

FOLIA FORESTALIA 260

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1976

PERTTI HARSTELA

TYÖN TUOTOS JA TYÖNTEKIJÄN
KUORMITTUMINEN TEHTÄESSÄ KUITU-
PUUTA LIUKUPUOMIKUORMAUSTA VARTEN

WORK OUTPUT AND THE WORKER'S
STRAIN IN CUTTING PULPWOOD
FOR SLIDE-BOOM LOADING

- 1974 No 191 Kullervo Kuusela & Alli Salovaara: Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1971—72.
Forest resources in the District of Ahvenanmaa, and the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pirkka-Häme, Itä-Häme, Etelä-Savo and Etelä-Karjala in 1971—72. 7,—
- No 192 Paavo Tiihonen: Puutavaralajirakenteen likimääräisarvioinnissa käytettäviä menetelmiä.
Methoden für die annähernde Schätzung des Holzsortenstruktur. 2,—
- No 193 Terho Huttunen: Suomen sahateollisuus vuonna 1972.
The sawmill industry in Finland in 1972. 4,—
- No 194 Ukko Rummukainen: Herbisidirakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivoituksista.
On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätalastollinen vuosikirja 1972.
Yearbook of forest statistics 1972. 12,—
- No 196 Erkki Lähde: The effect of seed-spot shelters and cold stratification on germination of Pine (*Pinus silvestris* L.) seed.
Kylvösuojan ja kylmästratifiointin vaikutus männyn siemenen itämiseen. 2,—
- No 197 Erkki Lähde & Kaarlo Kinnunen: Paperikennon ja turveruukun seinän lujuus ja taimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
The relationship between the wall strength of paper and peat pots and the initial development of seedlings in Northern Finland. 2,—
- No 198 Esko Jaatinen: Metsäteollisuusyhtiöiden omien metsien hakkuupolitiikan motiivit.
Timber cutting motives of forest industry enterprises. 4,—
- No 199 Esko Leinonen: Purunäytteeseen perustuvasta kuivapainomittauksesta.
Dry-weight scaling based on chip samples. 3,—
- No 200 Pentti Hakkila & Markku Mäkelä: Jatkotutkimuksia Pallarin kantoharvesterista.
Further studies of the Pallari Stumpharvester. 2,—
- No 201 Matti Leikola & Risto Rikala: Lannoituksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen kangasmailla.
The effect of fertilization on the initial development of pine and spruce on mineral soils. 2,—
- No 202 Paavo Tiihonen: Leimikon pystymittauksen tarkistaminen.
Zur kontrolle einer an stehenden zum Einschlag ausgezeichneten Holz durchgeführten Messung. 2,—
- No 203 Seppo Kaunisto: Männyn kylvöajankohta ojitetulla suolla.
Date of direct seeding on drained peatlands. 3,—
- No 204 Pentti Hakkila & Hannu Kalaja: Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormaajalla.
Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader. 2,—
- No 205 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1971—73.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1971—73. 5,—
- No 206 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av institutets beslut av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingsstabeller för virkesmätning. 8,—
- No 207 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Etelä-Karjala, Pohjois-Savo, Keski-Suomi and Itä-Savo in 1973. 4,—
- No 208 Tapani Hänninen: Harvennusmetsien puustoisuus ja hakkuumahdollisuudet Suomen eteläpuoliskossa.
The stocking and cutting possibilities in the thinning and accretion forests in the southern half of Finland. 4,—
- No 209 Heikki Nikkilä: Ratapölkkytukkien kuutiointi.
Measurement of railwaytie-logs. 1,50
- No 210 Hakkuutähteiden talteenoton seurannaisvaikutukset.
By-effects of the harvesting of logging residues. 2,50
- No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä.
Eine Kubierungsmethode für Kiefernastholz 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kennotaimien alkukehitys Pohjois-Suomessa.
Initial development of Scots pine paper pot seedlings planted on different dates in northern Finland. 3,—
- No 213 Kullervo Etholén: Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimistonhoitoaloilla Pohjois-Suomessa.
The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in northern Finland. 2,—
- No 214 Veijo Heiskanen ja Jorma Riikonen: Tukkien lajittelu sahaukseen kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.
Sorting of logs according to the top diameter on bark. 4,—

Pertti Harstela

TYÖN TUOTOS JA TYÖNTEKIJÄN KUORMITTUMINEN TEHTÄESSÄ
KUITUPUUTA LIUKUPUOMIKUORMAUSTA VARTEN

Work output and the worker's strain in cutting pulpwood
for slide-boom loading

ALKUSANAT

Metsäteknologian tutkimusosaston puutavaran kasauksen ergonomiaa käsittelevän tutkimuksen eräänä osana on tutkittu tekomenetelmiä puutavaran koneellista siirtoa varten. Nyt julkaistavassa tutkimuksessa käsitellään kuitupuun tekoa kourakasoihin liukupuomikuormausta varten. Tutkimuksia puutavaran hakuusta muulla tavoin ja muita siirtomenetelmiä varten jatketaan. Samoin jatketaan kasaustyötekniikan ergonomista tutkimista.

Kemi Osakeyhtiön ja Enso-Gutzeit Osakeyhtiön metsäosastot avustivat tutkimuksen suoritusta merkittävästi. Erikoisesti mainittakoon MH MATTI AHONEN, MH VOITTO PÖLKKI, MH MATTI POHJOLAINEN ja kulj. pääl. ERK-

KI EHTONEN, joiden apu oli tutkimuksen suorituksen edellytys.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit PENTTI HAKKILA ja VEIJO HEISKANEN. Kenttä ja laskentatöihin osallistuivat metsätekniikko LEO TERVO, kenttämestari SAULI TAKALO, työnjohtaja KARI SAUVALA sekä tutkimusapulaiset JUSSI KORHONEN ja URPO PAANANEN. Työterveyslaitos suoritti tekn. KALEVI NIEMISEN johdolla sykeaineistojen tulostuksen. Konekirjoituksesta huolehti merk. HILKKA RYTH, ja käännöstyön suoritti maisteri PÄIVIKKI OJANSUU. Kiitän kaikkia tutkimukseen vaikuttaneita.

Suonenjoella 27.11.1975

Pertti Harstela

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	5
1. JOHDANTO	5
2. TUTKITUT TYÖMENETELMÄT	6
3. TUTKIMUSAINEISTO	8
4. PUUTAVARAN TEON TUTKIMUSTULOKSET	9
4.1. Tehotyöajan menekki	9
4.2. Työntekijän fyysinen kuormittuminen	12
5. TEKOMENETELMÄN VAIKUTUS METSÄKULJETUKSEEN	15
6. JÄLJELLE JÄÄVÄN PUUSTON VAURIOITUMINEN	17
7. TULOSTEN TARKASTELUA	18
KIRJALLISUUSLUETTELO	20
LIITTEET	21

SUMMARY

Cutting pulpwood in selective thinning for a slide boom with a loading range of approx. 10 m, by three methods was studied:

- Work method 1. Cutting pulpwood in the cutting chance so that the bunches were at right angles to the strip road. The outermost fourth of the cutting chance was used for bunching only if there was in it a large bolt around which the bunch was made.
- Work method 2. Cutting in the cutting chance.
- Work method 3. Cutting alongside the strip road with customary logging instructions.

The strip road distance was approx. 20 m and the timber was prepared in Ivalo into approx. 2 m and in Lieksa into approx. 3 m rough-limbed bolts.

The effective work time in the bunching phase was an average of 15 per cent smaller for work method 2 and an average of 7 per cent smaller for work method 1 than in logging alongside the strip road. The subject's heart rate at the end of the bunching phase was an average 4.5 per cent smaller in the cutting chance methods than in preparation alongside the strip road.

In a short forest haulage experiment the work time per volume unit in the loading phase was 5 per cent smaller with method 1 than method 2. On the other hand, bunching from alongside the strip road was 35 per cent faster than with method 1. The result was affected by smaller bunch size in cutting in the cutting chance (work methods 1 and 2) than in cutting alongside the strip road. The difference in the loading times per one burden between work methods 3 and 2 was only about 20 per cent. Loading from the outermost part of the cutting chance was relatively much slower than loading from the central parts of the cutting chance, which explains the superiority of work method 1 over method 2.

Damage to the remaining stock was less with method 1 than when method 2 was used. The difference in the numbers of damage trees was significant at the 10 per cent risk level.

With all the methods the damage was due largely to the too narrow and curving strip road network.

Setting limits for bunching in the cutting chance increased the work time. This was probably because of the increasing effect of the limitations on bunching distance and planning of work. The reduction in the subject's physical work strain when changing from cutting alongside the strip road to bunching in the cutting chance was explained by the relative decrease in bunching time, lowering of peaks of strain and increase in the use of straightening. It was found on the basis of earlier studies that bunching in the cutting chance does not, however, reduce the strain on the skeleton unless the work method is modified to exclude the carrying of heavy bolts. This is because lifting of bolts is the work phase that places the greatest strain on the subject's back.

Fig. 7 indicates in principle that the bunching distance and, thus the work output and strain on the subject can be influenced appreciably by the siting of the bunches. To ease forest haulage it is essential in the on-cutting chance bunching methods to ensure that there is an adequate opening in the remaining stock for taking the grapple to the bunch. It is worth considering the use of auxiliary strip roads in preliminary thinning.

The per-subject variation of the results was explained in accordance with principle introduced by Harstela (1975 a): subjects with a good physical working capacity and a high work motivation use a part of easing of the work to increase their working speed. The models presented in Fig. 6 which illustrate the variation in the heart rate in the course of the working day different for subject 3 from the 3-cyclical pattern reported earlier. If descending cycles are the consequence of the effective channelling of the blood volume to the working muscles, affecting factors such as the increased rate of peripheral circulation due to temperature or clothing, and dehydration may prevent adaptation of the blood volume and thus the falling of the heart rate.

The work time of the loading phase of forest haulage grew exponentially when the distance of the bunch from the strip road increased. This was explained as follows: the driver may encounter difficulties in placing the long boom between the remaining stock, in estimating the distance and in placing the

grapple, which swings at the end of a long lever arm, in the bunch. Exponential growth may be due also to the construction of the loader. For instance, the movement of the slide boom is relatively slow compared with the other movements of the loader.

TIIVISTELMÄ

- Tekomenetelmä 1. Teko palstalle siten, että kasat olivat kohtisuorassa ajouraan nähden. Palstan uloimmalle neljännekselle kasattiin vain, jos siellä sijaitti järeä pölkky, jonka ympärille kasa tehtiin.
- Tekomenetelmä 2. Teko palstalle.
- Tekomenetelmä 3. Teko ajouran varteen tavanomaisin hakkuuohjein.

Ajouraväli oli n. 20 metriä. Puutavara tehtiin Ivalossa n. 2-metriseksi ja Lieksassa n. 3-metriseksi ja tynkäkarsituksi.

Kasaustyövaiheen tehotyöajan menekki oli työmenetelmää 2 käytettäessä 15 % ja työmenetelmää 1 käytettäessä 7 % pienempi kuin teossa ajouran varteen. Sydämen sykintä oli kasaustyövaiheen lopussa 4..5 % pienempi palstalle tekomenetelmissä kuin ajouran varteen teossa.

