

ODC
332.2
372

FOLIA FORESTALIA 215

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1974

PERTTI HARSTELA JA SAULI TAKALO

KOKEITA OKSARAACA-AINEEN KUORMAUK-
SESTA JA KULJETUKSESTA

EXPERIMENTS ON LOADING AND TRANS-
PORTATION OF BRANCH RAW MATERIAL

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Suomen tutkimusosasto
P.O. Box
01301 Vantaa 30

- No 140 Matti Ahonen & Markku Mäkelä: Juurakoiden irrottaminen maasta pyöräkuormaajilla. Extraction of stump-root systems by wheel loaders. 2,50
- No 141 Yrjö Vuokila: Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. 4,—
- No 142 Pentti Koivisto: Kainuun ja Pohjanmaan talousmänniköiden kehityksestä. On the development of Scots pine stands in central Finland. 2,—
- No 143 Matti Huovinen, Soini Silander, Paavo Tiihonen & Juho Yli-Hukkala: Hakkuumiehen määrittämään runkolukuun perustuva leimikon pystymittaus. Stichprobenweise Massenermittlung am stehenden Holz eines ausgezeichneten Bestandes auf Grund von Stammzahlaufnahme durch den Holzfäller. 2,—
- No 144 Esko Leinonen: Puutavaran mittaus kuorma- ja otantamenetelmillä. Measurement of timber by the load and sampling methods. 4,—
- No 145 Esko Leinonen: Tilavuuspaino-otanta sahatukkien mittauksessa. Green density sampling in sawlog scaling. 1,50
- No 146 Markku Mäkelä: Kanto- ja juuripuun kuljetus. Transport of stump and root wood. 2,50
- No 147 Pentti Hakkila, Jouko Laasasenaho & Kari Oittinen: Korjuuteknisiä oksatietoja. Branch data for logging work. 2,—
- No 148 Pertti Mikkola: Metsähukkapuun osuus hakkuupoistumasta Suomessa. Proportion of waste wood in the total cut in Finland. 2,—
- No 149 N. A. Osara: Some trends in world forestry with respect to Finland. Eräitä metsä- ja puutalouden kehitysilmiöitä maailmassa ja Suomessa. 1,—
- No 150 Ole Oskarsson: Suomalaiset plusmännyn ja pluskuuset. Finnish plus trees of Scots pine and Norway spruce. 14,—
- No 151 Pertti Harstela & Paavo Valonen: Työn tuotos, työntekijän fyysinen kuormittuminen ja ääriääntistys pelkässä kaadossa. Work output, physical load of the worker and exposure to vibration in feeling. 5,—
- No 152 Kari Keipi: Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa. The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. 4,—
- No 153 Hannu Vehviläinen: Palkkaus ja työolot metsäkonetöissä syksyllä 1971. The working conditions and earnings of forest-machine operators in autumn 1971 in Finland. 9,—
- No 154 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn, kuusen ja koivun kuitupuutaulukot. Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern-, Fichten- und Birkenfaserholz. 7,—
- No 155 Paavo Tiihonen: Kiintokuutiometrin käyttöön perustuvat männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Massentafeln mit dem Festmeter als Masseinheit für Kiefern- und Fichtenblochholz. 2,50
- No 156 Eljas Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusi- viljelyistä. Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutähteiden talteenoton vaikutus männikön ravinnevaroihin. Effect of harvesting logging residues on the nutrient status of Scotch pine stands. 1,50
- No 158 Kaarlo Kinnunen & Erkki Lähde: Kylvöajankohdan vaikutus kennonaimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana. The effect of sowing time on development during the first growing season of seedlings grown in paper containers. 2,50
- No 159 Pentti Hakkila: Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa. Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. 2,—
- No 160 Kullervo Etholén: Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed. Состояние культур сосны в Северной Финляндии и происхождение семян. 3,—
- No 161 Olavi Huuri: Eräiden kloorattujen hiilivetyjen vaikutuksesta männyn taimien alkukehitykseen. The effect of some chlorinated hydrocarbons on the initial development of planted pine seedlings. 2,50
- No 162 Veijo Heiskanen, Antero Kuronen & Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja tukkilukuun perustuvat sahapuiden kuutioimistaulukot. Volume tables for saw timber stems based on the breast height diameter and the number of log per stem. 1,50
- No 163 Ilkka Kohmo: Nykymetsiköiden kasvuprosentti Suomen pohjoispuoliskossa vuosina 1969—70. 1,50
- No 164 Jouko Laasasenaho & Yrjö Sevola: Havutukkien latvamuotolukujen vaihtelu. The variation in top form quotients of the coniferous logs. 2,—
- No 165 Metsätalastollinen vuosikirja 1971. Yearbook of forest statistics 1971. 10,—
- No 166 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1970—72. Wood consumption, total drain and forest balance in Finland in 1970—72. 5,—

Pertti Harstela ja Sauli Takalo

KOKEITA OKSARAACA-AINEEN KUORMAUKSESTA JA KULJETUKSESTA

Experiments on loading and transportation of branch raw material

ALKUSANAT

Tämä tutkimus kuuluu osana Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosastolla suoritettaviin hakkuutähdetutkimuksiin ja Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton hakkuutähdeprojektin metsäryhmän tutkimuksiin.

Tutkimuksen alustava suunnittelu on tapahtunut projektiryhmässä, johon kuuluvat MH YRJÖ SCHILDT (pj), MH AARNE ELOVAINIO, prof. PENTTI HAKKILA, MML PERTTI HARSTELA, MH JUHANI JÄRVINEN ja MH LEO KARVONEN. Kokeet suoritettiin Tehdaspuu Oy:n työmaalla Ruokolahdessa. Käytännön järjestelyissä avustivat ennen muita piiriteknikko PAAVO ROININEN, ins. HANNU AIROVAA-RA ja metsäteknikko RAIMO AHOLAINEN. Kokeiltavan kahmaimen no 4 luovutti Suonne Oy ilman korvausta tutkimuskäyttöön.

