehenkilöllä jäi enemmän aikaa elpymiseen, koska työryhmän toinen mies pääasiallisesti hoiti taakan irrottamisen.

Pienvintturin siirtely ajouralla oli raskas työvaihe etenkin paksun lumen aikaan ja vaikeissa maasto-oloissa. Leimikossa II LEKA-menetelmässä oli vintturin siirrossa koehenkilön sydämen sykintä n. 6 % ja ajouran varteen tekomenetelmässä n. 12 % korkeampi kuin keskimääräinen sydämen sykintä pienvintturimenetelmässä. Leimikossa II käytettiin vain kahta esijuontomenetelmää. Hevosjuonnon oli selvästi alhaisempi koehenkilön sydämen sykintä kuin pienvintturimenetelmässä. Olosuhteet leimikolla olivat samat ja koehenkilönä oli sama henkilö. Tässä tutkimuksessa koehenkilön

sydämen sykintä oli samaa suuruusluokkaa kuin K l e n i n ja L o u h e v a a r a n (1976) vintturijuontoa koskeneessa tutkimuksessa.

35. Ajotuotos

Ajouran varteen esijuonnetut tai hakkuun yhteydessä kasatut puut ajettiin VALMET 870 CK kuormatraktorilla. Ajotuotokset on esitetty taulukossa 7. Keskimääräisenä kuorman kokonaan käytettiin LEKA-menetelmässä 9,0 m³ ja n. 3 m:n ajouran varteen tekomenetelmässä 7,0 m³. Ajomatkana laskelmissa käytettiin 350 m. Ajonopeus oli tutkimuksen aineiston mukainen ja keskeytysten osuus 10 %. Tuotoksia laskettaessa ei ole otettu mukaan työmaalle siirtymisaikoja.

LEKA-hakkuumenetelmällä tehdyn puutavaran ajotuotosta alensi kuormausvaiheessa tapahtunut tukkien erottelu kuitupuusta. Pölkyjen ja tukkien pituudet olivat samaa suuruusluokkaa (n. 5 m), joten erottelu jouduttiin tekemään latvaläpimitan perusteella. Useissa tapauksissa ajuri joutui kääntämään tukin nähdäkseen hakkuuvaiheessa tehdyn pituusmerkinnän tukin latvapäästä. Leimi-

kossa II hakkuun ja ajon välillä sataneesta lumesta johtuen oli jonkin verran vaikeuksia varsinkin yksittäisten ajouralla pituussuunnassa olevien tukkien havaitsemisessa.

Kahalan ja Taipaleen (1978) tutkimuksen mukaan tehotuntituotos pitkän kuitupuun ajossa on ollut 11,5 m³ lajittelu- tiheydelle 40 m³/ha, ajouravälin ollessa 30 m ja ajomatkan 250 m. Tämän tutkimuksen mukainen ajotuotos oli huomattavasti pienempi. Eräs syy tähän saattaa olla se, että kevyillä juontolaitteilla esijuonnettaessa kasoista tulee huonompia kuin pitkälle ulot- tavia kasaustuomeja käytettäessä.

Taulukko 7. Ajon käyttötuntituotokset.

Table 7. Forwarding outputs per gross effective time.

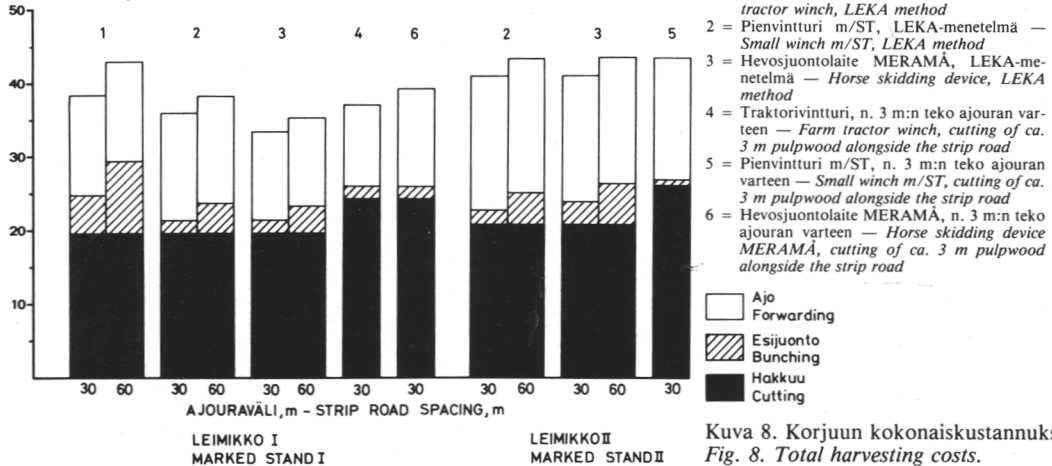
Esijuontomenetelmä Bunching method	Työmenetelmä Working method	Leimikko I Marked stand I	Leimikko II Marked stand II
		Tuotos, m ³ /käyttötunti Output, m ³ /gross effective time	
Traktorivintturi Tractor winch	LEKA	8,7	—
	LEKA n. 3 m ca. 3 m	11,1	—
ST-vintturi ST winch	LEKA	8,2	6,5
	LEKA n. 3 m ca. 3 m	—	7,2
Hevosjuonto Horse-skidding	LEKA	9,9	6,9
	LEKA n. 3 m ca. 3 m	9,1	7,1