Suppeassa metsäkuljetuskokeessa kuormausvaiheen työajanmenekki kuutioyksikköä kohti oli tekomenetelmää 1 käytettäessä 5 % pienempi kuin tekomenetelmää 2. Ajouran varresta kuormaus oli taas 35 % nopeampaa kuin tekomenetelmän 1 jäljiltä. Tulokseen on vaikuttanut pienempi kasan koko palstalle teossa (työmenetelmät 1 ja 2) kuin ajouran varteen teossa. Taakka-aikojen ero oli tekomenetelmien 3 ja 2 välillä vain n. 20 %. Kuormaus palstan uloimalta osalta oli suhteessa huomattavasti hitaampaa kuin palstan keskiosista, mikä selittää tekomenetelmän 1 edullisuutta tekomenetelmään 2 nähden.

Jäljelle jäävän puuston vaurioituminen oli tekomenetelmää 1 käytettäessä pienempää kuin tekomenetelmää 2 käytettäessä. Ero vaurioiden lukumäärissä oli merkitsevä 10 % riskillä. Vaurioitumisen syynä suurelta osin oli kaikissa

menetelmissä liian kapea ja mutkainen ajouraverkosto.

Rajoitusten asettaminen palstalle kasaukseen lisäsi työajan menekkiä. Tämä lienee seurausta em. rajoitusten kasausmatkaa ja työn suunnittelua lisäävästä vaikutuksesta. Työntekijän fyysisen kuormittumisen väheneminen siirryttäessä ajouran varteen teosta palstalle kasaukseen selitettiin kasausajan suhteellisella vähenemisellä, rasiushuippujen alenemisella ja suorinnan käytön lisääntymisellä. Aikaisempien tutkimusten perusteella todettiin, ettei palstalle kasaus kuitenkin vähennä tukielinten kuormittumista, ellei työmenetelmää sovelleta siten, että raskaita pölkkyjä ei kanneta ollenkaan. Tämä johtuu siitä, että nosto ja laskeminen ovat eniten selkää rasittavia vaiheita.

Kuvassa 7 on pyritty periaatetasolla osoittamaan, että kasojen sijoittelulla voidaan huomattavasti vaikuttaa kasausmatkaan ja siten työn tuotokseen ja kuormittumiseen. Metsäkuljetuksen helpottamiseksi on huolehdittava palstalle kasausmenetelmissä siitä, että jäävässä puustossa on riittävä aukko kouran kasalle vientiä varten. Ensiharvennuksessa kannattaa harkita apu-urien käyttöä.

Metsäkuljetuksen kuormausvaiheen ajanmenekki kasvoi eksponentiaalisesti kasan etäisyyden lisääntyessä palstatiin varresta. Tätä selitettiin mm. siten, että kuljettajalla voi olla vaikeuksia pitkän puomin sijoittamisessa jäävän puuston väliin, etäisyyden arvioinnissa ja pitkän vipuvarren päässä heiluvan kouran asettamisessa kasalle. Eksponentiaalinen kasvu voi johtua myös kuormaimen rakenteesta. Esim. liukutangon liike on verraten hidaskuormaimen liikkeisiin verrattuna.

1. JOHDANTO

Kuitupuun fyysisesti kuormittavimman työvaiheen, kasauksen, eräänä keventämiskeinona on esitetty kasausmatkan lyhentämistä. Kasaus-

matkan pituuden onkin todettu vaikuttavan työntekijän sykkeeseen (HARSTELA 1975 b, VALONEN 1975). Kuormittavuuden vähene-

minen on selitetty kasausvaiheen suhteellisen osuuden pienenemisellä ja mahdollisuudella käyttää kantamisen sijasta muita kasaustapoja (HARSTELA 1975 b). Eräänä selityksenä voi lisäksi olla yhtäjaksoisen kantamispönnistuksen lyheneminen, joka alentaa ns. rasitushuippua.

Vuonna 1974 tuli koekäyttöön aikaisempaa ulottuvampia kuormaimia, jotka mahdollistanevat palstalle kasauksen käytön entistä taloudellisemmin. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää erilaisten tekomenetelmien ergo-

nomiaa ja työn tuotosta, kun metsäkuljetuksen kuormaus suoritetaan n. 10 m ulottuvuuden omaavalla kuormaimella. Tutkimus rajoittuu kuitupuun tekon harvennusolosuhteissa. Hypoteesina oletettiin, että tekovaiheessa työn tuotos laskee ja työntekijän kuormittuminen lisääntyy sitä enemmän, mitä enemmän kasojen sijoitteluun asetetaan rajoituksia, mutta metsäkuljetuksen tuotos nousee kasojen tarkoitukseenmukaisen sijoittelun myötä.

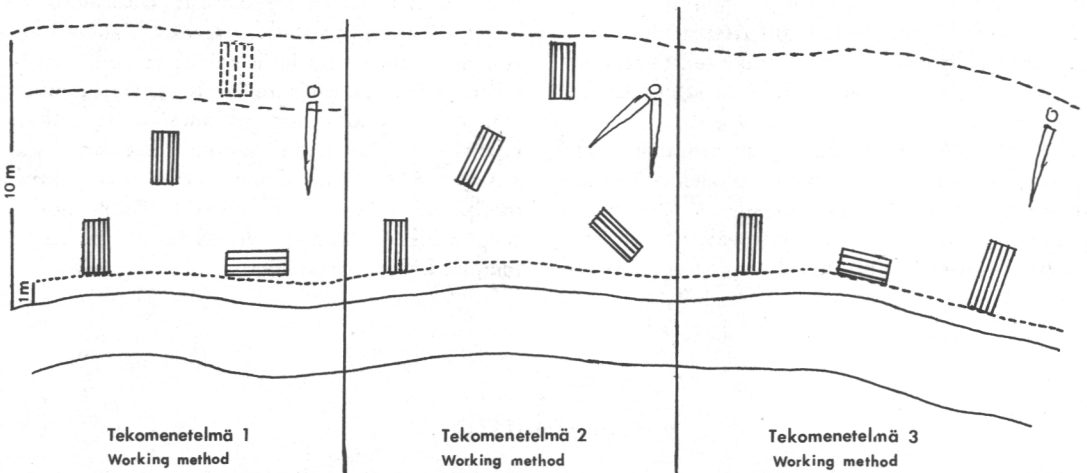
2. TUTKITUT TYÖMENETELMÄT

Tutkittiin seuraavia työmenetelmiä:

1. Ulottuvaa kuormainta varten suunniteltu menetelmä, jossa pyritään välttämään raskaiden pölliin kantamista, mutta pyritään samalla sijoittamaan kasat suunnatun kaadon avulla mahdollisimman lähelle ajouraa. Ylijäreiden pölliin viereen pyritään muodostamaan kouraisutaakka pölliin sijainnista riippumatta. Puiden kaatosuunnat käyvät periaatetasolla ilmi kuvasta 1. Kasojen koon tulee olla yksi kouraisutaakka kuormaimen max. etäisyydellä, muualla työehtosopimusten mukainen. Ajouran vieressä kasan tulee sijaita vähintään 0,5 metriä ajouran ulkopuolella. Uran vieressä kasat saavat

olla joko ajouran suuntaisia tai kohtisuorassa ajouraa vastaan. Kasoja ei saa tehdä kivien tai muiden esteiden taakse. Muilta osin noudatetaan yleisiä kasausohjeita. Hakkuumiehen tulee kiinnittää erityistä huomiota kaadon suuntaukseen, jotta turhilta pölkkyjen kantamisilta välttyttäisiin. Yleisohjeena on, että kasa tehdään raskaimpien pölkkyjen viereen.

2. Palstalle kasaus. Tämä menetelmä poikkeaa edellä selostetusta siten, että hakkuumies saa vapaasti suunnitella kasan paikan sen mukaan, miten hän pääsee vähimmällä kasauksella. Tällöin puita ei välttämättä tarvitse suunnata ajouraa kohti. Kuormaimen max. etäisyydellä



Kuva 1. Kaavakuva tekomenetelmistä.
Fig. 1. Cutting methods.

Taulukko 1. Aineisto.
Table 1. Material.

Työn- teki- jä, no Sub ject No	Runkoja, kpl Number of stems mä Pn	Rungon kes- kikoko, m ³ Average stem size, m ³ \bar{X}	Oks. lk. Branchiness class \bar{X}	Maa- to lk. Ter- rain class	Leimikon tiheys, m ³ /ha Stand density, m ³ /hc	Jäävä puusto, m ³ /ha Remaining stock, m ³ /hc	Lumen sy- vyys, cm Snow depth, cm		Upottavuus, cm Sinking into the snow, cm		Lämpötila, C ^o Temperature, C ^o \bar{X}	
							\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
Työmenetelmä 1 — Work method 1												
1	106	0,06	1,4	0,6	1	80	12,4	1,0	12,0	0,0	-4,9	2,1
2	330	0,05	1,3	0,6	1	86	55,4	5,3	6,8	2,4	-1,0	3,3
3	162	0,07	1,3	0,5	1	105	63,9	3,7	28,6	13,6	4,5	1,3
Työmenetelmä 2 — Work method 2												
1	125	0,07	1,4	0,6	1	71	13,4	4,1	13,0	4,1	-4,2	0,4
2	330	0,05	1,4	0,6	1	95	56,2	3,9	6,6	2,9	-0,9	1,4
3	173	0,06	1,3	0,6	1	114	62,1	5,1	30,3	10,7	3,8	1,4
Työmenetelmä 3 — Work method 3												
1	132	0,07	1,4	0,6	1	74	14,1	3,2	14,0	3,4	-5,0	0,0
2	406	0,04	1,3	0,5	1	96	55,1	4,1	5,8	1,8	-3,8	3,9
3	97	0,07	1,1	0,3	1	100	68,3	4,3	24,9	13,3	2,1	0,8

\bar{X} = keskiarvo — mean

s = keskihajonta — standard deviation

kasojen tulee kuitenkin olla kohtisuoraan ajouraa vastaan. Muutoin noudatetaan työvaihetaksojen mukaisia vaatimuksia (kuva 1).

3. Normaali ajouran varteen teko, jolloin kasan lähin reuna on 0,5–1,0 m ajouran reu-

nasta työehtosopimuksen mukaisesti (kuva 1).

Puutavara tehtiin Ivalon työmaalla noin 2-metriseksi ja Lieksassa noin 3-metriseksi ja tyntäkarsituksi. Ajouravälinä oli 20 m.

3. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimustyömaat sijaitsivat Ivalossa ja Lieksassa. Aineiston koko ja tärkeimmät työvaikeustekijät on esitetty taulukossa 1. Aineisto käsittää hakkuun osalta kolmen työntekijän työtä, mikä saattaa olla riittävä määrä menetelmien välisten erojen selvittämiseen vertailevan aikatutkimuksen perusteella ja myös kuormittavuusjärjestyksen määrittämiseen (vrt. HARSTELA 1975 a). Sen sijaan metsäkuljetuksen suoritti vain yksi kuljettaja Lieksan hakkuuaineistosta (työntekijät 2 ja 3), joten tältä osin aineisto on suppea.