Maasto- ja laskentatöihin osallistuivat Luk. EILA HARSTELA, Mr. MICHAEL KANKAINEN, BF, kenttäapulainen HEIKKI KORHONEN ja yo. URPO PAANANEN. Fil. maist. NILS-G. HUBLIN käänsi englantilaisen tekstin, ja konekirjoitustyön suorittivat merkonomi KAARINA NISKANEN ja rouva AUNE RYTKÖNEN. Käsikirjoituksen on lukenut prof. PENTTI HAKKILA. Parhaat kiitokset kaikille työhön osallistuneille.

Tekijäin kesken työ jakaantuu siten, että HARSTELA suunnitteli ja johti tutkimuksen sekä kirjoitti käsikirjoituksen. TAKALO osallistui rakennettavien kahmainten suunnitteluun ja maastotöihin sekä valvoi kahmainten rakentamista.

Suonenjoella toukokuussa 1974

Pentti Harstela

Sauli Takalo

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
SUMMARY	3
TIIVISTELMÄ	4
1. JOHDANTO JA TUTKIMUKSEN TARKOITUS	4
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKITUT TYÖVÄLINEET	5
3. TUTKIMUSAINEISTO	6
4. TUTKIMUSTULOKSET	7
4.1. Kahmaintyyppin vaikutus taakkakohtaiseen työaikaan ja taakan kokoon	7
4.2. Kahmaintyyppin vaikutus taakan muotoon	8
4.3. Oksakuormien koko	9
4.4. Oksien kuljetustuotoksen ja -kustannusten ennakointi	10
5. TULOSTEN TARKASTELUA	10
KIRJALLISUUSLUETTELO	12

EXPERIMENTS ON LOADING AND TRANSPORTATION OF BRANCH RAW MATERIAL

SUMMARY

The aim of the experiments was to investigate grapples suitable for handling branch raw material (branches and tops) and to perform tests on transportation with forwarders. The experiments comprised the loading of branch heaps left behind by a processor operating in the cutting area. The objects of the investigation were the conventional timber grapple Granab G 6 (grapple No. 1, Picture 1), a grapple from which the plates between the arms had been removed (grapple No. 2, Picture 2), a modified and widened timber grapple (grapple No. 3, Picture 3), and the six-armed, grapple of Suonne Oy that presses from all sides (grapple No. 4, Picture 4). The forwarder transportation testing was performed with the heavy forwarder Kockum 850.

The size and structure of the material is presented in Table 1. The regression equations for the working time and load size can be found on page 0. The differences in the working times of the different grapple types tested by analysis of covariance were statistically significant. According to the yield values adjusted for the regression variables presented in Table 2, grapple No. 3 was the most efficient.

The average length and deviation of the load was 192 ± 31 cm and its width 114 ± 30 cm. No significant difference between the grapple types was observable. Ocular observation, however, suggested that grapple No. 4 caused crossing of

tree crowns and long branches. For infeed into a chipping machine, the loads were fairly large in area, longish in shape and often contained rather long tree crowns.

The conventionally equipped forwarder was capable of transporting. Lengthening the stakes or otherwise enlarging the load space in the forwarder made it possible to increase the size of load. Table 3 presents the loads for the Kockum 850 forwarder, in which the stakes were mouted with normal extensions. The possibilities of using the grapple for making the load denser by pressing seemed to be rather limited because of the elasticity of the branch raw material.

In spite of the fact that the material originates from one work site only, the normative yield and cost values were calculated for the driver and the forwarder. The figures are presented in Table 4. The results conform with the figures anticipated from earlier research work. The yield from transportation after stacking in a cutting area may very well be higher than that from transportation after a processor, because the size of the heaps can then be bigger.

Further investigations are indicated of the effect of the size of the branch heaps, the load space of the forwarder and the equipment for making the loads denser.

TIIVISTELMÄ

Kokeilujen tarkoituksena oli tutkia oksaraaka-aineen käsittelyyn soveltuvia kahmaimia sekä kuljettamista kuormatraktorilla. Kokeilut suoritettiin palstalla toimivan prosessorin jälkeen jättämien oksakasojen kuormaamisesta. Tutkittavana olivat normaali puutavarakoura Granab G 6 (kahmain n:o 1, kuva 1), kahmain, josta oli poistettu sankojen välilevyt (kahmain n:o 2, kuva 2), muotoiltu ja levennetty puutavarakoura (kahmain n:o 3, kuva 3) sekä Suonne Oy:n kuusipiikkinen, joka suunnalta puristava koura (kahmain n:o 4, kuva 4). Kuljetusta kokeiltiin järeällä Kockum 850 kuormatraktorilla.

Aineiston laajuus ja laatu on esitetty taulukossa 1. Työajanmenekkiä ja taakan kokoa kuvaavat regressioyhtälöt on esitetty sivulla 7. Kovarianssianalyysillä todettiin työajan meneikin ja taakkojen koon erot eri kahmaintyyppillä tilastollisesti merkitseviksi. Taulukossa 2 esitettyjen regressiomuuttujien suhteen tasoitettujen tuotoslukujen perustella osoittautui kahmain 3 tehokkaimmaksi. Kahmainten 1 ja 2 välisestä erosta ei saatu kuvaa, koska kahmainten rakenteet poikkesivat huomattavasti toisistaan. Kahmainen 4 ei todettu tarjoavan rakenteellisia etuja kahdelta suunnalta puristaviin kahmaimiin verrattuna.

Taakkojen keskimääräinen pituus ja hajonta oli 192 ± 31 cm ja leveys 114 ± 30 cm. Kahmain-

tyyppien välillä ei todettu merkittävää eroa. Sen sijaan silmävaraisesti voitiin todeta kahmainen 4 aiheuttavan latvusten ja pitkien oksien ristikkäisyyttä. Hakkuriin syöttöä ajatellen taakat todettiin pinta-alaltaan verraten suuriksi, pitkänomaisiksi ja usein varsin pitkiä latvuksia sisältäviksi.