4. KORJUUKUSTANNUS

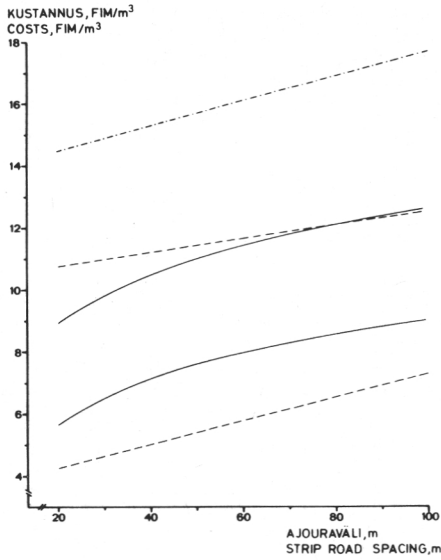
Korjuukustannukset on esitetty kuvassa 8. Tällöin esijuontolaitteiden vuotuinen käyttö- tuntimäärä oli 500. Hakkuumiehen palkka on syksyllä 1980 voimassa olleen työehto- sopimuksen mukainen n. 3 m:n ajouran var- teen tekomenetelmässä. Osittain tämän ja aikaisemman tutkimusaineiston (Hars- tela ym. 1977) mukaisesti on laskettu LEKA-hakkuumenetelmän kustannukset. Palkat sisältävät sosiaalikulutukset (40 %). Esijuonnon lisälaitteille laskettiin tuntikulut seuraavasti. Hankintahin- tana käytettiin voimassa olevaa ohjemyynti- hintaa lisävarusteineen. Jäännösarvona

käytettiin 10 % hankintahinnasta, poisto- aikana 5 v, korkona 10 %, korjaus- ja huol- tokustannuksina 2 %, ST-vintturille 2,5 % hankintahinnasta. Laskelmissa on huomioi- tu myös ST-vintturin polttoainekustannuk- set. Traktorin + kuljettajan tuntikustan- nuksena käytettiin 57,00 mk (Kone ja... 1980), miehen 25,38 mk sekä hevosen ja miehen 43,51 mk (Metsä- ja uittoalan työ- ehtosopimus... 1980). Metsätraktorin käyt- tötuntikustannuksena käytettiin 121 mk (Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksut 1980). Kuvissa 9—12 on esitetty esijuonnon kustannukset eri vuotuisille käyttötuntimää-

KORJUUKUSTANNUS, FIM/m³
LOGGING COSTS, FIM/m³

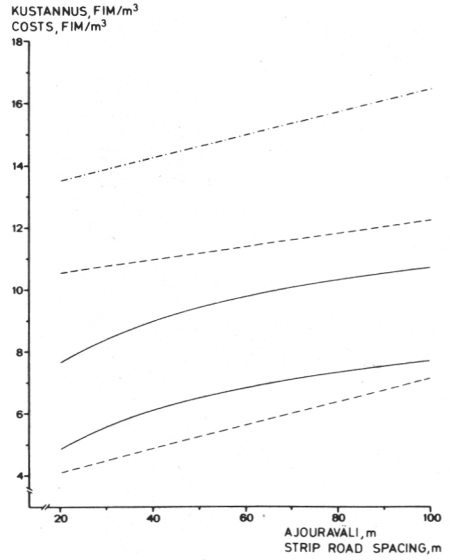


Kuva 8. Korjuun kokonaiskustannukset.
Fig. 8. Total harvesting costs.



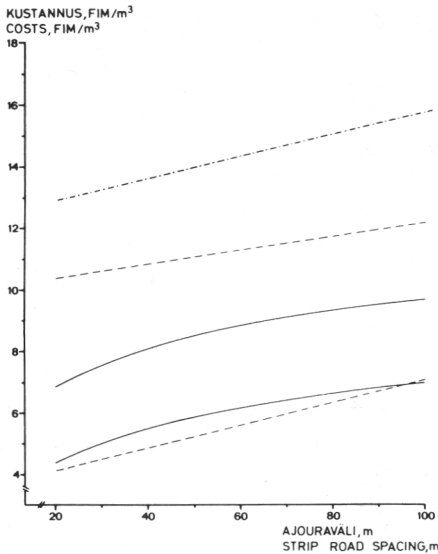
Kuva 9. Esijuontokustannus käyttötuntia kohti 100 h:n vuotuisella käyttötuntimäärällä. — — — = traktori-vintturi, LEKA-menetelmä, — — — = pienvintturi m/ST, LEKA-menetelmä, — — — = hevosjuontolaite MERAMÄ, LEKA-menetelmä.

Fig. 9. Costs of bunching per gross effective time when annual total of gross effective time is 100 h. — — — = farm tractor winch, LEKA method, — — — = small winch m/ST, LEKA method, — — — = horse skidding device MERAMÄ, LEKA method.



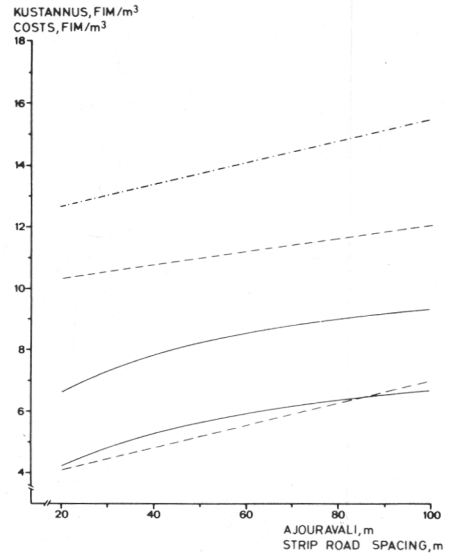
Kuva 10. Esijuontokustannus käyttötuntia kohti 200 h:n vuotuisella käyttötuntimäärällä. Selitykset ks. kuva 9.

Fig. 10. Costs of bunching per gross effective time when annual total of gross effective time is 200 h. See Fig. 9.