Työntekijät olivat ammattimaisia Kemi Oy:n ja Enso-Gutzeit Osakeyhtiön vakinaisia metsätyöntekijöitä. Tekomiesten ominaisuudet on esitetty taulukossa 2.

Sykemittaukset suoritettiin telemetrisesti Medicin Biotelemetry System IC-45 laitteistolla. Aikatutkimus- ja sykeaineiston työvaiheittainen koodaus suoritettiin laitteistoon liitetyllä koodinäppäimistöllä. Ääninauhosten tulostus tapahtui Työterveyslaitoksella. Tehotyöaika jaettiin vakiintuneisiin työvaiheisiin. Analyysissä käytetyt työvaikeustekijät mitattiin puu- ja

Taulukko 2. Koehenkilöiden fyysisiä ja psyykkisiä ominaisuuksia.

Table 2. Some physical and psychical properties of the subjects.

Koehenkilö, no Subject No.	Ikä, v Age, years	Pituus, cm Height, cm	Paino, kg Weight kg	Hapenottokyky, ml/kg/min ¹⁾ Oxygen uptake, ml/kg/min	Terveystila Health condition	Verenpaine, mmHg Blood pressure, mmHg
1	36	164	67	—	hyvä – good	130/81
2	32	172	70	31,9	hyvä – good	128/84
3	48	173	75	31,3	hyvä – good	122/82
Suoriutumistarve ²⁾ Need for achievement	Asennepistemäärä ²⁾ Attitude towards work	Työtaito ³⁾ – Work skill				
		Työn suunnittelu Planning of work	Kaato- ja karsintatekniikka Felling and debranching technics	Kasaustekniikka Bunching technics	Työvälineiden kunto Maintenance of tools	
8	102	—	—	—	—	—
7	72(97)	—	3,9	3,2	4,3	5,0
8	123(144)	—	3,9	3,9	4,3	4,5

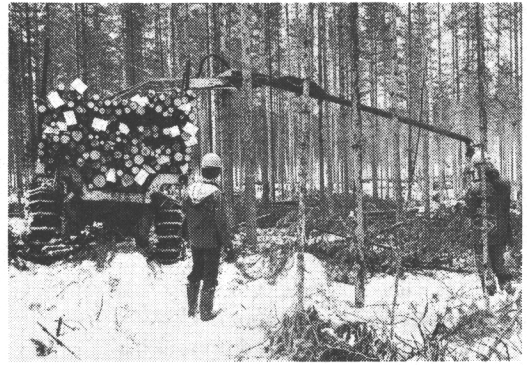
1) Submaksimaalisella pyöräergometritestillä

2) Suuri pistemäärä kuvaa positiivista asennetta (max. suor. tarve 8, asenne 216)

3) Subjektiiivisesti arvioitu 0. . 5; suuri pistemäärä kuvaa hyvää työtaitoa

taakkakohtaisesti (vrt. HARSTELA 1975 b). Metsätyöneuvoja koulutti tekomiehiä työmenetelmien käyttöön yhden päivän ajan.

Metsäkuljetuksen suoritti työhön tottunut Enso-Gutzeit Osakeyhtiön vakainainen kuljettaja. Kuljetuskalustona oli Volvo SM 668 kuorma-traktori, joka oli varustettu 10 metrin ulottuvuuden omaavalla Marttiin liukupuomilla.



Kuva 2. Kuormaus Marttiin liukupuomilla. (valok. L. Tervo)

Fig. 2. Loading by Martiini's slide boom.

4. PUUTAVARAN TEON TUTKIMUSTULOKSET

4.1. Tehotyöajan menekki

Runkokohtaisista tehotyöajan menekistä laskettiin valikoivan regressioanalyysin tekniikkaa käyttäen regressiomallit, jotka on esitetty liitteessä 1. Työvaikeustekijäin vaikutus tunnetaan aikaisempien tutkimusten perusteella verraten

hyvin, ja valikoivaa analyysiä käytettiin lähinnä sopivien transformaatioiden etsintään. Työmenetelmä oli malleissa dikotoomisena muuttujana. Malleista laskettiin samalla työvaikeustekijäyhdistelmällä tehotyöajan menekit ja suhteelliset tehotyöajat työmenetelmitäin. Täten pyrittiin eliminoimaan työvaikeus-

Taulukko 3. Runkokohtaiset ja kasaustyövaiheen regressiotasoitetut tehotyöajanmenekit.
Table 3. Effective, regression adjusted, work time by stems and for the bunching phase.

Työntekijä, no Subject No	Tehotyöaika, cmin Effective work time, cmin			Suhteellinen tehoaika Relative effective work time		
	Työmenetelmä – Work method			Työmenetelmä – Work method		
	1	2	3	1	2	3
Runkokohtainen – By stems						
1	192,4	199,7	203,0	95	98	100
2	166,2	161,3	167,5	99	96	100
3	179,6	178,8	186,8	96	96	100
\bar{X}	179,4	179,9	185,8	97	97	100
Kasaustyövaiheen – During the bunching phase						
1	53,6	47,4	57,5	93	82	100
2	46,0	43,3	53,6	86	81	100
3	58,4	54,1	58,6	100	92	100
\bar{X}	52,7	48,3	56,5	93	85	100

tekijöiden menetelmien välistä vertailua haittaava vaikutus. Tulokset on esitetty taulukossa 3.

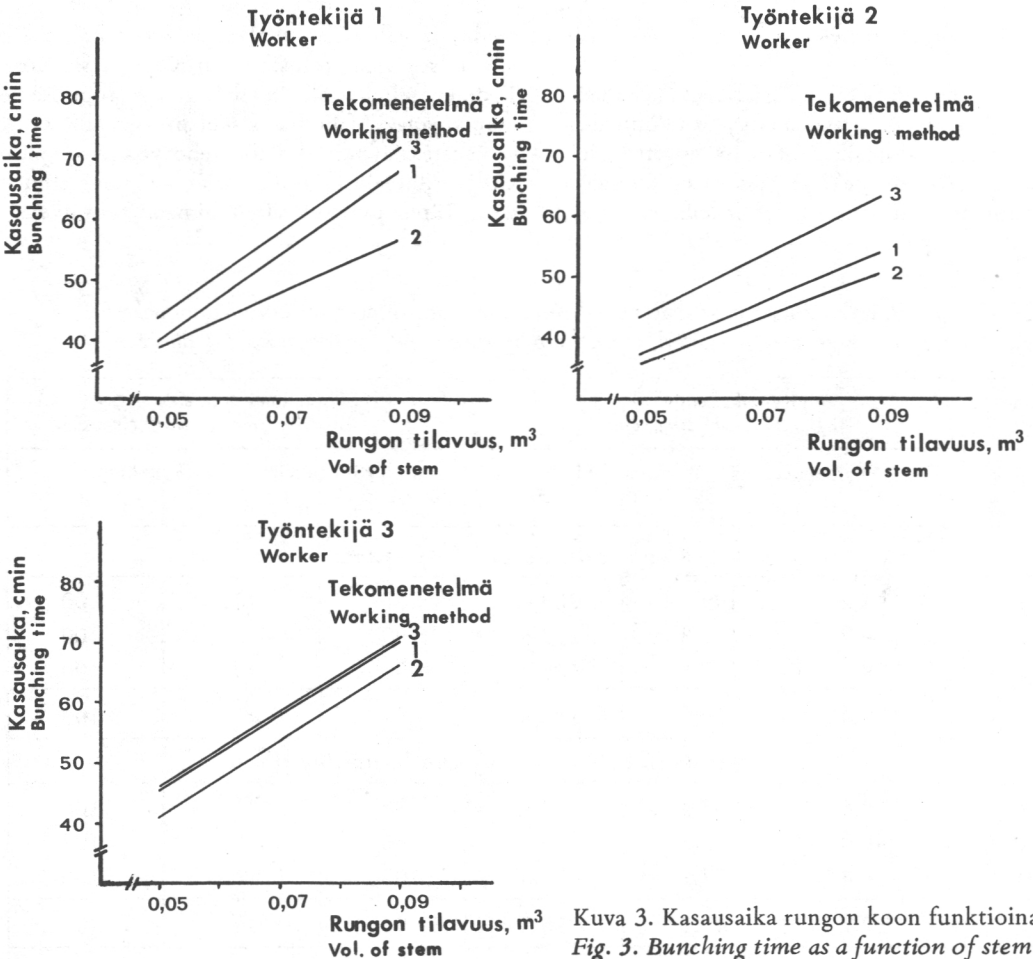
Työmenetelmä selitti merkitsevästi runko-kohtaista työajan menekkiä kaikilla työntekijöillä siten, että palstalien varteen teko oli merkitsevästi hitaampaa kuin palstalle teko työmenetelmillä 1 ja 2. Samalla tavalla työmenetelmä 2 selitti kasausaikaa työntekijällä 3. Työntekijällä 1 kaikki työmenetelmät selittivät merkitsevästi kasausajan menekkiä.

Työmenetelmä voi vaikuttaa erilailla runko-kohtaiseen työaikaan ja kasausaikaan. Tässä törmätään toistaiseksi ratkaisemattomaan perusongelmaan: voidaanko kasaustryön ajan menekkiä tarkastella muista työvaiheista irrallisena. Hypoteettisesti voisi olettaa toisten kasausmenetelmien vaativan tarkempaa kaadon suuntausta jne. Kaato ja karsintatyöajat olivat seuraavat regressiotasoitettuna keskiarvoina:

	Työntek.	Työmenetelmä		
		1	2	3
Kaatoaika (cmin)	1	25,4	25,8	27,8
	2	24,3	23,4	24,9
	3	23,3	24,4	25,5
Karsinta-aika (cmin)	1	63,8	73,6	62,8
	2	27,7	28,8	27,8
	3	35,7	35,9	32,4

Kaikilla työntekijöillä kaatoaika oli palstalien varteen teossa suurempi kuin palstalle teossa, mikä viittaa tarkempaan kaadon suuntaukseen palstalien varteen teossa. Karsinta-aika taas oli kaikilla suurin palstalle teossa, mikä osaltaan selittää työmenetelmien suhteellisten aikojen eroja kasaustryövaiheen ja runko-kohtaisten aikojen välillä. On vaikea löytää syy-yhteyttä kasausmenetelmän ja karsinta-ajan välille.

Kuvassa 3 on kasausaikaa kuvattu rungon koon funktiona. Käyrät on laskettu regressio-



Kuva 3. Kasausaika rungon koon funktiona.
Fig. 3. Bunching time as a function of stem size.

Taulukko 4. Kasausmatkat ja kasojen sijainti.
Table 4. Distance of bunching and location of bunches.