Pitkien kuusenoksien kuljetus todettiin mahdolliseksi vakiovarusteisella kuormatraktorilla. Sivutolppien pidentämisellä tai muulla kuorutilan suurentamisella voidaan kuorman kokoa kuitenkin nostaa. Taulukossa 3 on esitetty kuormien koot Kockum 850 traktorilla, jossa sivutoppiin oli asennettu normaalit jatkeet. Kuorman tiivistämiseen kuormaimella painamalla näytti olevan varsin rajoitetut mahdollisuudet, koska oksat muodostavat joustavan kuorman.

Huolimatta aineiston suppeudesta, laskettiin suuntaa antavia tulos- ja kustannusarvoja, jotka on esitetty taulukossa 4. Tulokset vastaavat esitutkimuksessa ennakoituja lukuja. On mahdollista, että tuotos kasvaa palstakasauksen jälkeisessä kuljetuksessa verrattuna prosessorin jäljiltä tapahtuvaan kuljetukseen, koska kasojen koko voi olla suurempi.

Jatkotutkimuksia esitetään oksakasojen koon, traktorin kuorutilan ja kuorman tiivistämislaitteiden vaikutuksesta kuljetustuotokseen ja -kustannuksiin.

1. JOHDANTO JA TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Vuosittain jää metsään oksaraaka-ainetta n. 8.8 milj. kuiva-tonnia, josta puunjalostusteollisuuden ulottuvilla 100 km:n säteellä on kolme neljännestä (HAKKILA 1972). Suoritettujen esitutkimuksen mukaan kokopuun menetelmään perustuva ylävarastokäsittely ja palstakeräykseen perustuvat ylävarastokäsittelyt näyttävät olevan palstalla haketusta edullisempia oksaraaka-aineen korjuuvaihtoehtoja (ELOVAINIO

ym. 1973). Ruotsalaisen systeemanalyysin mukaan myös haketus tehtaalla näyttää varteenotetavalta vaihtoehdolta ylävarastohaketuksen rinnalla (GUNNARFELT 1973). Kahdessa viimeksi mainitussa korjuuvaihtoehdossa on oksaraaka-aine kuljetettava palstalta varastolle, ja jokaisessa kolmessa vaihtoehdossa tarvitaan kuorma-ajoneuvo oksien syöttämiseen hakkuriin.

Suomen Metsäteollisuuden Keskusliiton hak-

kuutähdeprojektin tavoitteena on kokonaisten korjuuketjujen analysointi. Aikaisemmin on jo tutkittu oksien kasausta palstalla (HAKKILA ym. 1974). Tämän selvityksen tarkoituksena on ollut tutkia oksien käsittelyyn soveltuvia kah-

mareita pitäen silmällä sekä oksien kuljetusta kuormatraktorilla että oksien syöttöä hakkuriin. Lisäksi on tuotoslaskelmien pohjaksi suoritettu alustavia kokeita oksien kuljettamisesta kuormatraktorilla.

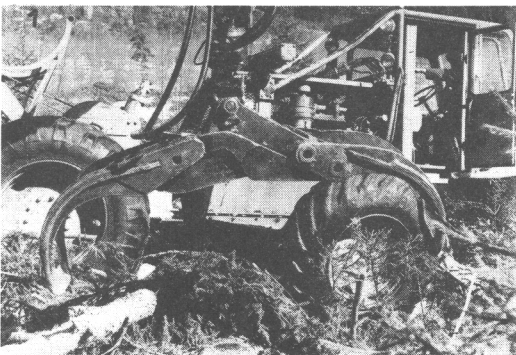
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA TUTKITUT TYÖVÄLINEET

Kahmaintyöskentelystä suoritettiin aikatutkimus työvaiheittain. Työvaikeustekijöinä mitattiin kasan sijainti, pinta-ala ja syvyys sekä arvioitiin oksien keskipituus. Taakkojen keski-koon selvittämiseksi punnittiin satunnaismenetelyllä suunnilleen joka kymmenes taakka. Punnituksen yhteydessä mitattiin taakan leveys ja pituus hakkurin syöttölaitteen suunnittelua silmällä pitäen.

Kuormatraktorikuljetuksesta tehtiin aikatutkimus- ja työvaikeusmittaukset samoin kuin kourakokeilussakin. Kuorman koon selvittämiseksi punnittiin purkamisen yhteydessä joka kolmas taakka. Aineisto käsiteltiin tilastollisesti regressio- ja kovarianssianalyysejä käyttäen.

Kuormaus suoritettiin palstalla Kockum Processor KS-837-78-ATK:n jäljiltä syntyneistä oksakasoista. Tutkimuksessa vertailtiin seuraavia kahmaimia:

– Kahmain 1. Normaali puutavarakoura Granab G6. Kahmain on varustettu vaakasylin-



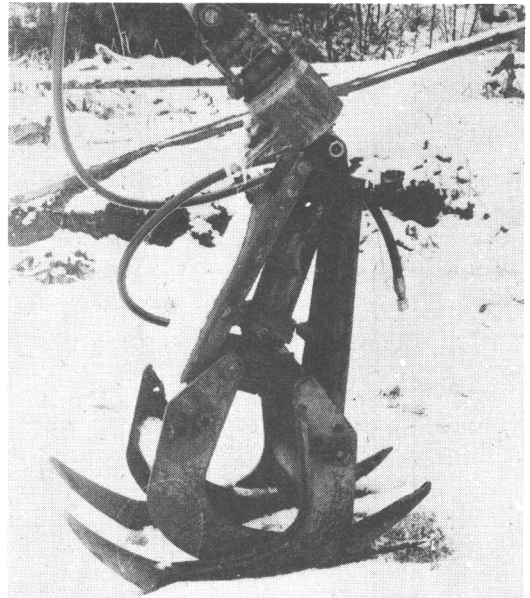
Kuva 1. Kahmain n:o 1. Normaali vaakasyylinterinen puutavarakoura Granab G6.

Picture 1. Grapple nr. 1. Normal timber grapple with horizontal cylinder Granab G6.

terillä. Sen sankojen suora pituus tyvestä kärkeen on 50 cm, pinta-ala kärkien ollessa kiinni n. 0.25 m² ja suurin aukeama 155 cm. (Kuva 1).