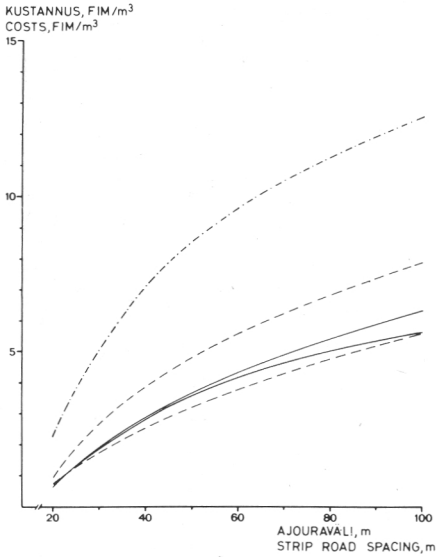
Kuva 11. Esijuontokustannus käyttötuntia kohti 500 h:n vuotuisella käyttötuntimäärällä. Selitykset ks. kuva 9.

Fig. 11. Costs of bunching per gross effective time when annual total of gross effective time is 500 h. See Fig. 9.



Kuva 12. Esijuontokustannus käyttötuntia kohti 1000 h:n vuotuisella käyttötuntimäärällä. Selitykset kuva 9.

Fig. 12. Costs of bunching per gross effective time when annual total of gross effective time is 1000 h. See Fig. 9.



Kuva 13. Esijuontokustannus käyttötuntia kohti 500 h:n vuotuisella käyttötuntimäärällä koko puumäärälle. Selitykset kuva 9.

Fig. 13. Costs of bunching per gross effective time for the total quantity of timber when annual total of gross effective time is 500 h. See Fig. 9.

5. JÄLJELLE JÄÄVÄN PUUSTON VAURIOITUMINEN

Laitisen ja Takalon (1977) tutkimuksen mukaan moottorisahavintturilla tehdyssä esijuonnossa vaurioitui 4 % jäljelle jääneestä puustosta. Tällöin 2,5 % oli pintavaurioita. Carlestålin ja Dehlénin (1977) tutkimuksessa esikasauksessa oli vaurioitunut 0,7 % jäljelle jääneestä puustosta. Pesun (1979) tutkimuksen mukaan eri leimikoissa oli vaurioitunut esikasauksessa 0,56—1,5 %. Edellä esitetyt tutkimukset sisältävät sekä pinta- että syvävauriot. Kaikki tutkimukset olivat vintturin käytöstä ja vaurioitumis-% sisältävät ainoastaan esijuonnon.

Tässä tutkimuksessa korjuun aiheuttamat vauriot inventoitiin erikseen esijuonnon ja ajon jälkeen. Tulokset on esitetty taulukoissa 8 ja 9. Tutkimuksen mukaan jäljelle jäävää puustoa vaurioitui keskimäärin hieman enemmän kuin edellä esitetyissä kolmessa tutkimuksessa. Varsinkin traktori-

rille juonnetulle puumäärälle ja kuvassa 13 esijuontokustannus koko puumäärälle 500 tunnin vuotuisella käytöllä.

Kun aikaisemmista tutkimuksista muunnetaan pitkiin puomiin perustuvien esikasauksoneiden tai pitkälle ulottuvien kuormainten työn esijuonto-osuus samalle kustannustasolle, päädytään kasattua puutavaraa kohti laskettuihin kustannuksiin, jotka suoritun pitkän kuitupuun osalta vaihtelevat 7,80—13,80 mk/m³ ja palstalle kasatun 3-m kuitupuun osalta 3,10—14,40 mk/m³ (Harstela 1976, Taipale 1976, Harstela ym. 1977, Kahala ja Taipale 1978, Taipale ja Thesslund 1979). Suuruusluokka ja vaihteluväli vastaavat tämän tutkimuksen kustannuksia. Toisaalta metsäkuljetuskustannus on suurempi kevyiden esijuontolaitteiden jäljiltä kuin pitkälle ulottuvalla kuormaimella tehdyn esijuonnon tai kuormaukseen yhdistetyn esijuonnon jälkeen.

vintturimenetelmässä leimikossa I ns. lähesvaurioita oli runsaasti. Puuainekseen ulottuvia vaurioita oli kuitenkin vähän, ja ero aikaisempiin tutkimuksiin saattaakin johtua siitä, ettei kuorivaurioita aina ole laskettu vaurioiksi. Lähes vaurioitumistilanteita, joissa jäävän puuston kuoreen jäi jälki puuainesta kuitenkaan rikkomatta, oli verraten paljon. Tämä osoittaa sen, että huolimattomalla työllä voi aiheuttaa vaurioita, mutta huolellisella työllä vauriot jäävät vähäisiksi.

Verrattaessa vastaavan hakkuumenetelmän (LEKA) korjuuta pitkälle ulottuvilla kuormaimilla, voidaan todeta vaurioita tällöin olleen vähemmän, kuin nyt tutkituilla menetelmillä tehdyssä korjuussa (Harstela ym. 1977). Harstelan ja Tervon (1977) tutkimuksen mukaan LEKA-menetelmällä hakatun ja radio-ohjauksella toimivan traktorivintturin esijuonnossa harvennus- ja väljennysoloissa

vaurioitui 1—5 % jäljelle jäävästä puustosta. Verhokuuston korjuun esijuonnossa jäljelle jäävän taimiston vaurioituminen oli samaa suuruusluokkaa kuin tässä tutkimuksessa (Tervo 1979). Tällöin käytettiin samoja esijuonto- ja hakkuumenetelmiä kuin tässä tutkimuksessa. Pienvintturin

m/ST kiinnittämisessä jäävään puuhun aiheutui useissa tapauksissa syvävaurio, varsinkin jos esijuonnettavaa puuta oli samasta vinssauspisteestä paljon. Kiinnitysmekanis- mia kehittämällä voidaan näitä vaurioita vähentää.