Työntekijä, no Worker No	Kasausmatka, m Distance of bunching, m						Kasan etäisyys ajouran reunasta, m Distance of bunch from the edge of the strip road, m					
	Työmen. 1 Work method		Työmen. 2 Work method		Työmen. 3 Work method		Työmen. 1 Work method		Työmen. 2 Work method		Työmen. 3 Work method	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
1	1,7	0,8	1,5	0,7	2,3	1,6	—	—	—	—	—	—
2	1,8	1,2	1,7	0,9	2,4	1,4	2,1	2,1	2,5	2,5	0,6	0,5
3	1,6	0,8	1,7	0,9	2,4	1,4	2,5	2,4	3,0	2,5	0,3	0,2

yhtälöistä. Yhdellä työntekijällä on vapaan palstalle kasauksen ja muiden kasaustapojen välinen työajan menekkien ero kasvanut rungon koon kasvaessa ja yhdellä molempien palstalle kasausmenetelmien ja palsttien varteen kasauksen työaikojen ero samoin kasvanut.

Puutavaran teossa rajoitusten asettaminen palstalle kasaukseen lisäsi työajan menekkiä noin puolella vapaan palstalle kasauksen ja ajouran varteen kasauksen työajan menekki-

erosta. Työajan menekkieroja selittänevät keskimääräiset kasausmatkat, jotka on esitetty taulukossa 4.

Yhtä poikkeusta lukuunottamatta kasausmatka oli pitempi työmenetelmää 1 kuin 2 tehtäessä. Poikkeus ilmeisesti johtuu suuremmasta leimikon tiheydestä työmenetelmän 1 tekopalstalla. Kaikissa tapauksissa kasojen etäisyys ajourasta oli keskimäärin pienempi teko-

menetelmässä 1 kuin 2.

Taulukko 5. Runkokohtainen ja kasausyöntäajaus sekä kuormittumisprosentti työmenetelmittäin.
Table 5. Regression adjusted heart rate by stems and during bunching, and per cent work strain for the work methods.

Työntekijä, no Worker No	Sydämen sykintä Heart rate			Suhteellinen sykintä Relative heart rate			Kuormittumis-% Per cent work strain		
	Työmenetelmä Work method			Työmenetelmä Work method			Työmenetelmä Work method		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Runkokohtainen — By stems									
1	96	93	96	100	97	100	—	—	—
2	118	124	131	90	94	100	54	57	60
3	120	121	127	95	95	100	50	51	53
\bar{x}	111	113	118	95	95	100	52	54	57
Kasaus — Bunching									
1	92	94	93	100	101	100	—	—	—
2	130	134	145	90	93	100	59	61	64
3	123	123	129	95	95	100	52	52	54
\bar{x}	115	117	122	95	96	100	56	57	59

4.2. Työntekijän fyysinen kuormittuminen

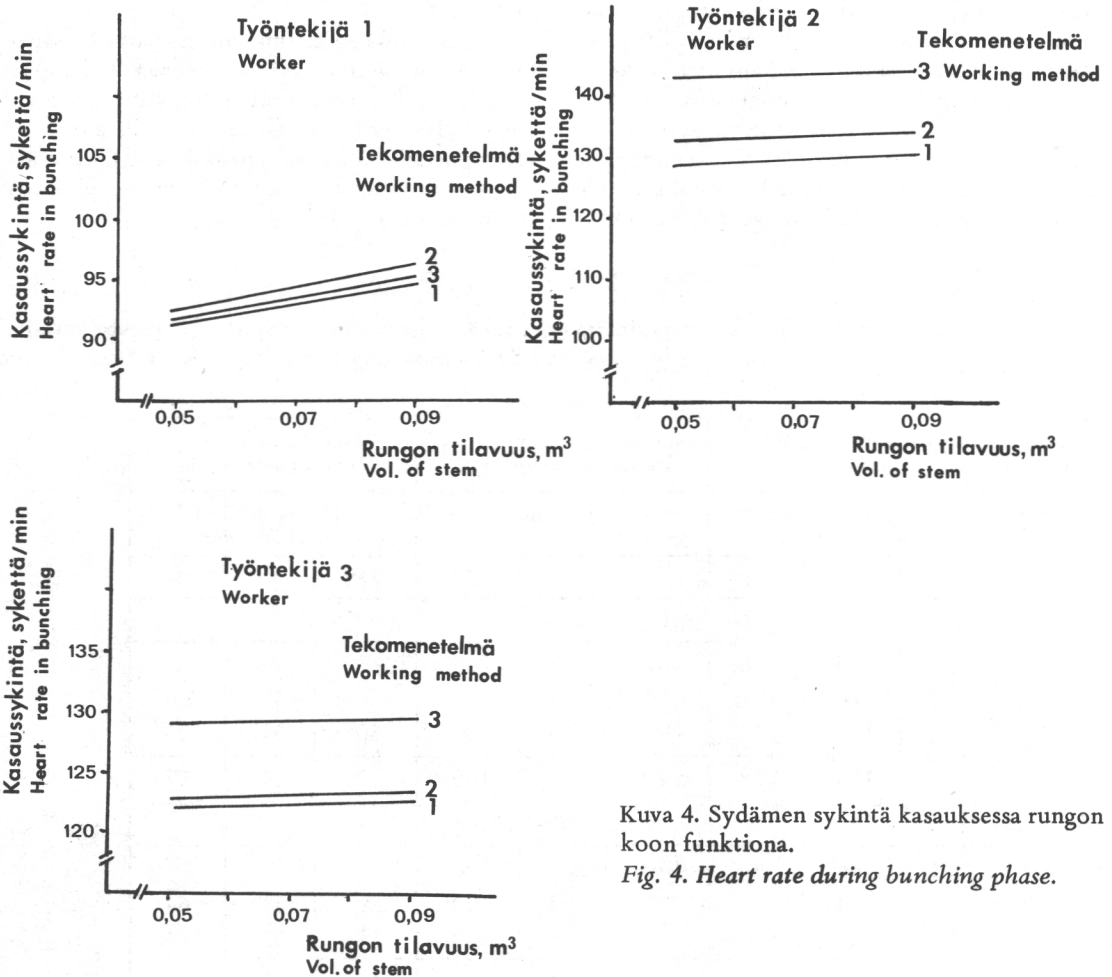
Tehotyöaikojen tapaan työvaiheen lopussa mitattua sydämen sykintää sekä työvaiheiden kestolla painotettua runkokohtaista sykintäkeskiarvoa selitettiin regressiomalleilla (liite 2), joista laskettiin oheisen taulukon arvot samoilla työvaikeustekijäyhdistelmillä.

Regressiomalleissa työmenetelmä selitti tilastollisesti merkittävästi kasaussykintää työntekijöillä 2 ja 3 ja runkokohtaista sykintää kaikilla työntekijöillä. Se, ettei työmenetelmä ole merkittävästi selittänyt työntekijän 1 kasaussykintää, voi johtua kiivaammasta työtahdista palstalle hakkuussa palstatiin varten hakkuuseen verrattuna. Tähän viittaavat suuret erot kasaustyöajoissa. Kaikkiaan sykintäerot ovat pienet ja verraten suuren hajonnan vuoksi suhteelliset-

kin sykintäkeskiarvot on katsottava vain suunta-antaviksi.

Kahden työntekijän osalta palstalle kasausta oli fyysisesti vähemmän kuormittavaa kuin ajouran varteen kasausta. Yhdellä työntekijällä ei menetelmien välillä ollut eroja. Sykintäkeskiarvot eivät eri palstalle kasausten menetelmissä eronneet toisistaan merkittävästi. Kuvasta 4 todetaan kasaussykinnän lisääntyvän rungon koon suuretessa, mutta suhteellisten sykintäerojen työmenetelmien välillä pienenevän. Tämä voi olla seurausta siitä, että kasausta on suunniteltu suurien pölkkyjen sijainnin mukaan, jolloin niiden siirtely on jäänyt vähäiseksi.

Kuormittavuusero palstalle ja ajouran varteen teon välillä voi johtua kasaustyöajan suhteellisesta vähenemisestä, kasaustapojen eroista tai ns. rasiushuippujen suhteellisista eroista



Kuva 4. Sydämen sykintä kasauksessa rungon koon funktiona.

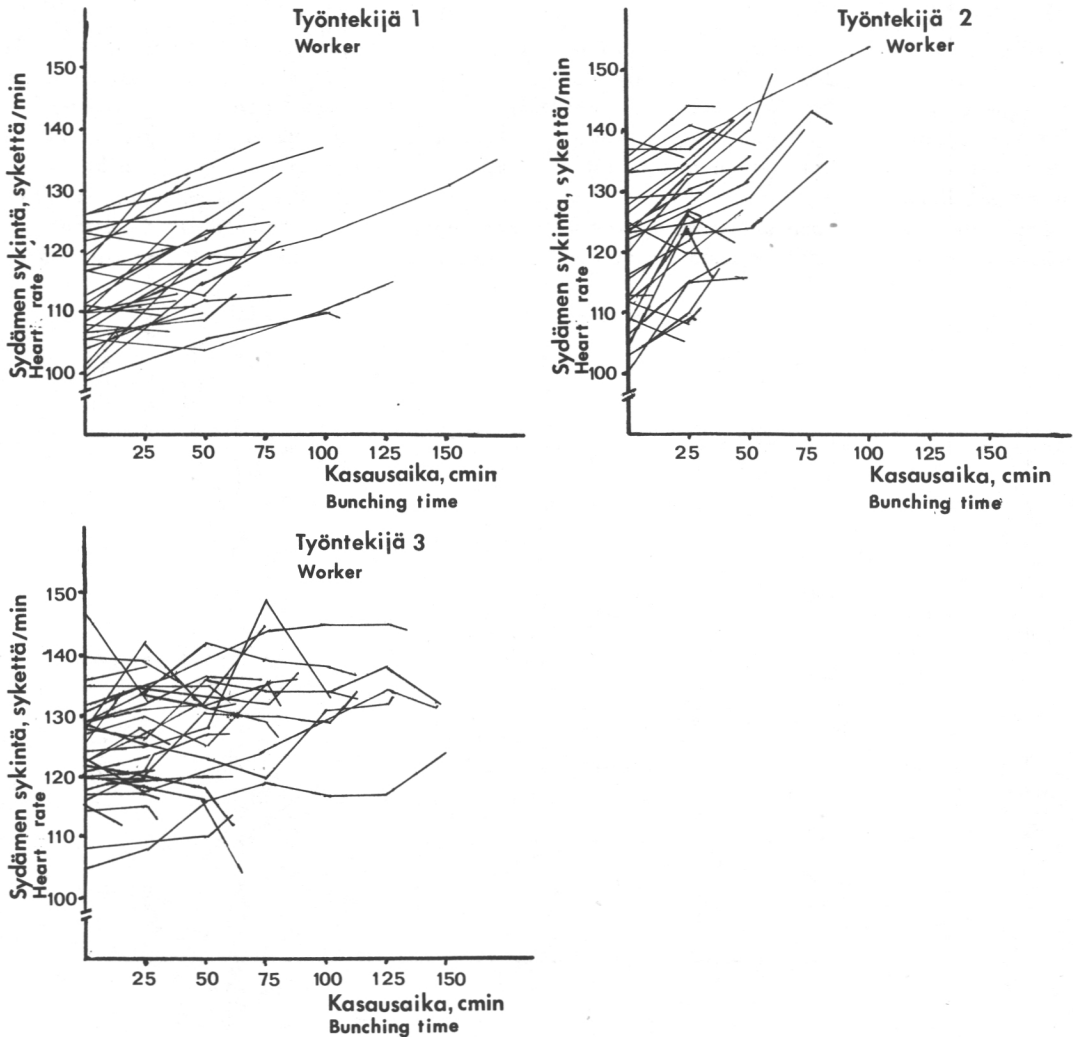
Fig. 4. Heart rate during bunching phase.