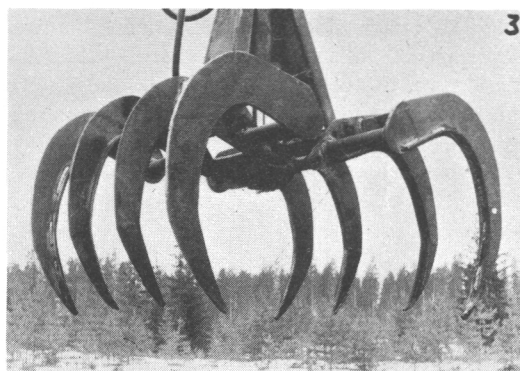
– Kahmain 2. Muotoiltu puutavarakoura. Kahmain poikkesi tavanomaisesta puutavarakourasta siten, ettei sen sankojen välissä ollut välilevyä. Kahmain oli varustettu pystysylinterillä ja sen sankojen pituus oli 53 cm, pinta-ala n. 0.28 cm² ja suuri aukeama 95 cm. (Kuva 2).

– Kahmain 3. Muotoiltu ja pidennetty puutavarakoura. Kahmain poikkesi edellisestä

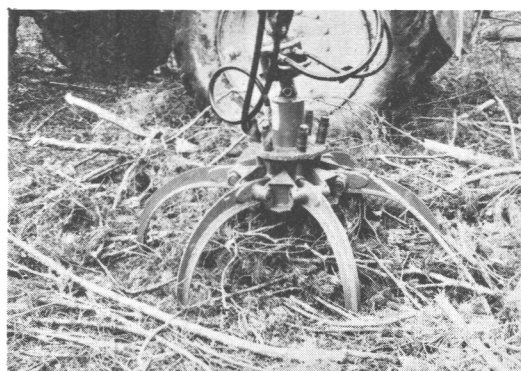


Kuva 2. Kahmain n:o 2. Pystysylinterinen puutavarakoura, josta sankojen välilevyt on postettu.

Picture 2. Grapple nr. 2. Timber grapple with vertical cylinder. The plates between the arms have been removed.



Kuva 3. Kahmain n:o 3. Levennetty ja muotoiltu pystysylinterinen puutavarakoura.
Picture 3. Grapple nr. 3. Widened and modified timber grapple with vertical cylinder.



Kuva 4. Kahmain n:o 4. Suonne Oy:n puutavarakoura.
Picture 4. Grapple nr. 4. Timber grapple of Suonne Oy.

siten, että molemmille puolille kahmointa oli lisätty 2 sankaa. Näin kahmaimen pituus kaksinkertaistui. (Kuva 3).

– Kahmain 4. Suonne Oy:n kuusisankainen puutavarakoura. Kahmain on ns. ”pirunkoura”, jossa sankojen kiinnityskohdat muodostavat ympyrän. Sankojen pituus on 52 cm. Kahden vastakkaisen sangan muodostama pinta-ala on

n. 0.21 m² ja suuri aukeama 126 cm. (Kuva 4).

Kuljetus suoritettiin Kockum 850 kuormatraktorilla, joka oli varustettu Granab 5000 kuormaimella ja G6 kahmaimella. Kuormatilan poikittainen pinta-ala oli 4 m², pituus 480 cm ja sivutolppien korkeus 225 cm. Kahmarikokeet ja kuormatraktorikuljetuksen suorittivat eri kuljettajat.

3. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimusaineisto kerättiin Ruokolahdelta kahdesta leimikosta, joissa kuusen osuus oli 78–96 %, männyn 19–3 %:a, koivun 3–1 % ja rungon keskikoko 0.22–0.38 m³. Kuusen oksaisuusluokka oli 3, männyn ja koivun 2.

Leimikoiden tiheys oli 136–137 m³/ha.

Työ suoritettiin kasoista, jotka sisälsivät 100–800 kg tuoreita oksia ja latvuksia. Kasojen mitat ja sijainti on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Aineiston koko ja laatu

Table 1. The size and structure of the material

Kahmain, n:o <i>Grapple No.</i>	Taakkoja, kpl <i>Number of loads</i>	Kasan syvyys, cm <i>Depth of heap, cm</i>		Kasan pinta-ala, ala, m ² <i>Area of heap, sq. m</i>		Kasan etäisyys, ajouran reun., m <i>Distance of heap from the edge of the driving track, m</i>		Maasto- luokka <i>Glass of terrain</i>	Oksien ja latvusten keskipituus, cm <i>Average length of branches and crowns, cm</i>	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s		\bar{x}	s
1	210	71.2	29.8	6.3	2.5	1.6	0.9	I. . . III	180.3	42.1
2	180	61.7	23.8	4.7	1.8	1.7	0.9	III. . . IV	200.6	23.3
3	208	70.5	25.6	5.5	2.4	2.2	0.8	I	202.7	32.5
4	211	61.3	18.4	5.8	2.0	1.9	0.8	I	189.4	26.0
Kuorma- traktori <i>Forwarder</i>	164	50.0	28.9	4.9	1.9	1.9	0.9	I	214.0	38.2

\bar{x} = keskiarvo—*mean*

s = keskihajonta—*standard deviation*

4. TUTKIMUSTULOKSET

4.1. Kahmaintyyppin vaikutus taakkakohtaiseen työaikaan ja taakan kokoon

Taakkakohtaiset työajat ja taakkojen koot käsiteltiin regressio- ja kovarianssianalyyseillä. Työaikoja kuvaavat seuraavat regressioyhtälöt:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 26.5 + 0.01x_1 - 0.03x_2 + 0.058x_3 & s &= 6.4 \% \\
 y_2 &= 33.7 - 0.4x_1 - 0.01x_2 + 0.035x_3 & s &= 2.2 \% \\
 y_3 &= 24.0 - 0.6x_1 + 0.05x_2 + 0.068x_3 & s &= 5.2 \% \\
 y_4 &= 20.3 - 0.0x_1 - 0.03x_2 + 0.085x_3 & s &= 8.5 \%
 \end{aligned}$$

jossa y_i = taakkakohtainen työaika, cmin,
i = kahmaintyyppin n:o
 working time per load, cmin,
i = nr. of grapple type
 x_1 = kasan pinta-ala, m²
 area of the heap, sq.m
 x_2 = kasan syvyys, cm
 depth of the heap, cm
 x_3 = kasan sijainti traktorin pituussuuntaan nähden kuormaimen kiinnityskohdasta, astetta
 the location of the heap in the longitudinal direction of the forwarder from the fixing of the loader, degrees
s = selitysaste
 degree of explanation