Taulukko 8. Jäljelle jäävän puuston vaurioituminen esijuonnossa ja ajossa (mukana ainoastaan syvät puuainekseen ulottuvat vauriot).

Table 8. Damage to the residual growing stock in bunching and forwarding (only deep damage extending to wood proper is included).

Esikasausmenetelmä <i>Bunching method</i>	Työmenetelmä <i>Cutting method</i>	Esikasausvauriot, % <i>Skidding damages, %</i>		Ajovauriot, % <i>Forwarding damages, %</i>		Yhteensä, % <i>Total, %</i>	
		Leimikko I <i>Marked stand I</i>	Leimikko II <i>Marked stand II</i>	Leimikko I <i>Marked stand I</i>	Leimikko II <i>Marked stand II</i>	Leimikko I <i>Marked stand I</i>	Leimikko II <i>Marked stand II</i>
Traktorivintturi <i>Tractor winch</i>	LEKA, n. 5 m <i>LEKA, ca. 5 m</i>	0,8	—	0,8	—	1,6	—
ST-vintturi <i>ST winch</i>	LEKA, n. 5 m <i>LEKA, ca. 5 m</i>	0,4	0,2	0,8	0,6	1,2	0,8
	n. 3 m <i>ca. 3 m</i>	—	—	—	0,2	—	0,2
Hevosjuonto <i>Horse-skidding</i>	LEKA, n. 5 m <i>LEKA, ca. 5 m</i>	0,6	0,2	0,5	0,5	1,1	0,7
	n. 3 m <i>ca. 3 m</i>	—	—	1,6	0,8	1,6	0,8

Taulukko 9. Jäljelle jäävän puuston vaurioituminen esijuonnossa ja ajossa (mukana myös sellaiset pinta- vauriot, joissa puuainekseen ei ole tullut näkyviin).

Table 9. Damage to the residual growing stock in bunching and forwarding (including superficial damage in which the wood proper was not exposed).

Esikasausmenetelmä <i>Bunching method</i>	Työmenetelmä <i>Cutting method</i>	Esikasausvauriot, % <i>Skidding damages, %</i>		Ajovauriot, % <i>Forwarding damages, %</i>		Yhteensä, % <i>Total, %</i>	
		Leimikko I <i>Marked stand I</i>	Leimikko II <i>Marked stand II</i>	Leimikko I <i>Marked stand I</i>	Leimikko II <i>Marked stand II</i>	Leimikko I <i>Marked stand I</i>	Leimikko II <i>Marked stand II</i>
Traktorivintturi <i>Tractor winch</i>	LEKA, n. 5 m <i>LEKA, ca. 5 m</i>	13,8	—	0,9	—	14,7	—
	n. 3 m <i>ca. 3 m</i>	2,7	—	2,0	—	4,7	—
ST-vintturi <i>ST winch</i>	LEKA, n. 5 m <i>LEKA, ca. 5 m</i>	4,7	1,8	1,6	0,7	6,3	2,5
	n. 3 m <i>ca. 3 m</i>	—	—	—	0,4	—	0,4
Hevosjuonto <i>Horse-skidding</i>	LEKA, n. 5 m <i>LEKA, ca. 5 m</i>	5,5	0,9	1,5	0,7	7,0	1,6
	n. 3 m <i>ca. 3 m</i>	3,2	2,5	2,4	1,2	5,6	3,7

6. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimus vahvistaa aikaisempaa käsitystä siitä, että LEKA-menetelmään perustuva korjuuketju on kustannusten ja teon ergonomian suhteen edullinen toisessa ja myöhemmissä harvennuksissa tavanomaiseen palstatiin varteen tekoon verrattuna (vrt. Harstela ym. 1977). Kevyet juontomenetelmät näyttävät myös sopivilta LEKA-menetelmän yhteydessä käytettäväksi. Esijuontokustannukset kevyillä laitteilla ovat samaa suuruusluokkaa tai jopa halvempat kuin järeillä esijuontokoneilla tai pitkälle ulottuvilla kuormaimilla. Toisaalta kuitenkin metsätraktorikuljetuskustannus on suurempi kevyiden esijuontolaitteiden yhteydessä, koska kasojen laatu on huonompi. Kokonaiskustannuksissa ei liene suurta eroa, joten kevyet juontolaitteet soveltuvat täydentämään järeiden koneiden muodostamia korjuuketjuja pienillä erillisillä leimikoilla tai silloin, kun tarvitaan lisäkapasiteettia esijuontoon. Esijuonto mahdollistaa myös yli 30 m:n ajouravälin käytön.

Metsänomistajien omatoimiseen puunkorjuuseen tutkitut esijuontomenetelmät soveltuvat hyvin. Työn tuottavuuden kan-

nalta ja kuormausvaiheen keventämiseksi lienee kuitenkin edullista liittää traktorivintturilla työskenneltäessä kuormausvinssaukseen ns. kuormauspuomilla (esim. Pesu 1979). Ainoana haittana lienee kuormausvaiheen tapaturma-alttius ko. menetelmässä. Jos metsäkuljetus suoritetaan kourakuormaimella varustetulla traktorilla, ovat kaikki tutkitut menetelmät käyttökelpoisia.