Taulukko 6. Kasaustavat eri työmenetelmiä käytettäessä.

Table 6. Methods of bunching in different work methods.

Työntekijä, no Worker no	Kantoi Carried			Pyöräytti Rolled			Veti Dragged			Suori Straightened		
	Työmen. – Method			Työmen. – Method			Työmen. – Method			Työmen. – Method		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	% pölkkyjen lukumäärästä – % of bolts											
1	99,4	97,9	99,7	0,6 ^{x)}	2,1 ^{x)}	0,3 ^{x)}	–	–	–	–	–	–
2	86,1	81,6	88,8	0,3	0,1	0,1	9,1	12,7	7,6	4,5	5,6	3,5
3	70,2	70,6	71,0	3,0	1,3	3,0	21,6	20,7	22,4	5,2	7,4	3,6
\bar{x}	85,2	83,4	86,5	1,3	1,2	1,1	15,4	16,7	15,0	4,9	6,5	3,6

x) sisältää vetämisen ja suorinnan



Kuva 5. Sydämen sykintä kasausajan funktiona.
Fig. 5. Heart rate as a function of bunching time.

Taulukko 7. Sydämen sykintä ja systolinen verenpaine työpäivän jälkeen.
 Table 7. HR and systolic blood pressure after the working day.

	Levossa At rest		Seisaallaan Standing	
	HR	BP(syst.)	HR	BP(syst.)
Työntekijä 1 Worker	90,0	137,7	99,8*	141,0
Työntekijä 2 Worker	88,5	135,3	93,7*	130,0(*)
Työntekijä 3 Worker	92,5	148,3	101,2*	148,7

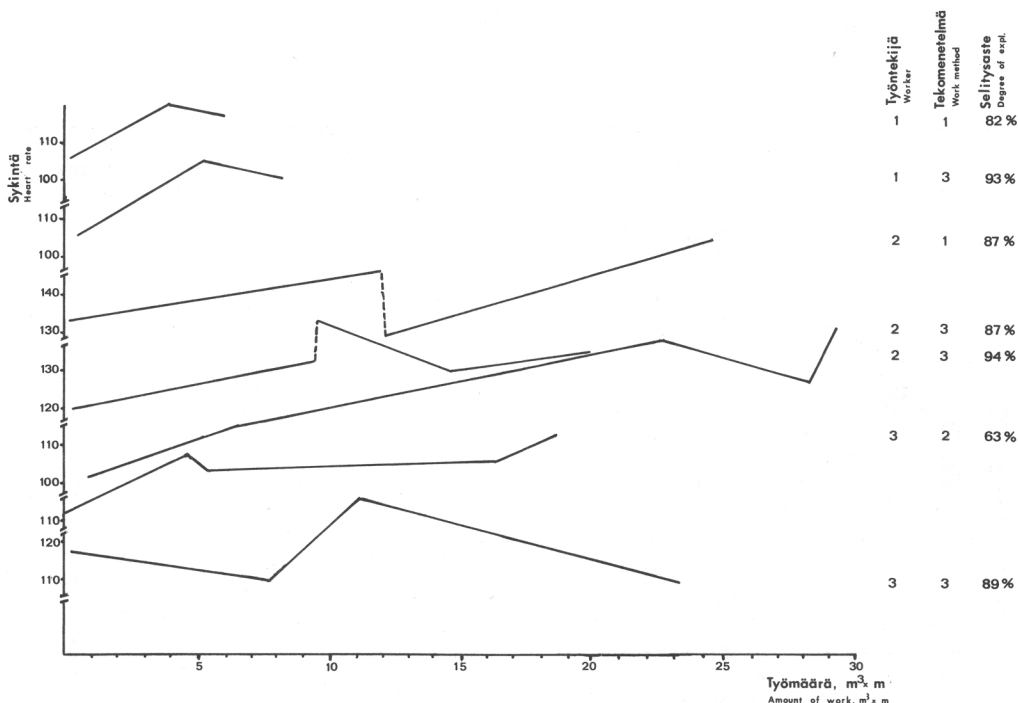
* = 5 % riskillä merkitsevä ero levossa ja seisaallaan arvojen välillä Mann-Whitney U-testillä
 (*) = 10 % riskillä merkitsevä ero

eri työmenetelmissä. Taulukosta 3 voidaan laskea kasausajan olleen 29,4 ja 26,8 % palstalle kasausmenetelmissä ja 30,4 % palstatiin varteen kasauksessa tehotyöajasta, joten kasauksen suhteellinen osuus pienentyi sitä enemmän mitä vapaampaa kasaus oli.

Taulukon 6 mukaan palstalle kasauksessa on hieman enemmän käytetty suorintaa ja muita

kantamista korvaavia pölkkyjen siirtotapoja kuin ajouran varteen teossa. Erot ovat kuitenkin eri tekomenetelmien välillä niin pienet, ettei niillä liene suurta merkitystä. Kaikissa tapauksissa suurin osa pölkkyistä on kannettu.

Kuvassa 5 on esitetty tasavälinen otos sykinän muutoksesta kasauksen aikana kasausajan funktiona. Yleissuuntauksena voidaan todeta



Kuva 6. Sydämen sykintä työpäivän aikana tehdyn työmäärän funktiona.
 Fig. 6. Heart rate as a function of work amount done during a working day.

sykinnän nousseen yhtäjaksoisen kasausajan pidetessä. Tästä on seurauksena sitä suurempi räsituskuoppa, mitä kauemmin kasausaika kestää. Toisin sanoen kasausmatkan piteneminen lisää räsituskuoppaa. (Jos räsituskuoppun syntyminen olisi seurausta yksinomaan suuremmasta puun koosta, pitäisi sykemuutoksen olla alussa jyrkempää pitempikestoisten kasausjaksojen osalta. Tällaista säännönmukaisuutta ei kuvasta kuitenkaan voida havaita.) Koska kasauksessa ilmeisesti on suurelta osin kysymys anaerobisesta työstä, lisää sykinnän nousu suhteellisesti sitä enemmän energian kulutusta, mitä korkeammalla sykintätasolla liikutaan (vrt. CHRISTENSEN 1969). Näin ollen kasausmatkan piteneminen selittää voimakkaasti kuormittavuuseroja eri työmenetelmien välillä.

Kuormittumisprosentit ovat tässä tutkimuksessa verraten korkeita ylittäen useiden tutkijain esittämät ylikuormittumisrajat (esim. ÅSTRAND 1969, ANDERSEN ym. 1970). Ylikuormittumislilmionä tutkittiin sykinnän ja systolisen verenpaineen muutosta työpäivän jälkeen istuen ja seisaalla mitattujen arvojen välillä. Muutokset on esitetty oheisessa asetelmassa. Suuri sykkeen nousu erityisesti liittyneenä systolisen verenpaineen laskuun on merkinä verenkierron ylikuormittumisesta (LUNDGREN 1969).

Sykinnän nousu ei ollut kellään koehenki-

löllä erityisen suuri, mutta huomiota kiinnittää työntekijällä 2 samanaikainen systolisen verenpaineen selvä aleneminen. Ilmiö ei näyttänyt olevan riippuvainen käytetystä työmenetelmästä.

Sydämen sykintätason muutoksia työpäivän aikana tutkittiin HARSTELAN (1975 a) aikaisemmin esittämällä mallilla. Sykintä on kuvassa 6 esitetty joidenkin työpäivien osalta kumulatiivisen työmäärän funktiona.

Tekijän 1 osalta työpäivä oli talvisen Lapin olosuhteista ja tutkimusteknisistä syistä johtuen niin lyhyt, etteivät sykintämuutokset ole verrattavissa muihin työntekijöihin. Huonoimman fyysisen suorituskyvyn omanneella työntekijällä 2 sykintämuutokset vastasivat useimpien päivien osalta aikaisemmin saatua kolmivaiheista nouseva-laskeva-nouseva jaksotusta (HARSTELA 1975 a). Sen sijaan työntekijän 3 sykintätason muutokset eivät olleet yhtä säännönmukaiset. Työmenetelmien välillä ainut selvä ero oli se, että vain raskainta työmenetelmää 3 tehtäessä esiintyi voimakkaita laskevan sykintätason jaksoja. Ilmiöitä ei kuitenkaan voine selittää ilman laajempia fysiologia määrityksiä. Kummallakin työntekijällä sykintä oli työpäivän lopussa suurempi kuin alussa vastaten aikaisempia tutkimuksia (esim. LUNDGREN 1946, HARSTELA 1975 a, VALONEN 1975).

5. TEKOMENETELMÄN VAIKUTUS METSÄKULJETUKSEEN

Lieksan työmaalla tehdyn puutavaran ajosta tehtiin aikatutkimus. Koska aineisto on lähikuljetustutkimukseen pieni ja käsittää vain yhden kuljettajan työtä, osoittavat tulokset korkeintaan erojen suuntaa eri tekomenetelmien välillä (vrt. HARSTELA 1975 a, LEHTONEN 1975). Lisäksi kuljettaja oli vielä tottumaton liukupuomin käyttöön harvennusolosuhteissa.

Suuren hajonnan vuoksi erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä, mutta palstalta kuormauksen ajanmenekki näyttää selvästi suuremmalta kuin ajouran varresta kuormauksen. Työmene-

telmässä 1 on taas ajanmenekki ollut pienempi kuin työmenetelmässä 2. Ero on 25 % riskillä merkitsevä t-testillä. Edellä esitettyä tulosta osittain tukee MELKON ym. (1975) saama tulos, jonka mukaan palstalle kasatun puutavaran kuormaus oli 20...30 % hitaampaa kuin ajouran varteen kasatun. Tässä tutkimuksessa taakkakohtainen työaikaero oli n. 20 %, mutta kasojen pienempi keskikoko palstalle hakkuumenetelmissä suurensi kuutioyksikköä kohti laskettua tuotoseroa.

Taulukko 8. Metsäkuljetuksen kuormaustyövaiheen ajanmenekki.
Table 8. Work time for grapple loading.