Taakkojen kokoa kuvaavat seuraavat regressioyhtälöt:

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 88.2 + 2.8x_1^x + 0.4x_2^x - 20.5x_3 & s &= 23.5 \% \\
 y_2 &= 58.6 + 3.6x_1^x + 0.2x_2^x - 7.3x_3^x & s &= 21.0 \% \\
 y_3 &= 7.2 + 7.2x_1^x + 1.5x_2^x - 18.8x_3^{xx} & s &= 31.2 \% \\
 y_4 &= 39.9 + 3.7x_1^{xx} + 0.8x_2^x - 12.9x_3^{xx} \\
 s &= 42.8 \%
 \end{aligned}$$

jossa y_i = taakan koko, kg, *i* = kahmaintyyppin n:o
 the size of the load, kg; *i* = nr. of grapple type
 x_1 = kasan pinta-ala, m²
 area of the heap, sq.m
 x_2 = kasan syvyys, cm
 depth of the heap, cm

x_3 = kasakohtainen taakan järjestysnumero
 number of load by the heap
s = selitysaste
 degree of explanation

Kummassakin tapauksessa selitysaste on jäänyt verraten alhaiseksi. Työaikoja selittävät riippumattomat muuttujat vain n. 10 %:n riskillä. Oksakan koko ja kasan sijainti traktorin pituusakselin suhteen selittävät kuitenkin merkitsevästi tuotosta.

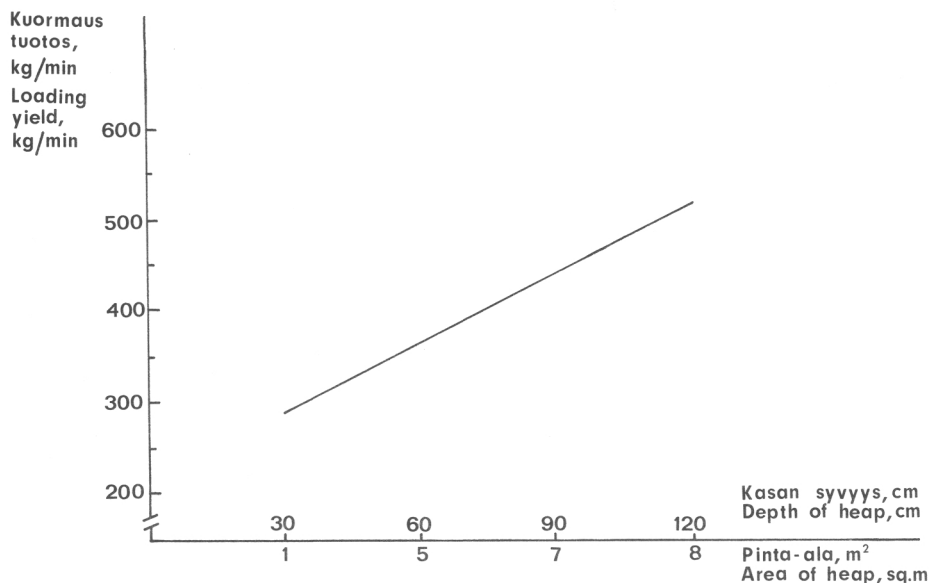
Taulukossa 2 on esitetty regressiomuuttujien suhteen tasoitettua taakkakohtaisten työaikojen ja taakan kokojen keskiarvot sekä kovarianssianalyyseissä saadut F-arvot.

Kovarianssianalyyseissä käytettiin työajan osalta regressiomuuttujana kasan sijaintia kuormaimen nähden ja taakan koon osalta taakan kasakohtaista järjestysnumeroa. Keskiarvojen parittainen veratilu suoritettiin Tukeyn testillä. Työajan merkitseväksi eroksi *W* saatiin 2.2 ja taakan koon 4.8. Täten kahmain 4 oli merkitsevästi muita nopeampi ja kahmain 2 merkitsevästi muita hitaampi. Sen sijaan kahmainten 1 ja 3 välillä ei ollut merkitsevää eroa. Vastaavasti taakan koko on kahmaimella 3 ollut merkitsevästi muita suurempi ja kahmaimella 2 muita pienempi. Kahmainten 1 ja 4 välillä ei taakkojen koossa ollut merkitseviä eroja.

Taulukko 2. Regressiomuuttujien suhteen tasoitettua taakkakohtaisten työaikojen ja taakan kokojen keskiarvot sekä suhteelliset tuotokset
Table 2. Average working time by the heap and load size adjusted for the regression variants, and the relative output

Kahmain, n:o Grapple No.	Taakka-kohtainen työaika, cmin, \bar{x} Working time per heap, cmin, \bar{x}	Kov. analyysin F-arvo F-value of the cov. analysis	Taakan keski-koko, kg Average size of the load, kg	Kov. analyysin F-arvo F-value of the cov. analysis	Suhteellinen tuotos Relative output
1	29.2		86.5		100
2	33.6	26.7 ^{xxx}	76.8	2.5 ^x	77
3	29.3		97.9		113
4	25.1		82.6		111

\bar{x} = keskiarvo—mean



Kuva 5. Kuormaustuotos kasan koon funktiona kahmaimella 1.

Picture 5. Output in loading as a function of the size of the heap. (Grapple 1).