Hevosjuonto ja pienvintturijuonto osoittautuivat kustannuksiltaan edullisemmiksi kuin esijuonto traktorivintturilla. Traktorivintturin edullisuutta voidaan kuitenkin parantaa siten, että esim. narukelan avulla työskennellään yhden miehen työryhmällä tuntituotoksen oleellisesti vähenemättä. Tällöin säästyy apumiehen palkka. Työn kuormittavuus kuitenkin lisääntyy. Sekä hevosjuonnon että pienvintturijuonnon työn kuormittavuus oli kuitenkin suurempi kuin kahden miehen työryhmällä traktorivintturilla. Pienvintturin painoa alentamalla voitaisiin kuormittumista oleellisesti vähentää esim. kevyemmän moottorin avulla.

7. YHDISTELMÄ

Tutkittiin LEKA-menetelmällä hakatun pitkän (n. 5 m) puutavaran esijuontoa vinttureilla ja hevosella. Vertailumenetelmänä oli tavanomainen (n. 3 m) ajouran varteen teko n. 30 m:n ajouravälillä. Työn tuotoksen ja kustannusten lisäksi tutkittiin työntekijän fyysistä kuormittumista puutavaran teossa ja esijuonnossa sekä inventoitiin jäävän puuston vaurioituminen. Esijuontomenetelminä olivat vinssaus traktorilla ja ST-vintturilla sekä hevosjuonto MERAMÄ-juontolaitteella.

Teko LEKA-menetelmällä oli koehenkilöllä 1 n. 20 %, ja koehenkilöllä 2 n. 45 % nopeampaa kuin n. 3 m:n kuitupuun teko ajouran varteen. Fyysinen kuormittuminen

kasauksessa oli koehenkilöllä 1 n. 9 % alhaisempi LEKA-menetelmässä kuin ajouran varteen teossa.

Eri esijuontomenetelmien käyttötuntituotokset olivat leimikossa I 60 m:n ajouravälillä traktorivintturilla 5,9 m³, ST-vintturilla 5,3 m³ ja hevosjuonnossa 7,8 m³. Vastaavasti leimikossa II ST-vintturin käyttötuntituotos oli 3,7 m³ ja hevosjuonnon 3,9 m³. Taakkojen keskimääräiset koot leimikoissa olivat traktorivintturilla 0,21 m³, ST-vintturilla 0,11 m³ ja hevosjuonnossa 0,25 m³ LEKA-menetelmällä hakatun puutavaran esijuonnossa.

Fyysinen kuormittuminen oli leimikossa I suurin hevosjuontomenetelmässä. Traktori-

vintturilla tehdyssä esijuonnossa sydämen sykintä oli alhaisin. ST-vintturin siirtely paljon lumen aikaan oli raskas työvaihe.

LEKA-menetelmällä hakatun esijuonnetun puutavaran ajotuotokset käyttötunnissa olivat leimikossa I seuraavat:

— esijuonto traktorivintturilla	8,7 m ³
— esijuonto ST-vintturilla	8,2 m ³
— esijuonto hevosella	9,9 m ³

Yleensä vertailumenetelmän ajotuotos oli hieman suurempi kuin LEKA-menetelmässä hakatun esijuonnetun puutavaran ajossa.

Korjuun kokonaiskustannukset olivat leimikossa I 30 m:n ajouravälillä LEKA-hakkuumenetelmällä hakatun ja ST-vintturilla esijuonnetun puutavaran korjuussa 36,11 mk/m³, traktorivintturilla 38,35 mk/m³ ja hevosella 33,39 mk/m³. Ajouran varteen tekomenetelmässä, jossa tukit ja ylijäreät pölkyt oli esijuonnettu traktorivintturilla 36,97 mk/m³ ja hevosella 39,38

mk/m³. LEKA-menetelmällä hakatun ja 60 m:n ajouravälillä esijuonnetun puutavaran korjuukustannus oli ST-vintturi- ja hevosmenetelmällä n. 2 mk/m³ suurempi kuin 30 m:n ajouravälillä.

Puuainekseen ulottuvia vaurioita aiheutui jäljellä jäävälle puustolle leimikossa I LEKA-menetelmässä ST-vintturilla esijuonnossa ja ajossa yhteensä 1,2 %, traktorivintturilla 1,6 % ja hevosella 1,1 %.

Tutkimus osoitti, että kevyet juontomenetelmät soveltuvat täydentämään järeitä esijuontokoneita tai pitkälle ulottuvia kuormaimia. Kokonaiskustannukset ovat samaa suuruusluokkaa tai jopa hieman pienempiä kuin tavanomaisessa ajouran varteen tekomenetelmässä. Tutkimuksessa olleet esijuontolaitteet soveltuvat hyvin käytettäväksi mm. pienillä erillisillä leimikoilla sekä metsänomistajan omatoimisessa puunkorjuussa tai silloin, kun halutaan käyttää yli 30 m:n ajouraväliä.