Työvaihe Work phase	Työmen. 1 Work method		Työmen. 2 Work method		Työmen. 3 Work method	
	Ajan menekki, cmin/m ³ – Work time					
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Taakka-aika Loading time	210	84,5	235	94,7	151	43,5
Kuormausajoa Loading driving time	78	–	68	–	62	–
Yhteensä Total	288	–	303	–	213	–
Suhteellinen aika Relative time	135	–	142	–	100	–

\bar{x} = keskiarvo – mean

SD = keskihajonta – standard deviation

Taakkakohtaiselle työajalle laskettiin seuraava regressioyhtälö:

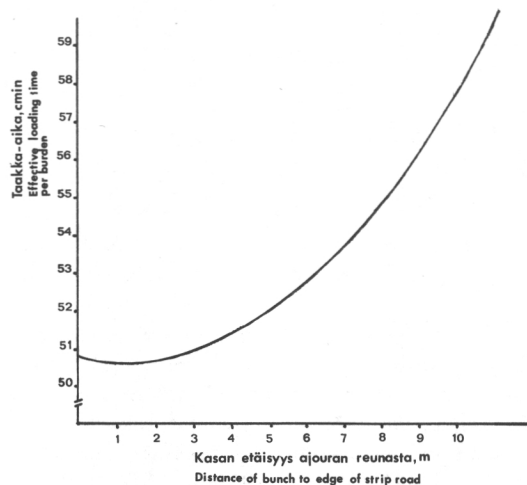
$$y = 0,67 - 0,54x_1 - 0,003x_2 + 0,001x_2^2$$

y = taakkakohtainen tehotyöaika, min
effective loading time

x_1 = kasan koko, m³
size of bunch

x_2 = kasan etäisyys ajouran reunasta, m
distance of bunch from the edge of the strip road

Kuva 7 havainnollistaa taakkakohtaisen kuormausajan riippuvuutta kasan sijainnista. Voidaan todeta kasausetäisyyden lisäävän eksponentiaalisesti työaikaa kulminaation sijoittelussa n. 4 m kohdalle. Näin ollen kasojen sijoittelu palstan ulompiin osiin on kuormaus-tuotoksen kannalta erittäin epäedullista. Vakiovarusteisilla kuormaimilla suoritetusta kuormauksesta saatuihin tuloksiin verrattuna kasan sijainnin vaikutus kuormausaikaan alle 5 m etäisyydellä oli verrattain pieni (HARSTELA 1975 b, GREGERSEN 1975).



Kuva 7. Taakkakohtainen kuormausaika kasan sijainnin funktiona.

Fig. 7. Effective loading time as a function of distance of bunch from the edge of the strip road.

6. JÄLJELLE JÄÄVÄN PUUSTON VAURIOITUMINEN

Lieksan työmaalla laskettiin jäljelle jäävälle puustolle aiheutuneet vauriot työmenetelmittäin. Vaurioiden luokittelu käy ilmi oheisesta taulukosta. Vaurioinventointiin yhden työmaan aineisto on ilmeisesti varsin pieni, koska vaurioitumiseen vaikuttavat monet kontrolloimattomat tekijät kuten esim. palsttien ominaisuudet (vrt. KÄRKKÄINEN 1970). Tulokset on käsiteltävä suuntaa-antaviksi, eikä seuraavaa hypoteesia pidä helposti hylätä.

Palstalle hakkuumenetelmissä niiden puiden lukumäärä kasvaa, jotka voivat joutua kone-elimien kanssa kosketuksiin. Näin vaurioitumisriski kasvaa. Myös kuormaimen puomin sijoittaminen jäävien puiden väliin lisää vaurioitumisriskiä. Työmenetelmässä 1 kasojen siirtämismatka ja kääntämistarve on pienempi kuin työmenetelmässä 2, mikä pienentää tilantarvetta ja vaurioitumisriskiä. Tulokset on esitetty taulukossa 9.

Ensimmäinen oletamus, että palstalle kasausten sinänsä olisi vaurioita aiheuttavaa, ei saa tukea, koska pienin vaurioituneiden puiden osuus on palstalle kasausten menetelmässä 1. Sen sijaan vapaa

kasojen sijoittelu palstalle näyttää lisänneen vaurioitumista. Eroja testattiin yksisuuntaisesti MANNWHITNEYN U-testillä. Havaintona käytettiin yhden päivän hakkuualalle syntyneitä vaurioprosenttia. Ero menetelmien 1 ja 2 välillä on merkitsevä 10 % riskillä. Vapaan palstalle hakkuun yhteydessä on myös syntynyt vaurioita enemmän kuin palsttien varteen hakkuun yhteydessä, mutta ero on merkitsevä vasta 17 % riskillä. Riskiprosentteja arvosteltaessa on otettava huomioon havaintojen pieni lukumäärä ja ei-parametrisen testin tehottomuus.

Erikaisena piirteenä on se, että vain palstalle hakkuumenetelmien yhteydessä on syntynyt juurivaurioita. Ilmiötä voidaan hypoteettisesti selittää sillä, että traktoria joudutaan peruuttamaan yritettäessä sijoittaa puomia puiden väliin palstalle hakkuun yhteydessä.

Kaiken kaikkiaan vaurioita on eräisiin aikaisempiin metsäkuljetustutkimuksiin verrattuna syntynyt verraten paljon (esim. HANNELIUS ym. 1970). Syynä tähän lienee kapea ja mutkitteleva palstatieverkosto. Palstateiden keski-
leveys oli 3,5...3,6 metriä.

Taulukko 9. Ajovalurioiden määrä ja laatu Lieksan aineistossa tekomenetelmittäin.

Table 9. Amount and type of forwarding damage at the Lieksa work site, according to the cutting method.

Tekomenetelmä Cutting method	Vaurioita %-runkoluvusta Damage in % of amount of trees	Runkovauriot Stem damages			Juurivaurioita %-vaurioista Root scars in % of amount of scars
		Pinta- vaurio, % Surface scar in %	Syvä- vaurio, % Deep scar in %	Pinta-ala, cm ² , \bar{x} Scar area, cm ² , \bar{x}	
1	6,7	11,1	88,9	63,3	8,7
2	11,0	7,6	92,4	105,7	9,1
3	9,8	3,1	96,9	88,8	0,0

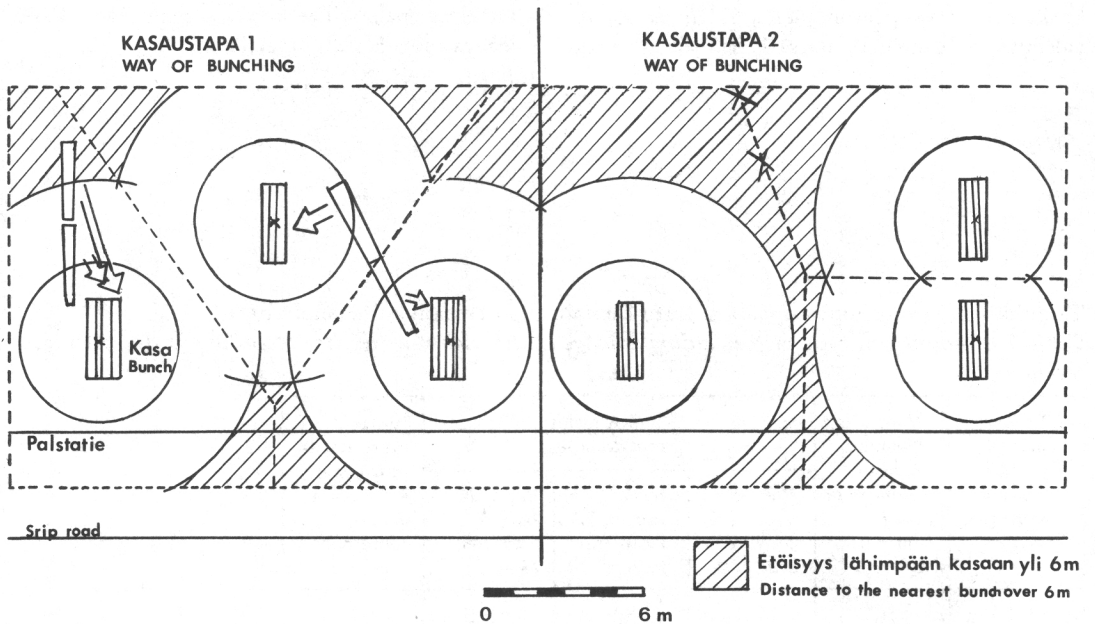
7. TULOSTEN TARKASTELUA

Vapaa palstalle kasaus lisäsi kasaustyön tuotosta tässä aineistossa keskimäärin 15 %. Lisäys on työvaihetaksojen mukaisen tynkäkarsitun ja pinnanmyötäisesti karsitun havukuitupuun kasaustapojen taksieron välissä. Ero työvaihetaksoihin voi johtua paitsi koehenkilöiden aiheuttamasta varianssista (vrt. HARSTELA 1975 a) myös siitä, että tutkimusleimikoiden puusto oli vähäoksaista ja siten tynkäkarsinta ei ole vaikeuttanut työtä niin paljon kuin keskimääräisissä olosuhteissa. Palstalle kasaus, jossa kasojen sijainnille pantiin rajoituksia, lisäsi kasaustyön tuotosta keskimäärin 7 % palstatienvarten tekoon verrattuna. Eron palstalle kasausten menetelmien välillä selittää se, että em. rajoitukset lisäävät kasaumatkaa ja työn suunnittelua.

Myös työntekijän fyysinen kuormittuminen oli vähäisempää palstalle kuin ajouran varten teossa. Eron selittänevät kasaustapojen suhteellinen väheneminen, rasiushuippujen aleneminen ja

suorinnan käytön lisääntyminen. On kuitenkin ilmeistä, ettei palstalle kasaus sinänsä vähennä tukielimiin – erikoisesti selkään – kohdistuvaa kuormitusta, koska lisääntyvä työn tuotos edellyttää useampien pölkkyjen siirtämistä ja selän kuormittumisen kannalta nosto ja pölkyn laskeminen ovat kuormittavimmat vaiheet (HARSTELA 1975 b). Suurin osa pölkkyistä siirretään kantamalla. Tämän vuoksi palstalle kasausta tulisi soveltaa siten, että siirrettävien pölkkyjen kokoa voidaan alentaa esim. tekemällä kasat suurien pölkkyjen viereen.

Suppean metsäkuljetuskokeen mukaan rajoitusten asettaminen palstalle kasaukseen lisää ajotyön tuotosta. Tutkimusolosuhteissa eri menetelmien kustannukset muodostuivat seuraaviksi, kun tekemiehen työmaatuntikustannuksena käytetään 18:50 mk, sos. kustannuksina 38 % ja metsätraktorin käyttötuntikustannuksena 88,00 mk.



Kuva 8. Kaksi tapaa sijoittaa kolme kasa 300 m^2 alueelle.
Fig. 8. Two ways of placing 3 bales in an area of 300 m^2 .

	Rajoitettu palstalle kasaus	Vapaa palstalle kasaus	Ajouran varten kasaus
Teko	17,18	16,73	17,57
Metsäkuljetus	8,07	8,33	6,87
Yhteensä	25,25	25,06	24,44

Laskelman mukaan palstalle kasausmenetelmät ovat tutkimusolosuhteissa olleet kustannuksiltaan suunnilleen yhtä edullisia, mutta rajoitusten asettamista puoltaa puuston vaurioitumisen ilmeinen väheneminen. Lisäksi vaikeammissa olosuhteissa tekomenetelmän 1 edut tullevat paremmin esiin. Laskelmaa ei tule käyttää metsäkuljetusaineiston suppeuden vuoksi liukupuomin käytön kannattavuuden yliseisen arviointiin. Liukupuomin kannattavuutta lisää esim. erillisen koneellisen esijuonnon poisjäänti tutkimusleimikkoo järeämpi puustoisissa leimikoissa. Myös työntekijäin fyysisen kuormittumisen väheneminen puoltaa liukupuomin käyttöä. Samoin ihmistyön menekin pieneneminen on etu työvoiman niukkuuden vallitessa.