Suhteellinen tuotos on laskettu tasoitettujen keskiarvojen perusteella. Paras tuotos saatiin kahmaimella 3. Kuvassa 5 on esitetty kahmaimen 1 kuormaustuotos kasan koon funktiona regressioyhtälöistä laskettuna. Kasan korkeuden kaksinkertaistuminen on lisännyt kuormaustuotosta noin 30 %. Luvussa 4.4 esitetyillä laskenta-perusteilla tämä merkitsee noin 8 %:n lisäystä kuljetustuotokseen.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että oksaraaka-aineesta muodostuu luonnostaan pitkänomaisia taakkoja, jolloin joka suunnalta puristava ns. ”pirunkoura” ei näytä tarjoavan tuotoksen suhteen etuja vain kahdelta suunnalta puristaviin kahmaimiin verrattuna.

Koska kahmain 2 oli pystysylinterinen, sen asettelu kasan päälle oli vaakasyylinteriseen kouraan verrattuna hitaampaa, ja koska kouran aukeama oli kahmaimen 1 verrattuna pienempi, ei saatu kuvaa siitä, auttaako sankojen välilevyn poistaminen kuormaamista. Alunperin oletettiin, että ilman välilevyjä sangat uppoavat paremmin oksakasaan. Kuljettajan subjektiivisen näkemyksen mukaan sangat ilman välilevyä olisivatkin paremmat. Sen sijaan kahmaimen leventäminen lisäsi tuotosta. Huolimatta siitä, että kahmaimessa 3 oli kahmaimen 2 huonot puolet—pystysylinteri ja pieni aukeama, sillä

saavutettiin paras tuotos. Tämä selittynee sillä, että leveä kouraisuala takaa suuremman tarttumapinnan ja oksien sitoutuminen toisiinsa tarttumapinnan ulkopuolella säilyy silti samana kapeaan kouraan verrattuna. Kapeaa kouraa joutuu ilmeisesti myös tarkemmin asettelemaan kasan päälle sopivaan kohtaan, koska tarttumapinta-ala on pieni.

4.2 Kahmaintyyppien vaikutus taakan muotoon

Maahan laskettuna taakkojen keskimääräinen pituus ja keskijajonta oli 192 ± 31 cm. Vastaavasti taakkojen leveys oli 114 ± 30 cm. Leveys mitattiin sen jälkeen, kun koura oli irrotettu ja taakka vapaasti levinnyt maahan.

Eri kahmaintyyppien välillä ei ollut selviä eroja mitatuissa keskimääräisissä pituuksissa ja leveyksissä. Sen sijaan silmävaraisena havaintona voitiin todeta, että kahmaimen 4 eli ns. ”pirunkouran” taakan muoto poikkesi muista erityisesti silloin, kun kouraisuun sattui kaksi tai useampia latvuksia. Koska kahmain 4 puristaa joka suunnalta saattoivat latvukset asettua ristikkäin, kun taas kahdelta suunnalta puristavissa kourissa ne asettuivat yleensä samansuuntaisesti. Samoin käyttäytyivät myös pitkät oksat. (vrt. Kuva 7).



Kuva 6. Tyypillinen ensimmäisellä kouraisulla isosta kasasta saatava taakka (Kahmain 3).
Picture 6. A typical load obtained from a big heap by the first grapping (Grapple 3).



Kuva 7. Useita latvuksia sisältävä taakka (Kahmain 4).
Picture 7. A load containing several tops (Grapple 4).



Kuva 8. Tyypillinen viimeisellä kouraisulla saatava pieni taakka (Kahmain 1).
Picture 8. A typical small load obtained by the last grabbing (Grapple 1).

4.3. Oksakuormien koko

Kuormatraktorilla suoritetuissa kokeissa saatiin kuormien kooksi taulukossa 3 esitetyt luvut.

Taulukko 3. Kuorman koko ja tiivistämiseen käytetty aika kuormatraktorikuljetuksessa
Table 3. Load size and time consumed in making the load denser in forwarder transportation

Kuorma- n:o Load No.	Kuorman tuorepaino, kg Green weight of load, kg	Tiivistysaika, cmin Time for making denser, cmin
1	1 325	0
2	1 542	72
3	2 660	11
4	2 130	44
5	2 412	63
Keskiarvo- Mean	2 014	38

Kuorma tiivistettiin kourakuormaimella painaen. Kuten taulukossa 2 nähdään ei ainakaan näin pienestä aineistosta ole havaittavissa selvää riippuvuutta kuorman koon ja tiivistämiseen käytetyn ajan välillä. Osittain tämä johtunee siitä, että kuorman koon hajonta on verraten suuri ja osittain siitä, että tiivistäminen ei osoittautunut tehokkaaksi. Oksakasa muodostaa oksien taipuessa joustavan patjan, joka suurelta osin palautuu alkuperäiseen muotoonsa kuormituksen loppuessa.



Kuva 9. Oksaraaka-aineen kuljetusta kuormatraktorilla.
Picture 9. Transportation of branch raw material with a forwarder.

Kuorman kokoa voitaneen nostaa tässä esitettyistä luvuista jatkamalla pankkojen tolppia kuormaimen ulottuvuuden sallimissa rajoissa tai levittämällä kuormatilaa. Huolimatta oksakuormien huonosta ulkonäöstä oksat sitoutuvat toisiinsa ja pysyvät hyvin kuormassa. Täten vakiovarusteisellakin kuormatraktorilla voidaan suorittaa oksaraaka-aineen kuljetusta.

4.4. Oksien kuljetustuotoksen ja -kustannusten ennakkointia

Vaikka aikatutkimuksia suoritettiin vain yhdestä kuormatraktorista ja kuljettajasta yhdellä työmaalla, katsottiin aiheelliseksi laskea alustavat tuotos- ja kustannusluvut suuruusluokan selvittämiseksi.