KIRJALLISUUS

- CARLESTÅL, B. & DEHLÉN, R. 1977. Gallringsmetoder för själverksam skogsägare. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsteknik Skogshögsk. 105: 1—138.
- ELOVAINIO, A. 1972. Maataloustraktorisoitteisen vintturin käyttö tukkien kasauksessa harvennuseksäolosuhteissa. Summary: Use of a farm tractor-mounted winch for bunching sawlogs in thinnings. Metsätehon tiedotus 316:1—126.
- HARSTELA, P. 1976. Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liukupuomi-kuormausta varten. Summary: Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide boom loading. Folia For. 260:1—23.
- , JÄRVINEN, J., TERVO, L. & AHOLAINEN, R. 1977. Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä). Summary: The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method). Folia For. 310:1—29.
- & TERVO, L. 1977. Maataloustraktorisoitteinen vintturi pölliin sekä LEKA-menetelmällä hakatun puutavaran kasauksessa harvennuseksäolosuhteissa. Esitutkimus. Metsätutkimuslaitos. Metsätieteologian tutkimusosasto 3/1977. Moniste. 23 s.
- KAHALA, M. & TAIPALE, J. 1978. Pitkän puutavaran korjuu kasvatusmetsissä. Summary: Harvesting of long timber in young and middle-aged forests. Metsätehon tiedotus 349:1—24.
- KLEN, T. & LOUHEVAARA, V. 1976. Kuitupuun kasauksen keventämisen mahdollisuuksia harvennuseksäolosuhteissa. Työterveyslaitoksen katsauksia 9: 1—85.
- Kone- ja työkuustannukset maatalojen keskinäisessä työvavussa. 1980. TEHO 4:6—7.
- LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1977. Moottorisaha-vintturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa. Summary: Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch. Folia For. 328:1—31.
- LARSSON, T. & PERMALM, H. 1971. Studien av vinschbrossling med Radiotirsystemet. Summary: Study of Winching by Radiotir System. Redog. Skogsarbeten 7:1—127.
- LEVANTO, S. 1961. Puutavaran hevosjuonnon nykyvaihe. Juontovälinetiedustelun tuloksia. Summary: Presents stage of skidding by horse. Results of inquiry concerning skidding equipment. Työtehoseuran julkaisuja 90:1—74.
- Metsä- ja uittoalan työehtosopimus ja sen mukaiset m³-perusteiset metsätyöpalkkojen taulukot. 21.4. 1980—28.2.1982. 96 s.
- MÄKELÄ, J. & RUMMUKAINEN, A. 1976. Radiotir 740-erillisvintturi harvennuspuiden esijuonnossa. Summary: Preliminary skidding in thinnings by Radiotir 740 winch. Työtehoseuran metsätiedotus 253:1—8.
- ORTH, L. 1975. Vinch i gallring. Ekon. Skogsarbeten 8:1—4.
- PESU, J. 1979. Harvennuspuiden metsäkuljetus NORMET-vintturilla ja reellä varustetulla maataloustraktorilla. Summary: Normet winch and farm tractor in forest transport of thinnings operations. Työtehoseuran metsätiedotus 310:1—7.
- Puutavaran metsätraktorikuljetusmaksut Etelä-Suomessa 1.2.1980—31.1.1981. 24 s.

- RONKANEN, A.J. 1950. Puutavaran hevosajo. Metsäteknologia. Oppi- ja käsikirja. Helsinki. Keskusmetsälautakunta Tapio. s. 456—457.
- TAIPALE, J. 1976. Normetin kasauslaite. Summary: Normets bunching device. Metsätehon katsaus 19:1—6.
- 1977. Nordfor-vintturi. Metsätehon seloste 3:1—20.
- & THESSLUND, O. 1979. Liukupuomikuormaimen

vaikutus metsäkuljetustuotokseen harvennusemetsäolosuhteissa. Summary: The effect of the slide-boom loader on the forest haulage output in thinnings conditions. Metsätehon tiedotus. Metsäteho report 353:1—19.

- TERVO, L. 1979. Havaintoja verhoapuuston kasauksesta. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 29:1—17.

SUMMARY

Bunching by winch and horse of timber (length 5 m) cut by the LEKA method was studied. The control method was the conventional cutting of timber (about 3 m) alongside the strip road with a strip road spacing of approx. 30 m. In addition to the output and costs of the work, the worker's physical strain in the cutting of timber and in bunching was studied and an inventory was taken of the damage to the residual growing stock. The bunching methods were the customary tractor winch and ST winch and horse skidding using a MERA-MÄ skidding device.

Work by the LEKA method (based on straightening of bolts) for test subject 1 was about 20 % and for test subject 2 about 45 % faster than the cutting of approx. 3-m pulpwood alongside the strip road. The physical strain for subject 1 in bunching work with the LEKA method was about 9 % lower than in cutting alongside the strip road.

The outputs per gross effective time with the different bunching methods were 5,9 m³ for the tractor winch in stand I when strip road spacing was 60 m, 5,3 m³ for the ST winch and 7,8 m³ for skidding by horse. The corresponding outputs per gross effective time in stand II were 3,7 m³ for the ST winch and 3,9 m³ for horse skidding. The average sizes of the burden in the stands were 0,21 m³ for the tractor winch, 0,11 m³ for the ST winch and 0,25 m³ for horse skidding in the bunching of timber cut by the LEKA method.

The physical strain of driver in stand I was greatest in the horse skidding method. The heart rate was lowest in bunching by tractor winch. Moving the ST winch during the period of heavy snow was strenuous work.

The outputs per gross effective time in the forwarding of bunched timber cut by the LEKA method for stand I were as follows:

— bunching by tractor winch	8,7 m ³
— bunching by ST winch	8,2 m ³
— bunching by horse	9,9 m ³

The forwarding output of the control method was generally a little greater than that of bunched timber cut by the LEKA method.

The total cost of harvesting in stand I with a strip road spacing of 30 m in the harvesting of timber cut by the LEKA method and bunched by a ST winch was 36,11 FIM/m³, that for the tractor winch 38,35 FIM/m³ and for horse skidding 33,39 FIM/m³. In the method of cutting the timber alongside the strip road in which sawlogs and large pulpwood bolts were bunched by tractor winch the cost was 36,97 FIM/m³ and when bunched by horse 39,38 FIM/m³. The cost of harvesting timber cut by the LEKA method and bunched was approx. 2 FIM/m³ greater for the ST winch and horse method with a strip road spacing of 60 m than when the strip road spacing was 30 m.

Damage down to the wood proper was caused to 1,2 % of the residual growing stock in stand I with the LEKA method and bunching by ST winch, and for forwarding the corresponding percentages for tractor winch and horse were 1,6 and 1,1 %.

The study disclosed that light skidding methods are quite suitable as a complement to large-sized bunching machines or far-reaching loaders. The total costs are of the same magnitude or even slightly lower than in the conventional method of cutting timber alongside the strip road. The bunching methods studied are suitable for e.g. small separate marked stands, in the farmer's own timber harvesting operations or when a strip road spacing of over 30 m is preferred.

Liite 1. Tehotyöajan jakauma hakkuussa.
Appendix 1. Distribution of effective working time in cutting.

Työvaihe <i>Working phase</i>	Koehenkilö 1 <i>Subject 1</i>			Koehenkilö 2 <i>Subject 2</i>		
	n. 3 m	Leka vintt.	Leka hev.	n. 3 m	Leka vintt.	Leka hev.
	ca. 3 m	Leka winch	Leka horse	ca. 3 m	Leka winch	Leka horse
Siirtyminen <i>Moving</i>	7,0	7,9	7,5	8,6	12,1	9,7
Tyven raivaus <i>Clearing of butt</i>	0,4	1,5	0,4	3,5	4,6	7,8
Kaato <i>Felling</i>	10,6	12,7	11,5	12,5	14,7	14,5
Kaadon apuajat <i>Auxiliary times of felling</i>	0,9	1,9	3,8	3,5	3,3	2,9
Karsinta <i>Delimiting</i>	50,8	59,0	63,2	47,6	51,6	51,7
Katkonta <i>Cross-cutting</i>	7,2	3,9	3,6	4,9	4,5	4,0
Kasaus <i>Manual bunching</i>	20,8	12,5	9,8	18,0	9,0	9,1
Aluspuun teko <i>Preparing of bed timber</i>	1,8	—	—	1,3	—	—
Latvusten raivaus <i>Clearing of crowns</i>	0,5	0,6	0,2	0,1	0,2	0,3
Tehotyöaika <i>Effective working time</i>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Liite 2. Runkokohtaista tehotyöajan menekkiä hakkuussa kuvaavat regressioyhtälöt.
Appendix 2. Regression equations that illustrate the expenditure of per-stem effective working time in cutting.

Työntekijä 1
Worker 1

	R ²
$y_1 = -390,63 + 0,013x_1x_3 + 146,561nx_1$	84,5 %
$y_2 = -146,48 + 0,24x_1x_2 + 72,261nx_1$	89,8 %
$y_3 = -295,87 + 0,35x_1 + 3,41x_3 + 101,131nx_1$	79,9 %

Työntekijä 2
Worker 2

$y_1 = -399,75 + 0,19x_1 + 4,54x_3 + 3,00x_4 + 129,521nx_1$	86,9 %
$y_2 = -130,52 + 0,61x_1 + 4,24x_3 + 53,131nx_1$	88,5 %
$y_3 = -547,88 + 0,84x_1 + 138,25x_2 + 2,99x_3 + 8,39x_4 + 34,781nx_1$	89,1 %

y_i = runkokohtainen tehotyöaika, cmin
effective working time per stem, cmin

Työmenetelmä n:o
Working method no

i = hakkuumenetelmä n:o
working method no

1 = n. 3 m ajouran varteen
ca. 3 m pulpwood alongside the strip road

x_1 = rungon tilavuus, dm³
stem volume, dm³

2 = LEKA vintturille
LEKA, winch

x_2 = oksaisuusluokka
branchiness class

3 = LEKA hevoselle
LEKA, horse

x_3 = siirtymismatka, m
moving distance, m

x_4 = lumen paksuus, cm
snow depth, cm

Liite 3. Työntekijän fyysistä kuormittumista hakkuussa kuvaavat regressioyhtälöt.
Appendix 3. Regression equations that illustrate the physical strain of the worker in cutting.

Työntekijä 1
Worker 1

$$y_2 = 133,70 - 0,037x_1 + 0,0023x_1x_3$$

$$y_3 = 146,83 - 5,42x_2$$

R²
45,7 %
34,7 %

Työntekijä 2
Worker 2

$$y_1 = 134,13 - 1,051nx_1$$

$$y_2 = 153,04 + 0,0027x_1x_3 - 2,321nx_1$$

$$y_3 = 144,02 + 0,015x_1 - 3,791nx_1$$

13,1 %
71,6 %
31,8 %

y_i = runkokohtainen syke, kertaa/min
heart rate per stem, beats/min

Työmenetelmä n:o
Working method no

i = hakkuumenetelmä n:o
cutting method no

1 = n. 3 m ajouran varteen
ca. 3 m pulpwood alongside the strip road

x_1 = rungon tilavuus, dm³
stem volume, dm³

2 = LEKA vintturille
LEKA, winch

x_2 = oksaisuusluokka
branchiness class

3 = LEKA hevoselle
LEKA, horse

x_3 = siirtymismatka, m
moving distance, m

Liite 4. Taakkakohtaista tehotyöajan menekkiä esijuonnossa kuvaavat regressioyhtälöt.
Appendix 4. Regression equations that illustrate the per-burden expenditure of effective working time in bunching.

Leimikko I
Marked stand I

$$y_1 = -153,02 + 28,19x_6 + 47,78x_7 + 0,0023x_5x_8$$

$$y_2 = -9,53 + 31,21lnx_8$$

$$y_3 = 135,26 + 6,48x_6 + 1,31x_8$$

$$y_4 = 17,88 + 1,55x_8$$

$$y_5 = 668,22 - 65,13x_7 - 0,15x_6x_8$$

R²
64,5 %
16,5 %
59,4 %
22,0 %
23,4 %

Leimikko II
Marked stand II

$$y_2 = 26,31 + 29,27lnx_8$$

$$y_3 = 224,07 + 24,91x_6 + 0,0042x_5x_8$$

14,0 %
46,1 %

y_i = taakkakohtainen tehotyöaika, cmin
productive working time per burden, cmin

Esijuontomenetelmä n:o
Bunching method no

i = esijuontomenetelmä n:o
bunching method no

1 = traktorivintturi, LEKA
tractor winch, LEKA

x_5 = kasan koko, dm³
bunch size, dm³

2 = ST vintturi, LEKA
ST winch, LEKA

x_6 = kasojen keskimääräinen etäisyys, m
average distance of bunches, m

3 = hevosjuontolaite, LEKA
horse skidding device, LEKA

x_7 = jäävän puuston tiheys, kpl/ha
remaining stock density, stems/ha

4 = traktorivintturi, n. 3 m
tractor winch, ca. 3 m

x_8 = ajouraväli, m
strip road distance, m

5 = hevosjuontolaite, n. 3 m
horse skidding device, ca. 3 m

Liite 5. Esijuonnon taakkakohtaiset työajan jakaantumukset.
Appendix 5. Distributions of working time per-burden in bunching.

Työvaihe Working phase	Leimikko I — Marked stand I						Leimikko II — Marked stand II								
	Traktori vinti., LEKA Tractor winch, LEKA	ST, LEKA ST, LEKA	Hev., LEKA Horse skidding, LEKA	Traktori vinti., n. 3 m Tractor winch, ca. 3 m	Hev., n. 3 m Horse skidding, ca. 3 m	ST, LEKA ST, LEKA	Traktori vinti., n. 3 m Tractor winch, ca. 3 m	Hev., n. 3 m Horse skidding, LEKA	ST, LEKA ST, LEKA	Traktori vinti., n. 3 m Tractor winch, ca. 3 m	Hev., n. 3 m Horse skidding, LEKA	ST, n. 3 m ST, ca. 3 m			
	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}	\bar{x}			
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%			
Valmistelu Preparing	4,3	2,5	2,9	2,8	3,7	1,5	2,9	4,3	—	5,8	4,3	1,0	0,3	13,0	7,5
Köydenvienti/ ajo tyhjänä Taking the rope/ driving unloaded	30,1	17,3	20,5	19,4	48,3	19,3	13,4	19,9	41,1	25,8	25,1	18,7	68,5	23,2	32,6
Asettelu Adjusting	9,5	5,5	2,0	1,9	3,2	1,3	—	—	1,4	0,9	4,5	3,3	11,1	3,8	11,9
Taakan sitominen Fixing of the burden	40,9	23,6	14,2	13,5	110,5	44,2	9,4	13,9	60,0	37,7	17,7	13,2	117,1	39,6	14,6
Vinssaus/ajo kuormalla Winching/driving loaded	45,5	26,2	36,5	34,6	34,5	13,8	13,3	19,7	26,2	16,5	29,7	22,1	41,0	13,9	32,7
Juuttuminen Getting stuck	3,1	1,8	3,1	2,9	0,1	0,1	—	—	—	—	2,8	2,1	0,4	0,1	2,1
Taakan ohjaus Leading of the burden	7,0	4,0	3,0	2,8	0,4	0,2	—	—	0,4	0,2	8,3	6,2	0,3	0,1	18,1
Taakan irrotus Loosing of the burden	17,7	10,2	9,1	8,6	49,1	19,6	10,5	15,6	30,0	18,9	18,8	14,0	56,3	19,0	27,4
Siirtyminen Moving	15,5	8,9	5,7	5,4	—	—	17,9	26,6	—	—	11,3	8,4	—	—	14,6
ST vintturin kiinnitys Fastening of ST winch	—	—	8,6	8,1	—	—	—	—	—	—	10,3	7,7	—	—	7,4
Yhteensä Total	173,6	100,0	105,6	100,0	249,8	100,0	67,4	100,0	159,1	100,0	134,3	100,0	295,7	100,0	174,4

ODC 352:375.11:374.3:324
ISBN 951-40-0511-2
ISSN 0015-5543

HARSTELA, P. & TERVO, L. 1981. Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella. Summary: Bunching of timber by winches and horse. Folia For. 466:1—20.

Bunching by winch and horse of timber (length 5 m) cut by the LEKA method was studied. The control method was the conventional cutting of timber (length 3 m) alongside the strip road with a strip road spacing of approx. 30 m. In addition to the output and costs of the work, the worker's physical strain in the cutting of timber and in bunching was studied and an inventory was taken of the damage to the residual growing stock. The bunching methods were the customary tractor winch and ST winch and horse skidding using a MERAMÄ skidding device.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Forest Research Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

ODC 352:375.11:374.3:324
ISBN 951-40-0511-2
ISSN 0015-5543

HARSTELA, P. & TERVO, L. 1981. Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella. Summary: Bunching of timber by winches and horse. Folia For. 466:1—20.

Bunching by winch and horse of timber (length 5 m) cut by the LEKA method was studied. The control method was the conventional cutting of timber (length 3 m) alongside the strip road with a strip road spacing of approx. 30 m. In addition to the output and costs of the work, the worker's physical strain in the cutting of timber and in bunching was studied and an inventory was taken of the damage to the residual growing stock. The bunching methods were the customary tractor winch and ST winch and horse skidding using a MERAMÄ skidding device.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Suonenjoki Forest Research Station, SF-77600 Suonenjoki, Finland.

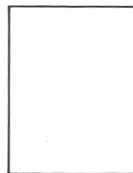
Tilaan kortin kääntäpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name

Osoite
Address

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia

Communications Instituti Forestalis Fenniae

Huomautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu.
Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinlannoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaitoksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätalastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittaustarokkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.

Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.