Työn visuaalisen tarkastelun perusteella pääteltiin kasojen sijoittelun palstan eri syvyyksille ajouran suunnassa tasaisin välimatkoin vähentävän kasausmatkaa. Tätä tukee kuvassa 8 esitetty graafinen tarkastelu.

Kuvasta voi päätellä tasaisen sijoittelun vähentävän pitkiä rasitusluippuja aiheuttavia kasausmatkoja. Mitä enemmän kuvan 6 m säteellä piirretyt ympyrät ovat päällekkäisiä tai ylittävät kuvattun palstan osan, sitä enemmän on palstalla kohtia, joista kasausmatka teoriassa on yli 6 m. Vastaavasti mitä enemmän 3 m säteellä piirretyt ympyrät leikkaavat toisiaan, sitä vähemmän on aluetta, jossa voidaan soveltaa suorintaa. Luonnollisesti tästä pääsäännöstä on tehtävä poikkeuksia leimikon tiheyden ja puuston koon mukaan niin, että nimenomaan raskaimpien pölkkyjen kantamista vältetään. Kasojen sijoitteluun tulee kiinnittää huomiota myös siten, ettei kasoja sijoiteta taakan vetoa haittaavien esteiden taakse. Erikoisesti palstatien reunassa täytyy jäävässä puustossa olla riittävä aukko puomin suuntaamista varten. Ensiharvennuksessa kannattanee harkita apu-urien käyttöä.

Ilmeisesti työntekijä 1 oli fyysiseltä suorituskyvyltään paras työntekijöistä, vaikka suorituskykyä häneltä ei käytännön vaikeuksien vuoksi mitattukaan. Hän oli hyvässä kunnossa oleva aktiivurheilija. Kuormittumiserot eri menetelmien välillä olivat hänellä pienimmät. Mitä

parempi fyysinen suorituskyky ja mitä suurempi suoriutumistarve työntekijällä oli sitä pienemmäksi jäi kuormittumisero työmenetelmien välillä. Ilmiö voitaisiin selittää sillä, että fyysinen suorituskyky hallitsee käyttäytymistä ja huonokuntoinen työntekijä käyttää huolellisemmin työn keventämismahdollisuudet hyväkseen (HARSTELA 1975 a).

Edellä esitetty tukee hypoteesia, jonka mukaan korkean työmotivaation (suoriutumistarve korkea kaikilla työntekijöillä) vallitessa metsätöitä tehdään ylikuormittumisrajalla tai sen ylittäen. Tähän viittaavat myös verraten korkeat kuormittumisprosentit ja työntekijällä 2 havaittu ylikuormittumisreaktio systolisessa verenpaineessa.

Työpäivän aikana eivät sydämen sykinnän muutokset työntekijän 3 osalta vastanneet oletusta. Onkin luultavaa, että sekä biologinen varianssi työntekijäin välillä että ympäristöolosuhteet vaikuttavat verraten paljon sykinnän muutoksiin työpäivän aikana. Jos laskevat jaksot ovat seurausta verimäärän ohjautumisesta työskenteleeviin lihaksiin, kuten on oletettu (VUORI 1968), voi lämpötilan nousu tai vaateetus estää tämän kehityksen ihoverenkierron lisääntymisen tai hikoilun aiheuttaman dehydraation vuoksi. Työntekijä 3 työskentelikin olosuhteissa, joissa aamupakkasen jälkeen päivälämpötila nousi verraten korkeaksi, ja voi olla, että vaateetus oli varattu aamupakkasen mukaiseksi.

Metsäkuljetuksen kuormausvaiheessa työajan menekin kulminaatiopiste oli n. 4 metrin kohdalla, kun työaikaa kuvattiin kasan etäisyyden funktiona. Kulminaatiopiste sijoittuu ARVIDSONIN (1975) saaman näkyvyysrajan tienoille, jonka jälkeen taimikossa alkaa esiintyä näkyvyysvaikeuksia. Tämä tutkimus suoritettiin vähäoksaisessa männikössä, jossa näkyvyys oli verraten hyvä, joten kuljettaja lienee nähnyt hyvin kaikki kasat. Sen sijaan saattoi esiintyä vaikeuksia etäisyyden arvioinnissa ja pitkän puomin päässä heiluvan kouran sijoittamisessa kouraisuun sekä vetouralle sattuneiden esteiden kiertämisessä. Tiheässä ja oksaisessa metsikössä saattaa myös esiintyä kasojen näkemisvaikeuksia. Lisääntyneen työvaikeuden vaikutusta kuljettajan väsymiseen ja neuro-sensorisiin oireisiin ei tutkittu.

Toinen syyryhmä eksponentiaaliseen työajan kasvuun voi olla kuormaimen rakenteesta johutuva. Jokaisen kuormaimen liikkeen ajan menekin määrittävät pumppujen ja sylinterien koko,

öljyn tarve, saattava öljyvirtaus ja kuorman hitausmomentti (GREGERSEN ym. 1975). Kulminaatiopiste sattui suunnilleen etäisyydelle, josta eteenpäin liukupuomin tangon liikettä joudutaan käyttämään kuormauksessa. Koska liukutangan liike on muihin kuormaimen liikkeisiin verrattuna suhteellisen hidas (TAIPALE 1975), voi kulminaatiopisteen sijainti osittain johtua tästä. Mitä kauempaa taakka kuormataan, sitä enemmän käytetään taakan vetä-

mistä, jolloin kitka omalta osaltaan hidastaa vetoliikettä.

Puutavaran teon osalta kolmen koehenkilön aineistoa voidaan pitää verraten luotettavana työmenetelmien välisten erojen suunnan ja suuruusluokan määrittämiseen, mutta ajon osalta yhden työntekijän aineisto on riittämätön luotettavien johtopäätösten tekoon, joten ajon osalta tuloksiin on suhtauduttava varauksin (vrt. HARSTELA 1975 a).

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANDERSEN, K.L., MYHRE, K., VIK, T. 1970. Likvekten i det inre kroppsmiljø ved langvarig muskelarbeid. Summary: Homeostasis (Internal Environment) during prolonged work. Det Norske Skogsforsøksvesen, Driftsteknisk rapport nr. 7.
- ARVIDSSON, A. 1975. Suullinen lausunto.
- CHRISTENSEN, E.H. 1969. Trötthet och pauser. Teoksessa LUTHMAN ym. (toim.) Handbok i ergonomi. Stockholm.
- GREGERSEN, H., JOHANSSON, A. 1975. Bättre vikarskranar med kraft- och tidsanalys. Tekn. ForsknStift. Skogsarb. 9.
- HANNELIUS, S., LILLANDT, M. 1970. Puuston vaurioituminen harvennusleimikoiden koneellisessa korjuussa. Summary: Damaging of Stand in Mechanized Thinning. Helsingin Yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja n:o 4.
- HARSTELA, P. 1975 a. Työajan menekkiin ja työntekijän kuormittumiseen vaikuttavat tekijät. Teoreettinen ja empiirinen analyysi. Summary: Factors affecting the consumption of working time and the strain on the worker in some forest work methods. Commun. Inst. For. Fenn. 87.2.
- HARSTELA, P. 1975 b. Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä. Summary: The effect of bunching into zones of productivity and strain of worker cutting pulpwood. Folia For. (Inst. For. Fenn.) 242.
- KÄRKKÄINEN, M. 1970. Eri traktorityyppien vaikutus puiden vaurioitumiseen harvennuspuun korjuussa. Summary: The effect of different tractor types on the damaging of trees in thinning. Helsingin Yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja n:o 3.
- LEHTONEN, E. 1975. Kourakuormauksen oppiminen. Summary: Learning of grapple loading. Folia For. (Inst. For. Fenn.) 244.
- LUNDGREN, N. 1946. Fysiologisk arbetsmätning. Teoksessa LUTHMAN ym. (toim.) Handbok i ergonomi. Stockholm.
- MELKKO, M., TAIPALE, J. 1975. Marttiin liukupuomi harvennuspuun korjuussa. Summary: Marttiin's slide boom for the harvesting of thinning. Metsätehon katsaus 22.
- VALONEN, P. 1975. Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä. Summary: The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods. Folia For. (Inst. For. Fenn.) 243.
- VUORI, I. 1968. Verenkiertoelimistön mukautuminen ruumiilliseen rasitukseen. Stadion 1.
- ÅSTRAND, P.-O. 1969. Fysisk träning. Teoksessa LUTHMAN ym. (toim.) Handbok i ergonomi. Stockholm.

Liite 1. Tehotyöajan menekkiä kuvaavat regressioyhtälöt.

App. 1. Regression models describing the effective work time.

Runkokohtainen työaika – *Per stem time*

R²

$$y_1 = -20.99 + 20.7x_{30} + 7.31x_{627} + 12.59x_{31} + 10.60x_{628} + 8.18\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right) + 4.49x_{33} - 0.23\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^2 - 0.01(x_{30}x_{32})$$

82.0 %

$$y_2 = 34.06 + 12.05x_{30} - 6.27x_{627} - 1.30x_{626} - 0.92x_{31} + 4.90x_{33} + 3.26\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right) - 0.12x_{30}^2 - 0.052\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)^2 + 1.34(x_{30}x_{31})$$

82.1 %

$$y_3 = 5.7 + 16.92x_{30} - 7.19x_{626} - 8.04x_{627} + 25.41x_{31} - 0.13x_{30}^2 + 5.85x_{33} + 1.80\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)$$

81.1 %

Kasausaika – *Bunching time*

$$y_1 = 16.97 + 6.90x_{30} - 7.53x_{628} - 0.17x_{31} - 11.44x_{626} - 2.52(x_{30}x_{627})$$

58.1 %

$$y_2 = -11.15 + 5.53x_{30} - 0.82x_{627} - 1.79x_{626} + 4.52x_{31} - 0.45(x_{30}x_{31}) + 0.82(x_{628}x_{30}) + 1.27x_{38} - 2.34x_{40} - 0.0018(x_{30}x_{32}) - 0.027x_{30}^2 - 0.52(x_{627}x_{30}) + 0.11\left(\frac{x_5}{x_{33}}\right)$$

64.0 %

$$y_3 = -0.31 + 8.41x_{30} - 0.39x_{626} - 4.49x_{627} + 10.42x_{31} - 0.064x_{30}^2 - 1.37(x_{30}x_{31}) + 0.0011(x_{30}x_{32})$$

58.8 %

Liite 2. Sydämen sykintää kuvaavat regressioyhtälöt.
 App. 2. Regression models describing the hearth-rate.

Runkokohtainen sykintä – *Per stem hearth rate* R²

$$y_1 = 142.9 - 0.15x_{30} + 2.52x_{628} - 0.25x_{31} + 2.42x_{626} + 0.000013x_{32}^2 - 2.05x_{38} - 0.20\left(\frac{x}{x} \frac{5}{33}\right) \quad 40.8 \%$$

$$y_2 = 101.30 - 0.18x_{30} - 6.30x_{627} - 12.41x_{626} + 0.22x_{31} + 0.59x_{38} + 0.69x_{36} + 0.026x_{32} + 2.08x_{40} - 0.00000099x_{32}^2 - 0.10\left(\frac{x}{x} \frac{5}{33}\right) - 0.17x_{33} + 0.00047(x_{30}x_{32}) + 0.19(x_{30}x_{628}) \quad 36.4 \%$$

$$y_3 = 118.85 - 0.064x_{30} - 6.60x_{626} - 5.70x_{627} - 2.098x_{31} + 0.47x_{32} - 0.000063x_{32}^2 + 0.091x_{36} \quad 19.1 \%$$

Kasaussykintä – *Bunching hearth rate*

$$y_1 = 152.3 + 1.74x_{30} + 1.29x_{627} + 0.80x_{31} + 0.49x_{628} + 0.000095x_{32}^2 - 3.28x_{38} + 1.92x_{40} - 0.06x_{30}^2 - 0.68x_{33} - 0.36\left(\frac{x}{x} \frac{5}{33}\right) \quad 22.5 \%$$

$$y_2 = 96.45 + 0.45x_{30} - 5.05x_{627} - 11.15x_{626} + 3.89x_{31} + 0.77x_{38} + 0.023x_{32} + 1.73x_{40} + 0.58(x_{30}x_{628}) + 0.45x_{36} - 0.0000001x_{32}^3 - 0.14\left(\frac{x}{x} \frac{5}{33}\right) - 0.27x_{33} - 0.88x_{31}^2 \quad 35.2 \%$$

$$y_3 = 118.12 + 0.12x_{30} - 6.87x_{626} - 6.13x_{627} - 0.29x_{31} + 0.037x_{32} - 0.0000001x_{32}^3 + 0.096x_{36} \quad 15.4 \%$$

y_i = työaika/sykintä, cmin/kertaa/min, i = työntekijä, n:o
 work time/hearth rate, cmin/beats/min, i = worker, nr

x_{626} = dikotoominen muuttuja, työmenetelmä $1 = 1, 2 = 0, 3 = 0$
 work method

x_{627} = —”— —”— —”— $1 = 0, 2 = 1, 3 = 0$

x_{628} = —”— —”— —”— $1 = 0, 2 = 0, 3 = 1$

- x₃₀ = rungon koko, 0.01 m³ – *size of stem*
- x₅ = siirtymisaika puulta puulle, cmin
moving time from tree to tree
- x₃₃ = siirtymismatka, m – *moving distance*
- x₃₁ = oksaisuusluokka – *branchiness class*
- x₃₂ = aika työpäivän alusta, 100 x tuntia
time from beginning of working day, 100 x h
- x₃₆ = lumen upottavuus, cm – *sinking into the snow*
- x₃₈ = lämpötila, C° – *temperature*
- x₄₀ = työpäivän järjestysnumero – *number of working day*

- No 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta.
Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50
- No 216 Gunnar Wilhelmson: Puutavaran käsittely. 7,—.
- No 217 Pentti Rikkonen: Koivuvaneritukkien kuutiointi. 1,50.
Calculation of the volume of birch veneer logs.
- No 218 Pentti Nisula: Makroilmaston vaikutus varastoidun pinotavaran painoon.
Effect of macroclimate on the weight of stored cordwood. 2,50
- No 219 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1972—74.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1972—74. 6,—
- No 220 Pentti Nisula: Eräs herbisidien levityslaite.
An apparatus for the application of herbisides. 2,50
- 1975 No 221 Simo Penttilä ja Jouko Hämäläinen: Päiväansio ja työn tuotos urakkapalkkaisessa istutustyössä 1972.
Daily earnings and work output in piece rate planting in Finland 1972. 4,—
- No 222 Veli-Pekka Jarveläinen: Yksityismetsänomistajien metsätaloudellinen käyttäytyminen.
Forestry behaviour of private forest owners in Finland. 20,—
- No 223 Jan Heino: Finlands stadsägda skogar betraktade speciellt ur friluftssynvinkel. 5,—
- No 224 Pentti Hakikila: Kanto- ja juuripuun kuoriprosentti, puuaineen tiheys ja asetoniuut-
teitten määrä.
Bark percentage, basic density, and amount of acetone extractives in stump and root
wood. 1,50
- No 225 Metsätalostollinen vuosikirja 1973.
Yearbook of forest statistics 1973.
- No 226 Bo Långström: Eräiden insektisidien testaus tukkimiehentäin, *Hylobius abietis* L.
(Col., Curculionidae), tuhojen torjumiseksi.
Testing of some insecticides for the control of damages caused by the large pine
weevil, *Hylobius abietis* L. (Col., Curculionidae). 1,50
- No 227 Veijo Heiskanen: Kuitupuun latväläpimitaan perustuva työmittausmenetelmä ("pölkky-
menetelmä").
A wage- payment measuring method based on pulpwood top diameter (Bolt method).
4,—
- No 228 Pentti Nisula: Liikkuva sadetuslaitteisto.
Revolving Sprinkler. 3,—
- No 229 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Sahatukkien todellisen kiintomitan määrit-
tämismenetelmät.
Methods for the measurement of softwood sawlogs. 3,—
- No 230 Aulikki Kauppila ja Erkki Lähde: Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsä-
maan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa.
On the effects of soil treatments on forest soil properties in North-Finland. 3,—
- No 231 Olli Uusvaara ja Kari Löytyniemi: Tikaskuoriaisen (*Trypodendron lineatum* Oliv.,
Col., Scolytidae) aiheuttaman voinituksen vaikutus sahatavaran laatuun ja arvoon.
Effect of injury caused by the ambrosia beetle (*Trypodendron lineatum* Oliv., Col.,
Scolytidae) on sawn timber quality and value. 1,50
- No 232 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1965—72 ja metsä-
teollisuuden raaka-ainenäköymät vuoteen 2000.
Forest balance of Finland in 1965—72 and the prospects of industrial wood until
2000. 1,50
- No 233 Jouko Laasasenaho: Runkopuun saannon riippuvuus kannon korkeudesta ja latvan
katkaisuläpimitasta.
Dependence of the amount of harvestable timber upon the stump height and the top-
logging diameter. 2,—
- No 234 Olli Uusvaara ja Veijo Heiskanen: Sahanhakkeen valmistus, käsittely, mittaus ja laadun-
määrittäminen Suomessa.
Preparation, handling, measurement and quality determination of sawmill chips in
Finland. 3,—
- No 235 Seppo Kaunisto: Jyrsintämuokkaus ja lannoitus männyn ja kuusen kylvön yhteydessä
turvemaalla.
Rotavation and fertilization in connection with direct seeding of Scots pine and Norway
spruce on peat greenhouse experiments 1,50
- No 236 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Kuitupuupinon kiintotilavuuden määrittästä koskevia
tutkimuksia. Mutkainen lehtikuitupuu, järeä kuitupuu sekä likipituinen havukuitupuu.
Studies on the determination of the solid volume of a pulpwood pile Crooked
broadleaved pulpwood, large-sized pulpwood and coniferous pulpwood of approximate
length. 3,—
- No 237 Markku Mäkelä: Oksaraaka-aineen kasaus ja kuljetus.
Bunching and transportation of branch raw material. 2,—
- No 238 Mirja Ruokonen: Lehtien kautta annetun fenoksiherbisidin käyttäytyminen kasvissa.
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.

- The behaviour of leaf-applied phenoxy-herbicides in plants. A study based on literature. 2,50
- No 239 Eero Paavilainen: Koetuloksia lannoituksen vaikutuksesta korpikuusikossa. On the response to fertilizer application of Norway spruce growing on peat. 1,—
- No 240 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Markku Mäkelä: Kokopuunkäyttö pienpuuongelman ratkaisuna. Full-tree utilization as a solution to the problem of small-sized trees. 8,—
- No 241 Victor Ipatiev & Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutuksen kesto aika vanhassa tupasvillarämeen männikössä. Duration of the effect of fertilization in an old pine stand on a cottongrass pine swamp. 1,50.
- No 242 Pertti Harstela: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen vyöhykekasausmenetelmää käytettäessä. The effect of bunching into zones on productivity and strain of the worker cutting pulpwood. 2,—
- No 243 Paavo Valonen: Tekomiehen fyysinen kuormitus kehittyneissä työvaltaisissa kuitupuun tekomenetelmissä. The physical strain on the logger in advanced labour intensive pulpwood preparation methods. 4,—
- No 244 Eero Lehtonen: Kourakuormauksen oppiminen. Learning of grapple loading. 4,—
- No 245 Pentti Nisula: Kantoloukku. Stump Crusher. 3,—
- No 246 Hans G. Gustavsen ja Erkki Lipas: Lannoituksella saatavan kasvunlisäyksen riippuvuus annetusta typpimäärästä. Effect of nitrogen dosage on fertilizer response. 2,—
- No 247 Yrjö Vuokila: Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. 2,50
- No 248 Timo Kurkela ja Yrjö Norokorpi: Kuusen lumikaristesien (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa. Occurrence of spruce snow blight fungus, *Lophophacidium hyperboreum* Lagerb. in Finland. 1,—.
- No 249 Pentti Hakkila ja Markku Mäkelä: Pallarin vesakkoharvesteri. Pallari Bushharvester 2,—
- 1976 No 250 Veijo Heiskanen ja Pentti Rikkonen: Havusahatukien kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. 7,—
- No 251 Veijo Heiskanen: Havusahatukkeja koskevia arvolaskelmia vuosina 1974—1975. Value calculations for softwood sawlogs in 1974—1975. 7,—.
- No 252 Jyrki Raulo ja Eino Mälkönen: Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. 1,50
- No 253 S.-E. Appelroth: Työntutkimus Lamu-kylvökoneesta. Work Study of the Lamu Seeding Machine. 2,50
- No 254 Matti Kärkkäinen: Havutukien kiintomittausmenetelmän seurantajärjestelmä. A control method for the measurement of pine and spruce logs. 2,—
- No 256 Pentti Hakkila, Hannu Kalaja ja Yrjö Schildt: Bobcat M-721 kaatokasauskone männikön ensiharvennuksessa. Bobcat M-721 feller-buncher in early thinning of Scots pine. 2,—.
- No 257 Pirkko Velling: Mänty- ja kuusiprovenienssien puuaineen tiheyden vaihtelusta. The wood basic density variation of pine and spruce provenances. 4,—
- No 258 Nisula Pentti: Muovihuoneen sadetuskone. A sprinkler for a plastic greenhouse. 1,50
- No 259 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972 ja 1973. Costs of timber production in Finland in 1972 and 1973. 5,—.
- No 260 Harstela Pertti: Työn tuotos ja työntekijän kuormittuminen tehtäessä kuitupuuta liuku-puomikuormausta varten. Work output and the worker's strain in cutting pulpwood for slide-boom loading. 2,50
- No 261 Eero Lehtonen: Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla. Felling of small-size trees with felling devices based the chain saw and clearing saw. 3,—
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä. Yield from the first thinning. 1,50