Laskentaperusteet olivat seuraavat: Oksakuorman koko 2200 kg, taakkakohtainen kuormausaika 0.39 min/taakka, purkamisaika 0.27 min/taakka, alle 15 min keskeytyksiä 7 % ja muita keskeytyksiä 9 % käyttäjasta (vrt. KAHALA 1972), siirtymismatka kasalta kaselle 5 m, traktorin tuntikustannus 79,36 mk. Traktorin tyhjänäajonopeutena käytettiin laskelmissa 50 m/min, joka on 8 tuntista työpäivää sovellettaessa AHON ym. (1971) mukaan juuri ISO:n heilunnan vaararajan alapuolella ja vastaa KAHALAN (1972) saamia kuormatraktorin keskimääräisiä nopeuksia. Tuorepaino on muunnettu kuivapainoksi kertoimella 0.540 (vert. HAKKILA ym. 1974). Hakekuutiometrin tuorepainona on käytetty 260 kg. Näillä perusteilla saatiin seuraavan asetelman mukainen työajan prosenttijakaantuma 300 m:n ajomatalla.

kuormaus	26 %
<i>loading</i>	
kuormausajo	5 %
<i>driving for loading</i>	
ajo kuormattuna	19 %
<i>driving loaded</i>	

purkaminen	18 %
<i>unloading</i>	
ajo tyhjänä	15 %
<i>driving empty</i>	
apuaajat	1 %
<i>auxiliary times</i>	
alle 15 min keskeytykset	7 %
<i>interruptions of less than 15 min.</i>	
muut keskeytykset	9 %
<i>other interruptions</i>	
työaika	100 %
<i>working time</i>	

Taulukko 4. Oksien kuljetustuotos- ja kustannukset

Table 4. Yield and costs of transportation of tree branches

Kuljetusmatka, m <i>Transport distance, m</i>	Tuotos, tuoretonnia/tunti <i>Yield, fresh tons/h</i>	Kustannus, mk/tuore tonni <i>Costs mks/fresh ton</i>	Kustannus, mk/kuiva tonni <i>Costs mks/dry ton</i>	Kustannus, mk/hake i-m ³ <i>Costs mks/loose cum of chips</i>
200	3.88	20:47	37:91	5:33
300	3.48	22:78	42:19	5:93
400	3.17	25:08	46:44	6:53

Muuntokertoimilla saadut kuljetuskustannukset hakekuutiometriä kohti ovat kustannustason nousun huomioon ottaen jonkin verran pienemmät kuin esitutkimuksessa lasketut kuljetuskustannukset (ELOVAINIO ym. 1973). Kasauksen jälkeen oksat ovat suuremmissa kasoissa kuin suoraan prosessorin jäljiltä. Luvussa 4.1 esitettyjen regressioyhtälöiden mukaan kasan suureneminen on lisännyt tuotosta. Lisäksi siirtymisaika pienenee suuremmista kasoista kuormattaessa.

5. TULOSTEN TARKASTELUA

Kokeilu osoitti, että oksaraaka-ainetta voidaan kuljettaa ja kuormata vakiovarusteisilla kuormatraktoreilla ja kuormaimilla. Tuotosta voitaneen kuitenkin merkittävästi nostaa, jos kuormain

varustetaan oksaraaka-aineen kuormaamista varten uudelleen muotoillulla ja levennetyllä kahmaimella. Erityisesti hakkuriyksikköön kannattane asentaa vakio-malleista poikkeava kahmain

Erikoisvarusteiden hankkimisen kannattavuus kuormatraktoria varten riippuu siitä, mikä osa traktorin työajasta käytetään oksien kuljetukseen.

Kuormatraktorikuljetuksen tuotosta parantane myös se, että kuormatila järjestetään mahdollisimman suureksi esim. jatkamalla sivutolppia kuormaimen ulottuvuuden sallimissa rajoissa, jatkamalla kuormatilan pituutta tai leventämällä kuormatilaa. Kokeilutyömaalla oksien pituus oli verraten suuri, ja on mahdollista, että toisenlaisessa oloissa oksat eivät pysy yhtä hyvin kuormassa. Tällöin oksien pysymistä voitaneen parantaa mm. sitomalla pitkittäissuuntaisia riukuja sivutolppiin.

Koska oksat sitoutuvat helposti toisiinsa ja sisältävät yli 5 metriä pitkiä latvuksia, ovat oksataakat usein pinta-alaltaan suuria. Kahdelta suunnalta puristavilla kahmimilla oksataakan muoto on kuitenkin selvästi pitkänomainen. Näin ollen hakkurin syöttölaitteiden tulee pysyä vastaanottamaan pitkänomainen, vaakasuo-

rassa asennossa liikkuva ja pinta-alaltaan verraten suuri taakka.

Koska kokeet suoritettiin prosessorin jälkeensä jättämästä oksaraaka-aineesta, kasojen koon hajonta oli verraten pieni. Kasan koon kaksinkertaistumisen on laskettu lisäävän kuljetustuotosta vain n. 8 %. Kun HAKKILAN ym. (1974) tutkimuksessa kasuskustannus hajaltaan oli v. 73 lopun hintatason mukaan 3.00...7.00 mk/tuoretonni, ei kasaus enää prosessorin jäljiltä suurempiin kasoihin näytä kannattavalta, vaikka kasaustuotos olisikin merkittävästi suurempi hajaltaan kasaukseen verrattuna. Jotta voitaisiin ennakoida oksien kasauksen kannattavuutta hajaltaan ja optimoida kasan kokoa, jatkotutkimukset olisi suunnattava kasan koon vaikutukseen kuljetustuotokseen. Edelleen tulisi tutkia traktorin kuormatilan suuren- tamismahdollisuuksia ja oksien tiivistyskeinoja sekä niiden vaikutusta kuljetustuotokseen ja -kustannuksiin.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- AHO, K., KÄTTÖ, J. 1971. Tutkimus metsätraktorin heilumisen mittaus- ja arvostelumenetelmän kehittämiseksi. Summary: Experiment for developing a method how to measure and evaluate the rocking of the forest tractor. Maatalouskoneiden tutkimuslaitos, Tutkimusselostus 9. Helsinki.
- ELOVAINIO, A., HAKKILA, P., RUOSTE, T., SCHILDT, Y. 1973. Oksaraaka-aineen korjuu. Projektisuunnitelma. Hakkuutähdetutkimuksen metsäpään projektiryhmä. Moniste. Helsinki.
- GUNNARFELT, B. 1973. Analys av två avverkningssystem för tillvaratagande av hyggesavfall. Skogshögskolan. Institutionen för skogsteknik. Garpenberg.
- HAKKILA, P. 1972. Oksaraaka-aineen korjuumahdollisuudet Suomessa. Summary: Possibilities of harvesting branch raw material in Finland. Folia Forestalia 159. Helsinki.
- HAKKILA, P., KALAJA, H. 1974. Oksaraaka-aineen kasaus Melroe Bobcat M-600 kuormajalla. Summary: Bunching of branch raw material by Melroe Bobcat M-600 loader. Folia Forestalia 204. Helsinki.
- KAHALA, M. 1972. Puutavaran metsäkuljetus kuormatraktorilla. Summary: Forest Haulage of Timber by Forwarder. Metsätehon tiedotus 310. Helsinki.

- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralaji-taulukot.
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 150
- No 168 Lorenzo Runeberg: The future for forest-industry products in the United Kingdom.
Ison-Britannian metsäteollisuustuotteiden käytön tulevaisuus. 8,—
- No 169 Veijo Heiskanen: Pinon kehysmitan mittaus ja tyhjän tilan vähennys sekä niiden tarkkuus.
Measurement of the gross volume of a pile and deduction for empty space and their accuracy. 5,—
- No 170 Veijo Heiskanen: Pinotiheyslulun ja pinotiheystekijäin arviointi ja sen tarkkuus.
Evaluation of the solid content and the solid content factors and its accuracy. 3,—
- No 171 Veijo Heiskanen: Hylkypölkkyjen osuuden arviointi pinomittauksessa.
Estimation of the share of waste bolts in pile measurements. 2,—
- No 172 Metsäntutkimuslaitoksen päätös puutavaran mittauksessa käytettävistä muuntoluuvuista ja kuutioimistaulukoista 2 päivänä toukokuuta 1969 annetun päätöksen muuttamisesta.
Skogsforskningsinstitutets beslut angående ändring av beslutet av den 2 maj 1969 om omvandlingskoefficienter och kuberingstabeller för virkesmätning. 10,—
- No 173 Matti Palo & Esko Pälä: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1970 (1964, 1967).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1970 (1964, 1967), by districts. 5,—
- No 174 Jorma Riikonen: Kuitupuun kuoren kutistuminen metsävarastoinnissa.
The volumetric shrinkage of pulpwood bark. 1,50
- No 175 Lauri Heikinheimo, Matti Heikinheimo & Aarne Reunala: Earnings of forest workers in Scandinavia, especially in Finland.
Metsätyömiesten ansiot Suomessa ja muissa pohjoismaissa. 8,—
- No 176 Matti Palo & Mikko Tervo: Hakkuumäärien lyhytjaksoinen ennustaminen.
Short-term forecasting of cut in Finland. 5,—
- No 177 Olavi Huuri: Taimitarhanoston suoritustavan vaikutus kuusen ja männyn taimien alkukehitykseen.
The effect of nursery lifting methods on initial development of spruce and pine transplants.
- No 178 Matti Leikola & Jyrkj Raulo: Tutkimuksia taimityypiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnusten muuttuminen kasvukauden aikana.
Investigations on the basis for grading nursery stock III. Changes in morphological characteristics of nursery stock during the vegetation period. 2,—
- No 179 Paavo Valonen & Matti Ahonen: Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus kuusisaha-puun teossa.
The partial limbing and ocular marking for crosscutting in the preparation of spruce sawlogs. 4,—
- No 180 Pentti Rikkonen: Havusahatukki latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukki kapeneminen ja latvamuotoluku Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla.
Taper and top form factor of coniferous sawlogs in Kainuu and North Ostrobothnia regions. 2,—
- No 182 Veijo Heiskanen & Jorma Riikonen: Kuitupuun kehysmita ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.
- No 183 Heikki Nikkilä: Kylkitiheysmenetelmä kuitupuupinon kiintomitan määrittämisessä.
The pile face density method in measuring the solid volume of a pulpwood pile. 4,—
- No 184 Olavi Saikku: Lannoituksen vaikutuksesta männyn kuoren määrään kangasmaalla.
The effect of fertilization on the amount of the bark of Scotch pine in forest land. 1,50
- No 185 Kaj Asplund, Erkki Lähde & Erkki Numminen: Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitys käpyjen varastoinnin aikana.
On the development of incompletely ripened seeds of Scots pine in cones under storage. 1,50.
- No 186 Esko Jaatinen: Recreational utilization of Helsinki's forests. 4,—
- No 187 Markku Mäkelä: Kanto- ja liekopuun korjuu polttoturvesoilta.
Harvesting of stump and moor wood from fuel peat bogs. 2,—
- 1974 No 188 Pirkko Velling: Männyn (*Pinus silvestris* L.) puuaineen tiheyden fenotyypisistä ja geneettisestä vaihtelusta.
Phenotypic and genetic variation in the wood basic density of Scots pine (*Pinus silvestris* L.). 3,—
- No 189 Risto Seppälä: Yksityismetsänomistajien hakkuukäyttättyminen Suomen itäosissa.
Cutting behaviour of private forest owners in eastern Finland. 4,—
- No 190 Risto Seppälä: Raakapuun tarjonnasta Suomessa.
On the supply of roundwood in Finland. 4,—

- 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: Herbisidiraakeiden männyn- ja kuusentaimille aiheuttamista kuorivioituksista. On bark damages caused to Scots pine and Norway spruce plantations by granular herbicides. 2,—
- No 195 Metsätilastollinen 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 kantohervesterista. 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 am 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 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: Harvennusemetsien 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 Hakkuutahteiden taiteenoton seurannaisvaikutukset.
- No 211 Paavo Tiihonen: Mäntypylväiden kuutioimismenetelmä. Eine Kubierungsmethode für Kiefernmastholz. 2,—
- No 212 Kaarlo Kinnunen, Juha Lind ja Erkki Lähde: Eri ajankohtina istutettujen männyn kennonaimien 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 taimistonhoitoalolla 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 215 Pertti Harstela ja Sauli Takalo: Kokeita oksaraaka-aineen kuormauksesta ja kuljetuksesta. Experiments on loading and transportation of branch raw material. 1,50

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää