

FOLIA FORESTALIA 179

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1973

PAAVO VALONEN JA MATTI AHONEN

VAJAAKARSINTA JA SILMÄVARAINEN
APTEERAUS KUUSISAHAPUUN TEOSSA

THE PARTIAL LIMBING AND OCULAR
MARKING FOR CROSSCUTTING IN THE
PREPARATION OF SPRUCE SAWLOGS

- 1972 No 134 Aarne Reunala & Ilpo Tikkanen: Metsätilanomistajat metsätalouden edistämistoiminnan kohteena Keski-Suomessa.
Non-farmer forest owners and promotion of private forestry. 4,—
- No 135 Pentti Hakkila & Olavi Saikku: Kuoriprosentin määrittäminen sahanhakkeesta.
Measurement of bark percentage in saw mill chips. 1,50
- No 136 Ukko Rummukainen: Vesakontorjunta-aineiden ja rikkakasvinhävitteiden käytöstä metsänviljelyaloilla Suomessa vuosina 1969—1970.
On the use of brush and weed killers on forest regeneration sites in Finland in 1969—70. 4,—
- No 137 Eino Mälkönen: Näkökohtia metsämaan muokkauksesta.
Some aspects concerning cultivation of forest soil. 1,50
- No 138 P. J. Viro: Die Walddüngung auf finnischen Mineralböden. 2,50
- No 139 Seppo Kaunisto: Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla, Tuloksia Kivisuon koekentältä.
Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. 1,50
- 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 juuripuu 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: Metsähukkaurin 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 värinäältystus 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 Elias Pohtila: Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930—45 tehdyistä kuusiviljelyistä.
Results of spruce cultivation from 1930—45 on state-owned lands in Perä-Pohjola. 1,50
- No 157 Eino Mälkönen: Hakkuutalteenoton 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,—

FOLIA FORESTALIA 179

Metsäntutkimuslaitos, Institutum Forestale Fenniae, Helsinki 1973.

Paavo Valonen ja Matti Ahonen

VAJAAKARSINTA JA SILMÄVARAINEN APTEERAUS KUUSISAHAPUUN
TEOSSA

The partial limbing and ocular marking for cross-cutting in the
preparation of spruce sawlogs

ALKUSANAT

Tämä tutkimus liittyy metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston sahapuun tekoa käsitelleisiin tutkimuksiin.

Riihimäen Saha Oy:n metsäpäällikkö metsänhoitaja HANNU VENTOLAN suoma apu mahdollisti tutkimuksen maastovaiheen suorituksen. Myös saman yhtiön metsäosaston kenttähenkilökunnan, Saidanlahden sahan johdon ja henkilökunnan sekä tekomiehinä olleiden TOIVO LEMMETYN, OSMO SOUKKION ja SAULI TAKALON myötämielinen suhtautuminen oli arvokasta tutkimuksen kannalta.

Käsikirjoituksen lukivat hyödyllisiä neuvoja ja korjausehdotuksia esittäen metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian tutkimusosaston

päällikkö, professori VEIJO HEISKANEN, metsätyötieteen vt. professori PENTTI HAKKILA sekä metsänhoitaja KLAUS RANTAPUU.

Aineiston keruussa, laskentatehtävissä, konekirjoituksessa sekä kuvien piirtämisessä oli välttämätöntä metsäteknologian tutkimusosaston henkilökunnan suuriarvoinen työpanos.

Kaikille tutkimukseen osallistuneille ja vaikuttaneille esitämme parhaat kiitoksemme.

Tekijöistä metsänhoitaja Matti Ahonen suunnitteli tutkimuksen ja valvoi aineiston keruun. Hänen siirryttyään pois metsäntutkimuslaitoksen palveluksesta saattoi metsänhoitaja Paavo Valonen loppuun aineiston käsittelyn sekä laati käsikirjoituksen.

Helsingissä 1973-04-24

Paavo Valonen

Matti Ahonen

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
ALKUSANAT	1
SUMMARY	3
1. JOHDANTO	5
2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS	5
3. TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄ	6
31. Aineiston keruu	6
32. Aineiston määrä ja laatu	6
321. Leimikoiden puusto	6
322. Aikatutkimusaineisto	7
323. Tutkitut työntekijät	7
33. Aineiston käsittely	8
4. AIKATUTKIMUSTULOKSET	8
41. Kaatoaika	8
42. Karsinta-aika	8
421. Tukkiosan karsinta	9
422. Latvakuitupuuosan karsinta	10
423. Rungon karsinta-aika	11
43. Apteeraus ja katkonta	12
431. Tukkiosan katkonta ja apteeraus	12
432. Latvakuitupuun katkonta	14
433. Rungon apteeraus ja katkonta puutavaralajeiksi	14
44. Rungon teko tavaralajeiksi	15
45. Latvakuitupuun kasaus	15
46. Siirtymiset	17
47. Apuajat	17
48. Keskeytykset	19
49. Työmaa-aika	19
5. TYÖNTEKIJÄN TÄRINÄALTISTUS TUTKITUISSA TEKOMENETELMISSÄ	21
6. MUUT TUTKIMUSTULOKSET	23
61. Karsinnan vaikutus sahatukkien kuljetukseen	23
62. Karsinnan laatu	24
63. Havaintoja vajaakarsittujen tukkien käsittelystä sahalla	24
7. PÄÄTELMIÄ	24
8. TIIVISTELMÄ	25
KIRJALLISUUSLUETTELO	28
LIITTEET	29

The partial limbing and ocular marking for cross-cutting on the preparation of spruce sawlogs

SUMMARY

This work is part of the studies concerned with logging of saw timber carried out by the Forest Research Institute Department of Forest Technology. The purpose was to investigate the effect of various methods of marking for cross-cutting and of limbing on the preparation of spruce sawlogs. The following methods of preparation were investigated:

- Method 1. Felling: directed felling
Limbing: close limbing with power saw
Marking for cross-cutting: by the logger with a measuring stick
Cross-cutting: in the compartment
Pulpwood in stem top: cut into fixed-length (2-m) goods and bunched for winching in the compartment
- Method 2. Felling: directed felling
Limbing: close limbing with power saw
Marking for cross-cutting: a separate man measures and marks
Cross-cutting: in the compartment after marking for cross-cutting
Pulpwood in stem top: cut into fixed-length (2-m) goods and bunched for winching in the compartment
- Method 3. Felling: directed felling
Limbing: rough limbing with power saw
Marking for cross-cutting: ocularly by the logger
Cross-cutting: in the compartment
Pulpwood in stem top: cut into free-length (3-6 m) goods and bunched for winching in the compartment
- Method 4. Felling: directed felling
Limbing: half-limbing of the log part, rough limbing of the stem top
Marking for cross-cutting: ocularly by the logger
Cross-cutting: in the compartment
Pulpwood in stem top: see Method 3.

- in close limbing, both living and dry branches were limbed from the usable portion of the stem, and no branch stubs were permitted
- in rough limbing, the dry part of the crown was not limbed, and branch stubs a maximum of 5 cm in length were permitted in the living part of the crown
- in half-limbing, the upper part and sides of the sawlog portion of the stem were limbed to the standards of rough limbing, the lower part was not limbed at all, and the pulpwood portion of the stem was limbed to the standards of rough limbing.

The relative time expenditures, by logging methods, were calculated using Method 1 as the starting point. In the comparison of the logging methods the volume of the usable part of the stem was assumed to be 0.5 cu.m. The material which consisted of the conversion of 1899 sawlog stems of spruce into assortments, was collected from two stands marked for cutting in Wage District IV. Three loggers were studied. Using graphical adjustment, the correlation of the time per work phase with the size of stem was first calculated from the material. For calculation of the limbing, only the stems of branchiness class 3 were taken into consideration.

For the sawlog portion of the stem, rough limbing was an average of 28 % and half-limbing an average of 42 % more rapid than close limbing. Rough limbing of the pulpwood portion of the stem was 10 % less time-consuming than close limbing. For the whole stem, rough limbing reduced the limbing time by 19 % and half-limbing by 27 % (half-limbing of the sawtimber portion, rough limbing of the pulpwood portion).

Use of ocular marking for cross-cutting reduced the logger's marking and cross-cutting time by 61 % on the sawlog portion and 73 % on the total stem, compared with the method in which the logger measured and marked. When a separate cross-cutter marked the stem for

cross-cutting the logger's working time was reduced by 63 and 44 %, respectively.

Conversion of the stem to assortments comprising limbing, marking for cross-cutting and cross-cutting was accelerated by rough limbing and ocular marking for cross-cutting by 42 %, by half-limbing of the sawlog portion and ocular marking for cross-cutting by 46 %, and by use of a separate cross-cutter by 16 %.

Bunching of free-length (3–6 m) stem-top pulpwood in the present study was 59 % more rapid than bunching of 2-metre pulpwood. The difference was partly due to the fact that the bunches of 3–6 metre goods were considerably smaller than those of 2-m goods.

Rough limbing, ocular marking for cross-cutting and free-length cross-cutting of stem-top pulpwood reduced the logger's working-site time by 35 % per yield unit, compared with the traditional method of sawtimber logging. When rough limbing of the sawlog portion was replaced by half-limbing the working time was reduced by 39 %. Marking by the cross-cutter increased the logger's yield 7 %. Rough limbing and ocular marking for cross-cutting reduced the working-site time for the different phases of work as follows, depending on the logger: limbing 7–10 % (half-limbing 11–12 %), marking for cross-cutting and cross-cutting 10–13 %, cross-cutting of stem-top pulpwood 6 %, and bunching of stem-top pulpwood 5 %.

The worker's time of exposure to power saw vibration increased by 5–12 per cent units on changing from the customary sawtimber logging methods to the so-called simplified

methods. However, it can probably be kept within the limits permitted e.g. by the ISO/IC 108/WG 7 norm proposal, if the power saws used are fitted with the best vibration-muffling devices and a sufficient number (1–2 per hour) of reasonably long (over 10 min.) intervals free from exposure to vibration are introduced into the different parts of the day's work. Closer analyse on exposure times is needed to solve the problem thoroughly.

Trial sawings revealed that the quality of barking of rough-limbed logs was slightly inferior to that of the close-limbed logs. No differences were noted between times spent on barking and sawing. During the short period of the investigation, no reliable observations could be made as to the effect of the limbing quality on the durability of the barking machine and its blades. The use of half-limbing in the way described here is not meaningful, since the logs cannot be sawn as such because branch stubs get caught e.g. in longitudinal conveyors.

From the purely technological harvesting point of view, rough limbing and ocular cross-cutting present no problem in the sawtimber logging phase. An ergonomic problem to be considered is the increased exposure to power saw vibration on changing from the traditional method of sawtimber logging to so-called simplified methods. The effect of the achievable yield increase of up to 30 % and the resulting increase in pulpwood volume to be bunched in the course of the day on the character of the work and the stress on the worker is so far not known.

1. JOHDANTO

Perinteisten tekomenetelmien kehitys tuli 1960-luvun lopulla vaiheeseen, jossa ihmistyön tuottavuutta ei siihenastisilla keinoilla voitu enää kohottaa. Ihmistyön kustannusten nousu pakotti etsimään uusia ratkaisuja. Tälläin päädyttiin suhteellisesti eniten aikaa vievien työvaiheiden, karsinnan ja apterauksen laatuvaatimusten muuttamiseen. Pinnanmyötäisen karsinnan asemesta alettiin kokeilla ns. vajaakarsintamenetelmiä, joissa karsittavaan runkoon saa jäädä tietyn pituisia oksantynkiä. Apterauksessa puolestaan jätettiin pölkyn pituuden mittausta pois, jolloin rungon katkaisukohdat valitaan silmävaraisesti.

Erialaisten vajaakarsintamenetelmien ja/tai silmävaraisen apterauksen vaikutusta puutavaran

tekoon ovat tutkineet mm. AGER (1967), AHONEN (1972), DUUS-OTTERSTRÖM & PETERSSON (1969), JOHANSSON (1968), KAHALA (1966a, 1966b, 1967) sekä KAHALA & RANTAPUU (1968, 1971). Mainituista tutkimuksista ei kuitenkaan käy selvästi ilmi tynkäkarsinnan ja silmävaraisen apterauksen yhteisvaikutus kuusisahapuun teon ajanmenekkiin tavaralajimenetelmissä. Mäntysahapuun osalta on em. kysymystä selvitetty AHONEN (1972), joten käsillä oleva tutkimus on luonnollisena jatkona mainitulle tutkimukselle. Tässä yhteydessä pääpaino asetetaan puutavaran tekovaiheen tarkasteluun, muut korjuuprosessin osat sivuutetaan vähemmällä huomiolla.

2. TUTKIMUKSEN TARKOITUS

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää erilaisten apteraus- ja karsintatapojen vaikutusta kuusisahapuun teon ajanmenekkiin. Lisäksi käsiteltiin karsinnan vaikutusta kuusisahatukkien kuljetukseen ja karsinnan laatua eri menetelmiä käytettäessä sekä tehtiin havaintoja vajaakarsittujen tukkien käsittelystä sahalla.

Tutkitut kuusisahapuun tekomenetelmät olivat seuraavat:

Menetelmä 1. Kaato: suunnaten

Karsinta: pinnanmyötäinen karsinta moottorisahalla

Apteraus: tekemies apteraa mitaten

Katkonta: palstalla

Latvakuittupu: määräpituiseksi (2-m) tavaraksi vinssaustaakkoihin palstalla

Menetelmä 2. Kaato: suunnaten

Karsinta: pinnanmyötäinen karsinta moottorisahalla

Apteraus: jakemies apteraa mitaten

Katkonta: palstalla apterauksen jälkeen

Latvakuittupu: määräpituiseksi (2-m) tavaraksi vinssaustaakkoihin palstalla

Menetelmä 3. Kaato: suunnaten

Karsinta: tynkäkarsinta moottorisahalla

Apteraus: tekemies apteraa silmävaraisesti

Katkonta: palstalla

Latvakuittupu: 3–6 metriseksi vapaanpituiseksi tavaraksi vinssaustaakkoihin palstalla

Menetelmä 4. Kaato: suunnaten

Karsinta: tukkiosalla puolikarsinta, latvaosalla tynkäkarsinta

Apteraus: tekemies apteraa silmävaraisesti

Katkonta: palstalla

Latvakuittupu: ks menetelmä 3.

Eri karsintatapoihin sovellettiin seuraavia laatuvaatimuksia:

— pinnanmyötäisessä karsinnassa run-

gon käyttöosalta karsittiin sekä elävät että kuivat

- oksat, oksatynkiä ei sallittu
- tynkäkarsinnassa kuiva latvusosa jätettiin karsimatta ja elävällä latvusosalla sallittiin korkeintaan 5 cm:n pituisia oksatynkiä
- puolikarsinnassa rungon tukkiosan yläpuoli ja sivut karsittiin tynkäkarsinnan vaatimusten mukaisesti, alapuoli jätettiin karsimatta, kuitupuosa karsittiin tynkäkarsintaa soveltaen.

ten mukaisesti, alapuoli jätettiin karsimatta, kuitupuosa karsittiin tynkäkarsintaa soveltaen.

Edellä esitetystä tekomenetelmien kuvauksesta poiketen tehtiin leimikolla 2 myös menetelmissä 1 ja 2 latvakuitupuu 3–6 m:n vapaanpituiseksi tavaraksi vinssaustaakkoihin palstalle.

3. AINEISTO JA MENETELMÄ

31. Aineiston keruu

Tutkimusaineisto kerättiin 20.9–15.11.1968 välisenä aikana kahdelta kuusisahapuuleimikolta, tutkittuja tekomiehiä oli kolme. Leimikot sijaitsivat IV palkkausalueessa, toinen Padasjoella metsäntutkimuslaitoksen Vesijaon koetilialueessa (jäljempänä leimikko 1) sekä toinen Koskella Hl. (jäljempänä leimikko 2).

Aineiston keräsi mittausryhmä, johon kuului aikatutkija ja 2 mittausapulaista. Aikatutkimusmenetelmänä käytettiin tavanomaista O-asetomenetelmää. Työmaa-ajan jako osa-aikoihin käy ilmi liitteestä 1.

Mittauksen tai arvioinnin perusteella selvitetiin seuraavat tunnuksat tehdyistä rungoista:

- rinnankorkeusläpimitta, cm
- läpimitta 6 m:n korkeudelta, cm
- kantoläpimitta, cm
- tukkiluku, kpl
- tukkien latvaläpimitat, kuoren alta, 1/2" aleneva luokitus
- tukkien pituus, j
- tukkien laatuluokat

- kuitupuukappaleiden määrä, kpl
 - kuitupuukappaleiden pituus, m
 - kuitupuukappaleiden läpimitta pituuden puolivälillä, cm
 - latvusrajan etäisyys kaatoleikkaukskohdasta, m
 - hakkuutähteeksi jäävän latvuksen pituus, m
- Mitattujen tunnusten avulla kuutioitiin tukit ja latvakuitupuu. Aikatutkija arvioi oksaisuusluokat sekä siirtymismatkan puulta toiselle. Tekopalstoille laskettiin pinta-alat kartalta ja työvaikeustekijät arvioitiin maastossa palstoittain.

Aineistoa kerätessä pidettiin päiväkirjaa ilman maksimi- ja minimilämpötiloista, sateesta ja tuulesta sekä tekomiehittäin moottorisahan polttoaineen ja teräketjuöljyn kulutuksesta.

32. Aineiston määrä ja laatu

321. Leimikoiden puusto

Hankintavuonna 1967/68 oli havutukkirunkojen käyttöosan keskikoko koko maassa

Taulukko 1. Tutkimusleimikoiden puusto- ja maastotietoja.
Table 1. Tree and terrain data of the experimental marked stands.

Leimikko Marked stand	D _{1,3} , cm	Rungon käyttö- osan tila- vuus, m ³ Solid cu. m./ stem	Oksaisuusluokka Limbing class			Maasto- luokka Terrain class	Tiheys- luokka Density class of the marked stand
			Tukki- osa Sawlog portion	Kuitu- puuosa Pulpwood portion	Koko runko The whole stem		
1	29	0.73	2.3	3.9	3.1	I	I
2	27	0.60	2.5	4.0	3.0	II	II

Taulukko 2. Aineiston jakautuminen tutkittujen tekomenetelmien kesken.
 Table 2. Distribution of the material between the work methods studied.

Leimikko <i>Marked stand</i>	Tekomies <i>Logger</i>	Menetelmä <i>Method</i>	Runkoja, kpl <i>Stems, units</i>	m ³ <i>Solid cu.m.</i>
1	1	1	146	101
1	1	2	94	66
1	1	3	161	120
1	1	4	142	106
1	2	1	96	67
1	2	2	80	54
1	2	3	109	83
1	2	4	88	65
2	2	1	104	59
2	2	2	88	57
2	2	3	104	58
2	2	4	90	51
2	3	1	150	96
2	3	2	150	84
2	3	3	148	101
2	3	4	149	84
Yhteensä – <i>Total</i>			1899	1252

0.48 m³ (SAVOLAINEN 1968). Tutkimusleimikot olivat siten koko maata ajatellen keskimääräistä järeämpiä (taulukko 1).

Eri tekomenetelmien kesken aineisto jakautuu taulukon 2 mukaisesti.

322. Aikatutkimusaineisto

Aineisto sisältää havainnot yhteensä 1 899 kuusirungon teosta sahapuuksi ja kuitupuuksi.

323. Työntekijät

Tutkittuja tekomiehiä oli yhteensä kolme. Heistä kaksi (tekomiehet 1 ja 3) tekivät ammatikseen metsätöitä, tekemies 2 oli metsäntutki-

Taulukko 3. Tutkimukseen osallistuneet tekomiehet.
 Table 3. The loggers studied.

Tekomies <i>Logger</i>	Ikä <i>Age</i>	Ammattitaito <i>Occupational skill</i>	Yleinen terveydentila <i>General health</i>	Käyttänyt moottorisahaa, vuotta
1	25	Keskinkertainen <i>Satisfactory</i>	Hyvä – <i>Good</i>	6
2	32	Hyvä – <i>Good</i>	Hyvä – <i>Good</i>	11
3	36	Hyvä – <i>Good</i>	Hyvä – <i>Good</i>	9

muslaitoksen palveluksessa oleva metsätyönopettaja. Miesten ammattitaito ja työtekniikka määritettiin subjektiivisesti arvioimalla. Kaikki tekemiehet olivat pinnanmyötäiseen moottorisahakarsintaan tottuneita. Sen sijaan vajaakarsinta oli uutta tekemiehille 1 ja 3, joten heidän annettiin harjoitella sitä viikon ajan ennen varsinaisen tutkimusaineiston keruuta.

33. Aineiston käsittely

Aineisto käsiteltiin periaatteessa samoin kuin AHONEN (1972) on esittänyt mäntysahapuun tekoa käsitelleessä tutkimuksessaan. Käsillä olevassa tutkimuksessa ei kuitenkaan työvaiheit-

taisten aikojen riippuvuutta eri tekijöistä selvitetty regressioanalyysin avulla. Tietokonetta hyväksi käyttäen luokiteltiin aineisto rungon käyttöosan tilavuuden mukaan tekomenetelmittäin ja -miehittäin. Näiden tulosten perusteella määritettiin graafisesti silmävaraista taositusta käyttäen työvaiheitaisten aikojen riippuvuus rungon käyttöosan tilavuudesta. Karsinnan osalta otettiin laskelmiin mukaan havainnot, joissa rungon oksaisuusluokka oli 3. Laskemalla karsinta-ajat vain vallitsevalle oksaisuusluokalle pyrittiin poistamaan rungon koon ja oksaisuustekijöiden keskinäisen riippuvuuden vaikutus tuloksista (vrt. AHONEN 1972). Tutkimusmenetelmän yksityiskohdat käyvät ilmi tutkimustuloksia käsittelevästä luvusta 4.

4. AIKATUTKIMUSTULOKSET

41. Kaatoaika

Kaatoaikaan luettiin seuraavat osatyövaiheet:

- kaatosuunnan määritys
- tyven raivaus
- kaatokolon sahaus
- kaatosahaus
- puun työntäminen tai vääntäminen kaato-vänkärillä
- lipan sahaus ja mahdollinen tyvilajentuman poisto

Kaatoaika katsottiin tekomenetelmästä riippumattomaksi. Siksi se laskettiin kaikille tekomenetelmille yhteisenä, mieskohtaisena aikana

rungon käyttöosan tilavuusluokittain. Näin pyrittiin poistamaan satunnaisista tekijöistä, kuten tuulen suunnasta ja puun kallistumasta mahdollisesti johtuneet erot tekomenetelmien väliltä.

42. Karsinta-aika

Karsinta-aikojä käsiteltiin tekemiehittäin ja menetelmittäin. Kuten luvussa 33 mainittiin, käytettiin karsinta-aikojen laskemiseen vain niitä havaintoja, joissa rungon oksaisuusluokka oli 3 (aineiston vallitseva oksaisuusluokka). Kar-

Taulukko 4. Työaikalaskelmissa käytetyt kaatoajat.

Table 4. Felling times used in the working-time calculations.

Leimikko Marked stand	Tekemies Logger	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ – Volume of the usable portion of the stem, solid cu.m.								
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
		Kaatoaika, cmin/runko – Felling time, cmin/stem								
1	1	63	70	78	86	94	100	108	116	123
1	2	76	90	103	116	129	142	154	168	181
2	2	72	86	100	114	128	142	157	170	184
2	3	90	101	113	125	137	149	161	172	184

sinta-aikojen riippuvuutta oksaisuusluokasta ei katsottu voitavan selvittää tämän tutkimuksen aineiston perusteella, koska muista kuin 3. oksaisuusluokan rungoista ei ollut riittävästi havaintoja.

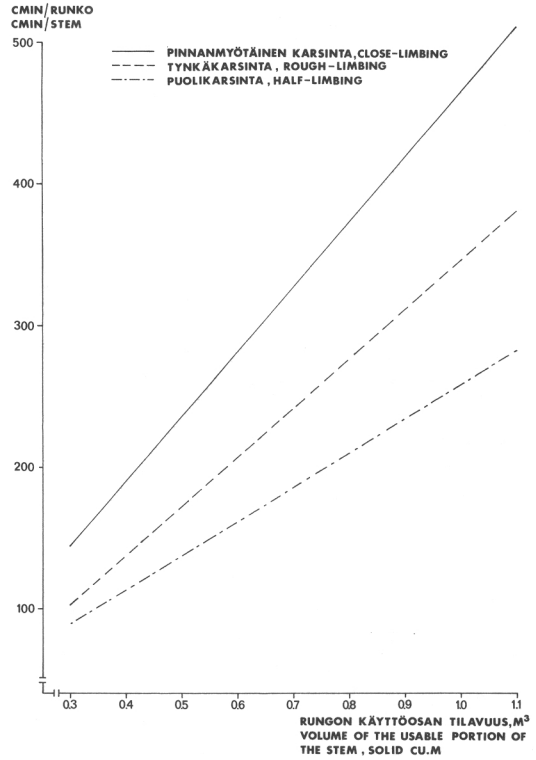
421. Tukkiosan karsinta

Tutkituissa tekomenetelmissä käytettiin kolmea tukkiosan karsintatapaa (luku 2, ss. 5 ja 6). Menetelmissä 1 ja 2 karsittiin tukkiosa pinnanmyötäisesti, menetelmässä 3 sovellettiin tynkäkarsintaa ja menetelmässä 4 vastaavasti puolikarsintaa.

Graafisista kuvaajista havaitaan, että absoluuttinen karsinta-ajan säästö siirryttäessä pin-

Kuva 1. Tukkiosan karsinta-ajan riippuvuus rungon käyttöosan tilavuudesta.

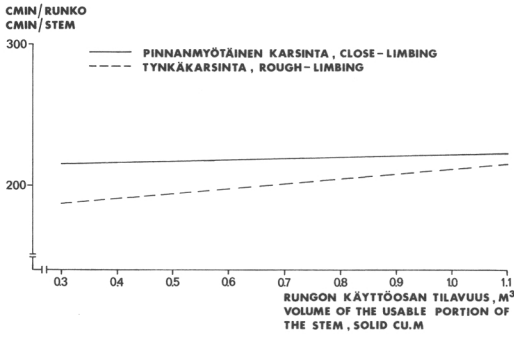
Fig. 1. Correlation between the expenditure of time on limbing the sawlog portion of the stem and the volume of the usable portion of the stem.



Taulukko 5. Suhteellinen ajanmenekki tukkiosan karsinnassa.

Table 5. The relative expenditure of time on limbing of the sawlog portion of the stem.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m³ Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Suhteellinen karsinta-aika – Relative expenditure of time								
1	1	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	1	3	51	56	60	62	64	65	66	67	68
1	1	4	57	55	53	52	51	50	50	49	49
1	2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	2	3	80	76	73	71	70	69	69	68	68
1	2	4	65	57	53	50	49	47	46	45	44
2	2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2	3	74	78	79	81	82	83	83	84	84
2	2	4	74	68	64	62	60	49	58	57	57
2	3	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	3	3	76	76	76	76	76	76	76	76	76
2	3	4	53	57	60	63	64	65	66	67	68
Koko aineisto Total		1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3	71	72	72	73	73	74	74	74	74
		4	62	59	58	57	57	56	56	55	55



Kuva 2. Latvakuitupuun karsinta-ajan riippuvuus rungon käyttöosan tilavuudesta.

Fig. 2. Correlation between the expenditure of time on limbing the pulpwood portion of the stem and the volume of the usable portion of the stem.

nanmyötäisestä karsinnasta vajaan karsintamenetelmiin suurenee rungon koon mukaan (kuva 1, liite 1). Tynkäkarsinnan suhteellinen karsinta-aika näyttää pinnanmyötäiseen karsintaan verrattuna kuitenkin hieman kasvavan rungon koon suuretessa. KAHALA & RANTAPUU (1968) toteavat, ettei tynkäkarsinta nopeuta karsintatyötä järeillä rungoilla suhteessa yhtä paljon kuin pienemmillä ja ohutoksisemmilla rungoilla, koska paksut oksat on joka tapauksessa sahattava poikki yksitellen.

Puolikarsinnan suhteellinen karsinta-aika pinnanmyötäiseen karsintaan verrattuna pienenee rungon koon suuretessa. Tämä johtunee siitä, että ajan säästö, joka saavutetaan luovuttaessa tukkien kääntelystä, suurenee rungon koon kasvaessa (taulukko 5).

Rungon käyttöosan tilavuuden ollessa 0.5 m³ nopeutti tynkäkarsinta tukkiosan karsintaa keskimäärin 28 % (vaihdellen tekemiehittäin välillä 21–40 %) ja puolikarsinta 42 % (36–47 %) pinnanmyötäiseen karsintaan verrattuna (taulukko 5.).

422. Latvakuitupuun karsinta

Latvakuitupuun karsinnassa vertailtiin kahta karsintatapaa: pinnanmyötäinen karsinta (menetelmät 1 ja 2) ja tynkäkarsinta (menetelmät 3 ja 4).

Rungon koon ollessa 0.5 m³ oli tynkäkarsinnan ajanmenekki pinnanmyötäiseen karsintaan verrattuna 10 % pienempi. Ero vaihteli tekemiehittäin välillä 1–16 %. Menetelmien välinen ero ajanmenekissä näytti pienenevän rungon koon kasvaessa (taulukko 6, kuva 2). Karsittavan latvuksen pituudessa ei havaittu eroja tekomenetelmien välillä. Pinnanmyötäisen ja tynkäkarsinnan ajanmenekkien eron pienene-

Taulukko 6. Suhteellinen ajanmenekki latvakuitupuun karsinnassa.

Table 6. The relative expenditure of time on limbing of the pulpwood portion of the stem.

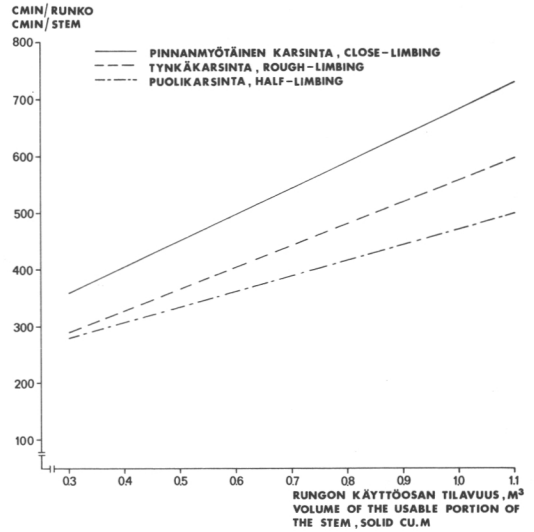
Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Suhteellinen karsinta-aika – Relative expenditure of time								
1	1	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3 + 4	87	87	88	89	90	91	92	93	94
1	2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3 + 4	80	82	84	86	88	90	92	94	96
2	2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3 + 4	87	87	87	87	87	87	87	87	87
2	3	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3 + 4	93	96	99	100	102	103	105	106	108
Koko aineisto Total		1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3 + 4	87	88	90	91	92	94	95	96	97

minen rungon koon suuretsa selittynee pääasiassa siten, että oksien paksuus suurenee rungon koon mukaan (vrt. HAKKILA, LAASA-SENAHO & OITTINEN 1972). Paksuoksisilla rungoilla on tynkäkarsinnalla pinnanmyötäiseen karsintaan verrattuna saavutettu ajansäästö yleensä pienempi kuin ohutoksisilla rungoilla, kuten luvussa 421 jo mainittiin.

423. Rungon karsinta

Rungon karsinnassa oli vertailtavina kolme eri karsintatapaa: tukkiosalla ja latvakuitupuuosalla pinnanmyötäinen karsinta (tekomenetelmät 1 ja 2), tukkiosalla ja latvakuitupuuosalla tynkäkarsinta (tekomenetelmä 3) sekä tukki-osalla puolikarsinta ja latvakuitupuuosalla tynkäkarsinta (tekomenetelmä 4).

Vajaakarsinta vähentää absoluuttista ajanmenekkiä sitä enemmän, mitä suuremmat puut ovat kysymyksessä (kuva 3, liite 3). Suhteellinen ajanmenekkiero tynkäkarsinnan ja pinnanmyötäisen karsinnan välillä ei sen sijaan näytä



Kuva 3. Rungon karsinta-ajan riippuvuus rungon käyttöosan tilavuudesta.

Fig. 3. Correlation between the expenditure of time on limbing and the volume of the usable portion of the stem.

Taulukko 7. Suhteellinen ajanmenekki rungon karsinnassa.

Table 7. The relative expenditure of time on limbing the stem.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Suhteellinen karsinta-aika – Relative expenditure of time								
1	1	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	1	3	73	73	74	74	75	75	75	75	76
1	1	4	75	73	70	69	67	66	65	63	63
1	2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	2	3	80	79	78	78	77	77	77	77	76
1	2	4	74	71	69	66	65	64	62	61	61
2	2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2	3	82	83	83	83	84	84	85	85	85
2	2	4	82	78	75	73	71	69	68	66	65
2	3	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	3	3	85	86	86	86	86	86	86	86	86
2	3	4	75	77	78	78	79	79	79	80	80
Koko aineisto Total		1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		3	81	81	81	81	81	81	81	81	81
		4	77	75	73	72	71	70	69	68	68

Taulukko 8. Karsinta-ajan jakautuminen rungon tukki- ja latvakuitupuuosalle (rungon käyttöosan tilavuus 0.5 m³).

Table 8. Distribution of the total limbing time between the sawlog and pulpwood portions of the stem (volume of the usable portion of the stem is 0.5 cu.m.).

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Tukkiosan karsinta Limbing of the sawlog portion of the stem		Latvakuitupuun karsinta Limbing of the pulpwood portion of the stem		Käyttöosan karsinta Limbing of the usable portion of the stem	
			cmin	%	cmin	%	cmin	%
1	2	1 + 2	217	51	211	49	428	100
1	1	3	130	30			316	73
1	1	4	115	27	186	43	301	70
1	2	1 + 2	214	51	209	49	423	100
1	2	3	156	36			332	78
1	2	4	114	27	176	42	290	69
2	2	1 + 2	238	53	215	47	453	100
2	2	3	189	42			377	83
2	2	4	153	34	188	41	341	75
2	3	1 + 2	281	55	230	45	511	100
2	3	3	213	42			440	86
2	3	4	170	34	227	44	397	78
Koko aineisto		1 + 2	238	52	216	48	454	100
		3	172	38			366	81
Total		4	138	30	194	43	332	73

riippuvan rungon koosta. Noudatettaessa puolikarsinnan laatuvaatimuksia suhteellinen karsinta-aika pienentyy rungon suuressa (taulukko 7).

Tynkäkarsinta nopeutti karsintatyötä pinnanmyötäiseen karsintaan verrattuna keskimäärin 19 % ja puolikarsinta vastavasti 27 % rungon koon ollessa 0.5 m³. Tekomiehittäin pieni ajanmenekki tynkäkarsinnassa 14–26 % ja puolikarsinnassa 22–31 %. KAHALA & RANTAPUU (1968) ovat todenneet tynkäkarsinnan nopeuttavan karsintaa runkojuonnon yhteydessä 13 %. JOHANSSON'in (1969) mukaan tynkäkarsinta on nopeuttanut karsintaa 25 cm:n rungolla (n. 0.5 m³) 20–29 % oksaisuusluokasta riippuen. Käsillä olevassa tutkimuksessa saatu tulos (19 %) asettuu siten mainituissa kahdessa aiemmassa tutkimuksessa saattujen tulosten väliin.

Jotta voitaisiin tarkastella, miten vajaan karsintamenetelmillä saavutettu ajanmenekin pieneminen jakautuu eri latvusosille, verrattiin tekomenetelmittäin tukki- ja latvakuitupuuosan

karsinta-aikoja menetelmien 1 + 2 rungon karsinta-aikoihin (taulukko 8).

Siirryttäessä pinnanmyötäisestä karsinnasta tynkäkarsintaan väheni rungon käyttöosan karsinta-aika keskimäärin 19 %, kuten edellä jo mainittiin. Ajanmenekin pienemisestä aiheutui 14 prosenttiyksikköä tukkiosan ja 5 prosenttiyksikköä latvakuitupuuosan karsinnan nopeutumisesta.

Puolikarsintaa sovellettaessa pieni rungon karsinta-aika 27 %, josta tukkiosan karsinnan nopeutuminen aiheutti 22 ja latvaosan 5 prosenttiyksikköä. Sovellettaessa pinnanmyötäisen karsinnan sijasta vajaan karsintamenetelmiä pienenee karsinta-aika ennen kaikkea tukkiosalla.

43. Apteeraus ja katkenta

431. Tukkiosan apteeraus ja katkenta

Tutkitut tekomenetelmät sisälsivät kolme erilaista apteeraustapaa: tavanomainen aptee-

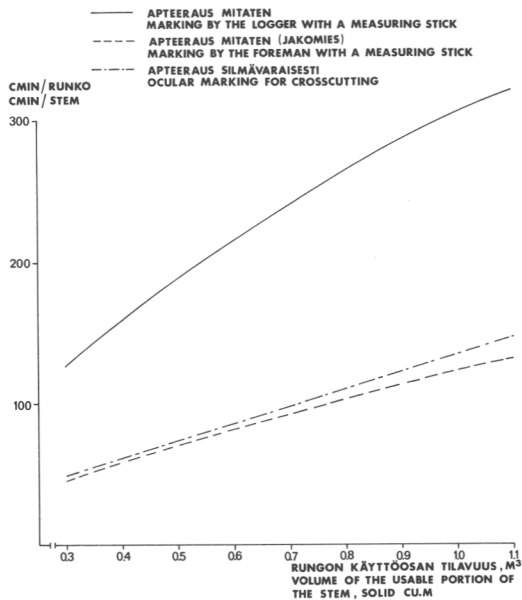
raus mitaten (menetelmä 1), erillinen jakomies apteeraa mitaten (menetelmä 2) ja silmävarainen apteeraus (menetelmät 3 ja 4).

Apteerausaikaan luettiin kuuluviksi seuraavat osatyövaiheet:

- mittausvälineiden noutaminen
- siirtyminen pitkin runkoa tukkien pituuden mittauksen yhteydessä
- katkaisukohtien valinta
- tukkien pituuden mittaus
- tukkien latvaläpimitan mittaus
- mittojen merkitseminen tukkeihin

Menetelmässä 2, jossa rungot apteerasi erillinen jakomies, jäi tekemiehelle apteerauksen osatyövaiheista vain mittojen merkitseminen tukkeihin katkonnan yhteydessä. Jakomiehen ajankäyttöä ei tämän tutkimuksen yhteydessä seurattu.

Silmävaraisessa katkonnassa on apteeraukseen (eli katkaisukohtien valintaan) kuluvan ajan tarkka selvittäminen vaikeata. Tekomies valitsee katkaisukohtien usein muiden työvaiheiden, kuten ensimmäiselle karsittavalle oksalle siirtymisen, varsinaisen karsinnan tai katkonnan yhteydessä (vrt. DUUS-OTTERSTRÖM & PETERSSON 1968, AHONEN 1972). Tämän



Kuva 4. Apteeraus- ja katkonta-ajan riippuvuus rungon käyttöosan tilavuudesta.

Fig. 3. Correlation between the volume of the usable portion of the stem and the expenditure of time on marking for cross-cutting and cross-cutting.

Taulukko 9. Suhteellinen ajanmenekki tukkiosan apteerauksessa ja katkonnassa.

Table 9. The relative expenditure of time on marking for cross-cutting and cross-cutting of the sawlog portion of the stem.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu. m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Suhteellinen apteeraus- ja katkonta-aika – Relative expenditure of time								
1	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	1	2	32	34	37	39	41	43	44	46	48
1	1	3 + 4	17	21	24	27	29	32	34	37	39
1	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	2	2	50	47	46	45	44	45	45	45	46
1	2	3 + 4	44	40	39	39	39	39	40	41	42
1	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2	2	37	39	41	42	43	43	44	45	46
2	2	3 + 4	37	35	36	36	36	38	39	40	42
2	3	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	3	2	27	27	27	27	27	28	28	28	28
2	3	3 + 4	58	56	53	54	54	54	55	56	57
Koko aineisto		1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		2	36	37	37	38	38	39	40	40	41
Total		3 + 4	39	39	39	40	41	42	43	44	46

Taulukko 10. Suhteellinen ajanmenekki latvakuitupuun katkonnassa leimikossa 1.
 Table 10. The relative expenditure of time on cross-cutting of pulpwood in marked stand 1.

Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ – Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
		Suhteellinen katkonta-aika – Relative expenditure of time								
1	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	3 + 4	13	13	13	14	14	14	15	15	15
2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	3 + 4	9	9	9	9	9	9	10	10	10
1 + 2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	3 + 4	11	11	11	11	11	12	12	12	12

vuoksi silmävaraisen ja perinteisellä menetelmällä suoritettavan apteerauksen ajanmenekkien eroa pyrittiin selvittämään vertaamalla menetelmien kesken yhdistettyjä apteeraus- ja katkonta-aikoja (kuva 4).

Sahapuuosan apteeraus- ja katkonta-aika oli 0.5 m³ :n rungolla silmävaraista apteerausta käytettäessä 61 % pienempi kuin tekomiehen apteerauksessa mitaten. Tekomiehittäin pieneni ajanmenekki 47–76 %.

Tekomenetelmässä 2, jossa apteerauksen suoritti erillinen jakomies, kului tekomieheltä katkontaan ja mittojen merkintään hieman vähemmän aikaa kuin silmävaraisen apteerauksen yhteydessä (menetelmät 3 + 4) katkaisukohtien valintaan ja katkontaan (taulukko 9, kuva 4).

AGER (1967) on esittänyt silmävaraisen apteerauksen vähentävän apteerauksen ja katkontaan ajanmenekkiä 49 % sekä DUUS-OTTERSTRÖM & PETTERSSON (1969) 53 %, jos rungon käyttöosan tilavuus on 0.5 m³. AHOSEN (1972) mukaan vähensi silmävarainen apteeraus mäntysahapuun teossa vastaavasti apteeraus- ja katkonta-aikaa kolmella tekomiehellä 41–61 %.

432. Latvakuitupuun katkonta

Latvakuitupuun katkonnassa vertailtiin leimikossa 1 kahta katkontatapaa: katkontaa määräpitäiseksi 2-m tavaraksi (menetelmät 1 ja 2) sekä katkontaa vapaanpitäiseksi, 3–6 m tavaraksi (menetelmät 3 ja 4). Leimikolla 2 tehtiin latvakuitupuun kaikissa menetelmissä vapaanpitäiseksi (3–6 m) tavaraksi.

Leimikon 1 osalta määritettiin graafisesti latvan katkonta-ajan riippuvuus rungon käyttöosan tilavuudesta tekomenetelmissä 1 ja 2. Tekomenetelmissä 3 ja 4, sekä leimikossa 2 menetelmissä 1, 2, 3 ja 4, joissa latva katkottiin vapaanpitäiseksi tavaraksi, ei katkonta-aika näyttänyt riippuvan rungon koosta. Siksi työaikalaskelmissa käytettiin tältä osin runkokoh- taisia, keskimääräisiä aikoja (liite 4).

Kun rungon käyttöosan tilavuus oli 0.5 m³ kului leimikossa 1 latvan katkontaan vapaanpitäiseksi tavaraksi 13 % määräpitäisen, 2-metrisen tavaravan vaatimasta katkonta-ajasta, (taulukko 10).

433. Rungon apteeraus ja katkonta tavara- lajeiksi

Tutkituissa tekomenetelmissä sovelletut apteeraus- ja katkontatavat on esitetty edellä luvussa 2 (ss. 5, 6). Leimikossa 1 voitiin tarkastella sekä tukkiosan silmävaraisen apteerauksen ja katkontaan että kuitupuuosan vapaanpitäiseksi tavaraksi katkontaan vaikutusta ajanmenekkiin rungon katkonnassa tavaralajeiksi. Sen sijaan leimikossa 2 voitiin selvittää vain tukki- osan silmävaraisen apteerauksen ja katkontaan vaikutusta, koska latva kaikissa tekomenetelmissä katkottiin vapaanpitäiseksi tavaraksi (liite 5).

Leimikossa 1 oli apteerauksen ja katkontaan runkokohtainen ajanmenekki tekomenetelmässä 2 44 % ja tekomenetelmissä 3 + 4 73 % alhai- sempi kuin menetelmässä 1. Vastaavat tulokset

Taulukko 11. Suhteellinen ajanmenekki rungon apteerauksessa ja katkonnassa tavaralajeiksi.
 Table 11. The relative expenditure of time on marking for cross-cutting and cross-cutting the stem into assortments.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu.m.									
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	
			Suhteellinen apteeraus- ja katkonta-aika — Relative expenditure of time									
1	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1	1	2	51	52	52	53	53	54	55	56	57	
1	1	3 + 4	16	19	22	24	26	28	31	33	35	
1	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1	2	2	68	63	60	57	55	55	54	54	54	
1	2	3 + 4	31	31	32	32	33	34	35	36	37	
2	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2	2	2	43	44	44	45	45	45	46	47	48	
2	2	3 + 4	43	40	40	40	39	40	41	42	44	
2	3	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2	3	2	36	34	33	33	31	32	32	32	32	
2	3	3 + 4	64	60	58	57	57	57	58	58	59	
1	1 + 2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
1		2	59	57	56	55	55	55	55	55	55	
1		3 + 4	23	25	27	29	30	31	33	34	36	
2	2 + 3	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
2		2	39	38	38	38	38	38	37	39	39	
2		3 + 4	56	52	51	50	50	50	49	52	53	

leimikolle 2 olivat 62 ja 49 %, kun rungon käyttöosan tilavuus oli 0.5 m³ (taulukko 11).

44. Rungon teko tavaralajeiksi

Verrattaessa tutkittujen tekomenetelmien kesken aikaa, joka kului kaadetun rungon teko tavaralajeiksi, otettiin laskelmaan mukaan seuraavat työvaiheet:

- tukkiosan karsinta
- latvakuitupuuosan karsinta
- tukkiosan apteeraus ja katkonta
- latvakuitupuuosan mittaus ja katkonta

Kaadetun rungon teossa tavaralajeiksi vähensi erillisen jakomiehen käyttö tekomiehen ajanmenekkiä 0.5 m³:n rungolla 16 % (mene-

telmä 2) verrattuna menetelmään, jossa tekemies itse apteerasi (menetelmä 1). Tynkäkarsinta, silmävarainen apteeraus ja katkonta sekä kuitupuun katkonta vapaanpituiseksi alensivat yhdessä ajanmenekkiä 42 % (menetelmä 3). Kun tukkiosan karsinnassa lisäksi sovellettiin puolikarsintaa (menetelmä 4), pieneä ajankulutus 46 % menetelmään 1 verrattuna. Leimikossa 2 olivat menetelmien väliset erot hieman pienempiä kuin leimikossa 1.

45. Latvakuitupuun kasaus

Leimikossa 1 kasattiin 2-m latvakuitupuun tekomenetelmissä 1 ja 2 vinnsaustaakkoihin palstalle. Tekomenetelmissä 3 ja 4 siirrettiin latvakuitupuurangat, mikäli niitä tuli rungosta enemmän kuin yksi kappale, rinnakkain vins-

Taulukko 12. Suhteellinen ajanmenekki rungon teossa tavaralajeiksi.

Table 12. The relative expenditure of time on conversion of the stem into assortments.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu. m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Suhteellinen ajanmenekki – Relative expenditure of time								
1	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	1	2	82	82	83	83	84	84	85	85	86
1	1	3	51	53	55	56	57	59	60	61	62
1	1	4	53	53	53	53	53	53	53	53	53
1	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	2	2	88	86	85	83	83	83	83	83	83
1	2	3	64	61	61	60	60	61	61	61	62
1	2	4	59	56	54	53	53	52	52	52	52
2	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2	2	88	86	85	85	84	84	84	85	84
2	2	3	74	72	72	71	71	72	72	72	73
2	2	4	74	69	66	63	62	61	59	59	59
2	3	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	3	2	82	80	79	78	79	78	78	78	78
2	3	3	79	78	77	77	77	77	77	77	77
2	3	4	72	72	71	71	73	72	73	73	73
1	1+2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		2	85	84	84	83	83	83	84	84	84
		3	58	57	58	58	59	60	61	61	62
		4	56	54	54	53	52	52	53	52	53
2	2+3	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		2	84	83	82	81	81	81	81	81	81
		3	77	76	75	74	75	74	74	75	75
		4	73	70	69	68	68	67	67	67	67

Taulukko 13. Suhteellinen ajanmenekki latvakuitupuun kasauksessa leimikossa 1.

Table 13. The relative expenditure of time on bunching pulpwood in marked stand 1.

Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ – Volume of the usable portion of the stem, cu. m.								
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
		Suhteellinen kasausaika – Relative expenditure of time								
1	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	3 + 4	37	36	34	32	31	30	29	28	27
2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	3 + 4	49	48	46	45	44	42	41	40	39
1 + 2	1 + 2	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	3 + 4	44	42	41	39	38	36	35	35	34

Taulukko 14. Siirtymisajat.

Table 14. Moving times.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomene- telmä Logging method	Siirtyminen kaadon yhteydessä cmin/runko — Moving in con- nection with the felling-phase cmin/stem	Muu siirtyminen, cmin/runko Other movements, min/stem
1	1	1 + 3 + 4	39	3
1	1	2		21
1	2	1 + 3 + 4	31	16
1	2	2		30
2	2	1 + 3 + 4	88	17
2	2	2		38
2	3	1 + 3 + 4	41	2
2	3	2		12

sausta varten. Leimikossa 2 jätettiin latvatavara levälleen palstalle. Kaikissa tapauksissa suoritettiin kuitupuun vinssaus ja kuorma autoon suoraan palstalta puominosturilla.

46. Siirtymiset

Siirtyminen kaadon yhteydessä katsottiin tekomenetelmästä riippumattomaksi. Kunkin tekomiehen aineistosta laskettiin kaikille menetelmille yhteinen, keskimääräinen siirtymisaika runkoa kohti. Siirtyminen muiden työvaiheiden yhteydessä laskettiin ao. työvaiheisiin kuuluvaksi. Muut siirtymiset, joihin luettiin kahteen edelliseen ryhmään kuulumattomat, työmenetelmästä johtuvat (menetelmä 2) tai satunnaiset siirtymiset, laskettiin tekomiehittäin ja -menetelmittäin runkokohtaisina vakioaikoina (taulukko 14).

47. Apuajat

Apuajat rekisteröitiin ja käsiteltiin seuraavan jaottelun mukaisesti:

- kasauksen valmistelu
- työn suunnittelu
- raivaus
- muut yleiset ajat
- sahan käynnistys

- polttoaineen ja teräketjuöljyn täydennys
- teräketjun viilaus
- muu huolto ja korjaus

Varastoinnin valmistelu, työn suunnittelu, raivaus ja muut yleiset ajat laskettiin tekomiehittäin kaikille työmenetelmille yhteisesti (min/m³). Runkokohtaisiin aikoihin päästiin jyvittämällä m³:ä kohden saatu aika rungon käyttöosan tilavuuden suhteessa. Tällaiseen menettelyyn päädyttiin, koska tekomenetelmän ei katsottu vaikuttaneen mainittuihin apuaikoihin (vrt. KAHALA 1969, AHONEN 1972).

Tekomenetelmän oletettiin vaikuttavan moottorisahasta johtuneisiin apuaikoihin, joihin laskettiin sahan käynnistys, polttoaineen ja teräketjuöljyn täydennys, teräketjun viilaus sekä muu huolto. Polttoaineen ja teräöljyn täydennykselle sekä viilauksella laskettiin keskimääräiset ajat (cmin/kerta) tekomiehittäin kaikille menetelmille yhdessä. Menetelmäkohtaiset ajat saatiin kertomalla em. keskimääräiset ajat polttoaineen ja öljyn täydennys- sekä viilauksetojen lukumäärillä.

Rungottaisiin moottorisaha-aikoihin pääsemiseksi laskettiin ensin tekomiehittäin ja menetelmittäin em. aikojen suhteellinen osuus tehollisesta sahausajasta (taulukko 15). Teholliseen sahaus aikaan kuuluivat kaato-, karsinta- ja katkontavaiheet.

Taulukko 15. Polttoaineen ja öljyn täydennyksen, viilauksen sekä muun huollon osuus tehollisesta sahausajasta.

Table 15. Share of refuelling and other maintenance in the effective power saw utilisation time.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Polttoaineen ja öljyn täydennys Refuelling	Viilaus – Sharpening of the saw-chain	Muu huolto Other maintenance	Yhteensä Total
			% tehollisesta sahausajasta – Share in effective sawing time, %		
1	1	8.7	5.3	12.1	26.1
1	2	8.6	14.5	2.4	25.5
2	2	7.9	8.0	2.9	18.8
2	3	6.7	2.6	4.0	13.3

Taulukko 16. Keskeytykset tutkituissa tekomenetelmissä.

Table 16. Interruptions in the methods of work studied.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Keskeytykset – Interruptions		
			cmin/runko cmin/stem	cmin/m ³ cmin/cu.m.	% työmaa-ajasta share in the work-site time, %
1	1	1	133	192	10.5
1	1	2	169	240	13.2
1	1	3	134	179	15.1
1	1	4	122	164	14.1
1	2	1	203	291	12.4
1	2	2	285	422	18.5
1	2	3	296	389	23.4
1	2	4	66	89	7.2
2	2	1	222	392	17.4
2	2	2	229	354	17.6
2	2	3	195	350	18.4
2	2	4	159	281	16.5
2	3	1	166	166	12.5
2	3	2	129	129	12.5
2	3	3	76	76	7.1
2	3	4	42	42	4.9
1+2	1+2+3	1	175	269	12.9
		2	190	300	15.2
		3	163	236	15.6
		4	93	143	10.5
Koko aineisto – Total			155	235	13.7

Taulukko 17. Suhteellinen työmaa-aika tutkituissa tekomenetelmissä.

Table 17. The relative work-site time in the timber conversion methods studied.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Suhteellinen työmaa-aika – Relative work-site time								
1	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	1	2	91	91	91	91	92	92	92	92	93
1	1	3	58	59	61	62	63	64	66	67	68
1	1	4	59	59	59	59	59	60	60	60	60
1	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
1	2	2	96	94	95	92	91	91	91	91	91
1	2	3	67	67	67	67	68	68	69	69	69
1	2	4	65	64	63	62	62	62	62	62	62
2	2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	2	2	96	94	93	93	92	92	91	92	92
2	2	3	83	82	81	80	80	80	80	81	81
2	2	4	83	79	76	74	73	72	71	70	70
2	3	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2	3	2	88	87	85	85	85	84	84	84	84
2	3	3	87	83	82	82	82	82	82	82	82
2	3	4	78	77	77	77	78	78	78	78	79
1	1+2	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		2	93	93	93	92	91	91	91	91	91
		3	63	64	64	65	66	66	67	68	69
		4	62	61	61	61	61	61	61	61	61
2	2+3	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		2	92	90	89	89	89	88	88	88	88
		3	85	83	81	81	81	81	81	81	81
		4	80	78	77	76	76	75	75	74	74

Runkokohtaiset moottorisaha-ajat saatiin runkokohtaisista tehollisen sahauksen ajoista taulukon 15 lukujen avulla.

Aineisto on riittämätön keskeytysten määrän laajempaan tarkasteluun. Työmaa-aikoja laskettaessa käytettiin keskeytysprosenttina KAHALAN (1969) palkkaperustetutkimuksessa esittämää keskiarvoa, 18 %.

48. Keskeytykset

Aineiston keruuvaiheissa rekisteröitiin keskeytykset seuraavan jaottelun mukaan:

- ruokailutauot
- lepotauot
- hukka-ajat
- muut keskeytykset

Keskeytysprosentteja laskettaessa ei ruokailutaukoja luettu työmaa-aikaan kuuluviksi (taulukko 16).

49. Työmaa-aika

Työmaa-aika laskettiin tekomenetelmittain ja -miehittain runkokohtaisina aikoina käyttöosan tilavuuden mukaan luokittain. Runkokohtaisista ajoista päästiin edelleen ajanmenekkiin tuotosyksikköä kohden (min/m³). Eri tekomiesten tuloksista laskettiin yhdistelmät leimikoittain (taulukko 17).

Taulukko 18. Tekomenetelmien vertailu työnoistain (menetelmän 1 runkokohtainen tehoika = 100, rungon käyttöosan tilavuus = 0.5 m³).
 Table 18. Comparison by components of the conversion methods (effective working-time in method 1 = 100, volume of the usable portion of the stem = 0.5 cu.m.).

	Leimikko 1 – Marked stand 1				Leimikko 2 – Marked stand 2											
	Tekomies – Logger															
	1		2		2		3									
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Työnoisa	Tekomenetelmä – Logging method															
	Suhteellinen ajanmenekki – Relative expenditure of time															
Siirtyminen – Moving	3.6	3.6	3.6	3.6	2.7	2.7	2.7	2.7	9.0	9.0	9.0	9.0	4.1	4.1	4.1	4.1
Kaato – Felling	7.3	7.3	7.3	7.3	8.8	8.8	8.8	8.8	11.5	11.5	11.5	11.5	10.0	10.0	10.0	10.0
Tukkiosan karsinta – Limbing of the sawlog portion	20.2	20.2	12.1	10.7	18.3	18.3	13.4	9.8	24.2	24.2	19.2	15.6	28.0	21.3	17.0	17.0
Latvakuittupuun karsinta Limbing of the pulpwood portion	19.7	19.7	17.4	17.4	17.9	17.9	15.1	15.1	21.9	21.9	19.1	19.1	23.0	22.7	22.7	22.7
Apteeraus ja katkonta – Marking for cross-cutting and cross-cutting	17.4	6.4	4.2	4.2	16.8	7.8	6.6	6.6	15.5	6.3	5.5	5.5	21.7	5.8	11.6	11.6
Latvakuittupuun katkonta – cross-cutting of the pulpwood	5.6	5.6	0.7	0.7	5.7	5.7	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	2.1	2.1	2.1	2.1
Kasaus – Bunching	8.6	8.6	2.9	2.9	9.4	9.4	4.4	4.4	0.2	0.2	0.2	0.2				
Muu siirtyminen – Other movements	0.3	2.0	0.3	0.3	1.4	2.6	1.4	1.4	1.7	3.9	1.7	1.7	0.2	1.2	0.2	0.2
Apuajat – By-times	2.6	2.6	1.6	1.6	5.5	5.5	4.4	4.4	3.1	3.1	3.1	3.1	2.2	2.2	2.2	2.2
Moottorisaha-ajat – Motor saw by-times	14.7	15.1	10.7	10.4	13.5	14.1	10.3	9.0	11.9	12.2	10.6	9.9	8.7	9.0	8.0	7.4
Tehoika – Effective time	100.0	91.1	60.8	59.4	100.0	92.8	67.6	63.0	100.0	93.3	80.9	76.6	100.0	85.4	82.1	77.3

Rungon koon ollessa 0.5 m³ väheni leimikossa 1 tekomiehen ajanmenekki 7 % menetelmään 1 verrattuna, jos apterauksen suoritti erillinen jakomies (menetelmä 2). DUUS-OTTERSTRÖM & PETERSSON'n (1969) mukaan on erillisen jakomiehen käyttö lisännyt tekomiehen ajanmenekkiä n. 8 % rungon rinnan korkeusläpimitan ollessa 23 cm. Ajanmenekin lisäyksen aiheutti siirtymisten lisääntyminen runkojen katkontavaiheessa. Siirtymisten määrä erillistä jakomiestä käytettäessä oletettavasti vaihtelee varsin paljon riippuen mm. leimikkotekijöistä ja työn suunnittelusta.

Tynkäkarsinta sekä silmävarainen apteraus ja katkonta yhdessä (menetelmä 3) vähensivät ajanmenekkiä 36 %. Kun edelleen siirryttiin käyttämään tukkiosan karsinnassa puolikarsintaa (menetelmä 4), pieneni ajanmenekki menetelmään 1 verrattuna 39 %.

Leimikossa 2 oli vajaakarsinnalla sekä silmävaraisella apterauksella ja katkonnalla saavutettu ajanmenekin väheneminen pienempi kuin leimikossa 1 johtuen aiemmin selostetusta tekomenetelmien eroavuudesta latvakuitupuun käsittelyn osalta.

Jotta olisi saatu selville, mitkä työvaiheet aiheuttivat tekomenetelmien väliset erot, verrattiin menetelmiä 2, 3 ja 4 työosittain menetelmään 1 (taulukko 18).

Jakomiehen käyttö (menetelmä 2) pienensi runkokohtaista tekoajanmenekkiä tukkiosan ap-

teerauksen ja katkongan nopeutuessa leimikossa 1 9–11 % ja leimikossa 2 10–16 %. Runkokohtaiset siirtymiset, joita ei laskettu johonkin muuhun työvaiheeseen kuuluviksi, lisäsivät tekomiehen ajanmenekkiä keskimäärin n. 2 %.

Tynkäkarsinnan käyttö pinnanmyötäisen karsinnan asemesta vähensi työmaa-ajan menekkiä leimikossa 1 7–10 % ja leimikossa 2 7–8 %. JOHANSSON (1968) on vastaavasti todennut ajanmenekin pienentyneen 20 cm:n rungolla 8–11 % ja 25 cm:n rungolla 7–10 % oksaisuusluokasta riippuen siirryttäessä pinnanmyötäisestä tynkäkarsintaan. Jos tukkiosa karsiin puolikarsintaa ja latvakuitupuosa tynkäkarsintaa soveltaen, väheni ajanmenekki leimikossa 1 11–12 % ja leimikossa 2 11 % verrattuna menetelmään 1.

Silmävaraisen apterauksen ja katkongan käyttö perinteisen apterausmenetelmän sijasta nopeutti työtä 10–13 % leimikossa 1 ja 10 % leimikossa 2. DUUS-OTTERSTRÖM & PETERSSON (1969) ovat havainneet silmävaraisen apterauksen nopeuttaneen sahapuun tekoa 6 % työmaa-ajasta laskettuna.

Latvakuitupuuosan katkonta vapaanpituiseksi pienensi ajanmenekkiä 5 % leimikossa 1. Kuitupuun kasauksen nopeutuminen vapaanpituista tavaraa kasattaessa pienensi runkokoh- taista tehoajan menekkiä 5–6 %.

5. TYÖNTEKIJÄN TÄRINÄALTISTUS TUTKITUISSA TEKOMENETELMISSÄ

Työntekijän ääninäaltistuksen vuoksi ovat epäedullisia työmenetelmät, joissa tehollisen sahausajan osuus työmaa-ajasta on suuri. Ääninä vaurioiden syntymistodennäköisyyteen vaikuttaa äänitilaisuus- ja elpymisjaksojen pituus sekä ajoittuminen (HARSTELA 1972). Parhailla nykyisillä ääninävaimennetuilla sahoilla on joutokäyntitärinän todettu olevan vaarallisempaa kuin tehokäyntitärinän (AHO 1971).

Tehollisen sahausajan osuus oli menetelmäsä 2 4–9 prosenttiyksikköä suurempi verrattuna menetelmään 1. Menetelmissä 3 ja 4 oli tehollisen sahausajan osuus suunnilleen yhtä

suuri, 4–10 prosenttiyksikköä suurempi kuin menetelmässä 1 (taulukko 19). Käsillä olevan tutkimuksen aineiston keruuvaiheessa ei rekisteröity sahan joutokäyntiaikoja eikä siten myöskään työntekijän käsiin kohdistuvan joutokäyntitärinän äänitilaisuusajakoja, joten jäljempänä esitetävät luvut ovat teoreettisesti laskettuja. Työntekijä joutuu alttiiksi joutokäyntitärinälle mm. siirtymisen, raivauksen ja joskus myös lyhyiden suunnitteluvaiheiden aikana, mikäli sahan annetaan tuolloin käydä. Jos tehollisen sahausajan lisäksi ääninäaltistusajaksi lasketaan siirtymis- ja raivausvaiheet, on mainittujen vaiheiden yhteen-

Taulukko 19. Tehollisen sahausajan osuus työmaa-ajasta.
 Table 19. Share of effective sawing time in the work-site time.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Tehollinen sahaus aika, % työmaa-ajasta Share of effective sawing time in the work-site time
1	1	1	46
1	1	2	52
1	1	3	55
1	1	4	55
1	2	1	44
1	2	2	48
1	2	3	49
1	2	4	48
2	2	1	43
2	2	2	51
2	2	3	53
2	2	4	52
2	3	1	50
2	3	2	58
2	3	3	56
2	3	4	55

Taulukko 20. Tärinäaltistusajan suurin mahdollinen osuus työmaa-ajasta tutkimusleimikoilla.
 Table 20. The biggest possible theoretical share of exposure to vibration in the work-site time in the marked stands of the experiment.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Tärinäaltistusaika, % työmaa-ajasta Share of the time of exposure to vibration in the work-site time
1	1	1	49
1	1	2	57
1	1	3	61
1	1	4	61
1	2	1	48
1	2	2	54
1	2	3	54
1	2	4	54
2	2	1	60
2	2	2	67
2	2	3	67
2	2	4	67
2	3	1	58
2	3	2	69
2	3	3	64
2	3	4	63

laskettu, suhteellinen osuus työmaa-ajasta ollut lähes 70 % leimikossa 2 ja lähes 60 % leimikossa 1 (taulukko 20). Suurempi suhteellinen tärinäaltistusajan osuus leimikossa 2 johtuu etupäässä siitä, että latvakuitupuuta ei kasattu.

Jos käytetään tekokkaimmin tärinävaimennettuja, vuonna 1973 käytössä olevia moottorisahoja, tulisi ISO/TC 108/WG 7 normiehdotuksen mukaan tunnissa olla 1–2 kpl vähintään

10 min:n tärinäöntä jaksoa. Siten tärinäaltistusajojen suhteellinen osuus ei tutkituissa tekomenetelmissä olisi ollut liian suuri, mikäli yli 10 minuutin pituiset tärinättömät jaksot olisivat sijoittuneet tasaisesti eri osiin työpäivää ja mikäli tekomiehet olisivat käyttäneet tehokkaasti tärinävaimennettuja sahoja. Tämän kysymyksen selvittäminen vaatisi kuitenkin altistusajojen tarkempaa analysointia.

6. MUUT TUTKIMUSTULOKSET

Vajaakarsittujen tukkien kuljetusta ja karsinnan laatua koskevat tutkimustulokset on jo aiemmin julkaistu (AHONEN 1970), joten tässä toistetaan vain tulosten ydinkohdat.

- vajerin ja saksien vienti vinsattavan tukin luokse
- tukkien järjestely kuormassa
- kuormatilan ulkopuolelle jääneiden oksien katkonta

61. Karsinnan vaikutus sahatukkien kuljetukseen

Kuten aiemmin jo mainittiin, kuormattiin tukit palstalta autoon mekaanisella puominosturilla (Rekord). Kuormauksesta kerätyn aika-tutkimusaineiston perusteella laskettiin kuormauksen tehoaika, johon luettiin seuraavat työvaiheet:

- saksien kiinnitys tukkiin ja tukin vinssaus
- saksien siirto ennen kuorman nostoa
- tukin nosto kuorman ja saksien irrotus

Kun kuorman kooksi otettiin 500 j³ (n. 22 m³ kuorineen) ja vinssausmatka vaihteli välillä 2–30 m, saatiin seuraavan asetelman mukaiset suhteelliset ajanmenekit eri tavoin karsittujen tukkien kuormaukselle:

- pinnanmyötäinen karsinta 100 %
- tynkäkarsinta 101 "
- puolikarsinta 115 "

Tynkäkarsinta ei näytä hidastaneen tukkien kuormausta puominosturilla. Sen sijaan puoli-

Taulukko 21. Vajaakarsittujen tukkien oksantynkien pituusjakautuma.

Table 21. The length distribution of branch stubs on rough-limbed and half-limbed sawlogs.

Tukin asema Position of the log in the stem	Oksan laatu Quality of the branch	Oksan pituus, cm – Length of the branch, cm			
		0–2.0	2.1–5.0	5.1–10.0	10.0<
		%			
Tynkäkarsitut tukit – Rough-limbed logs					
Tyvitukit – Butt logs	Elävät – Living	60	39	1	0
	Kuivat – Dry	83	13	2	2
Latva- ja välitukit Top and middle logs	Elävät – Living	63	36	0	1
	Kuivat – Dry	74	16	4	6
Puolikarsitut tukit – Half-limbed logs					
Tyvitukit Butt logs	Elävät – Living	43	35	6	16
	Kuivat – Dry	87	6	2	5
Latva- ja välitukit Top and middle logs	Elävät – Living	35	40	10	15
	Kuivat – Dry	66	28	4	2

karsittujen tukkien kuorituksen ajanmenekki on ollut n. 15 % suurempi kuin pinnanmyötäisesti karsittujen.

62. Karsinnan laatu

Hakkuun aikana merkityistä koetukeista selvitettiin kuljetuksen jälkeen jäljellä olleiden oksien määrä ja laatu. Tynkäkarsituissa tyvitukeissa oli keskimäärin 1.1 tuoretta ja 1.8 kuivaa sekä latva- ja välitukeissa 5.5 tuoretta ja 0.5 kuivaa oksantynkää tukkia kohden. Puolikarsituille tyvitukeille vastaavat luvut olivat 0.9 ja 1.3 sekä latva- ja välitukeille 5.7 ja 1.0.

Keskimäärin joka kuudennessa puolikarsitussa tyvitukissa ja jokaisessa latva- ja välitukissa oli yksi yli 10 cm:n pituinen oksa. Yli 10 cm:n pituisten oksien keskipituus oli 30 cm.

63. Havaintoja vajaakarsittujen tukkien käsittelystä sahalla

Havainnot tukkien käsittelystä ja koesahaukset tehtiin Riihimäen Saha Oy:n Saidanlahden sahalla. Tukit siirrettiin maavarastosta kuorimoon pitkittäiskuljettimella. Pinnanmyötäisesti karsittujen ja tynkäkarsittujen tukkien liikkumisessa kuljettimella ei havaittu eroja. Puolikarsittujen tukkien siirrossa pitkittäiskuljettimella esiintyi erittäin runsaasti hankaluuksia, koska oksantynvät pyrkivät tarttumaan kiinni kuljettimeen.

Koetukit kuorittiin reikämoottori-tyyppisellä Cambio-kuorimakoneella. Puut eivät olleet jäässä kuorinnan aikana. Tynkäkarsituilla tukeilla kuorintajälki oli jonkin verran huonompaa kuin pinnanmyötäisesti karsituilla. Kuorimakoneen terät eivät oksantynkien vuoksi myötälleet tarkasti puun pintaa, joten tukkeihin jäi melko runsaasti kuoriläikkä. Niissä kohdin, missä terät oksantynkien jälkeen iskeytyivät uudestaan puuhun saattoi tukin pintakerros rikkoutua jopa 10 mm:n syvyyteen saakka. Mainitut haitat ovat mahdollisesti poistettavissa tai pienennettävissä kuorimateriaalien säätöä muuttamalla. Puolikarsittujen tukkien osalta oli metsässä suoritettua karsintaa parannettava sahan varastolla kuorinnan mahdollistamiseksi.

Tynkäkarsittuja tukkeja kuorittaessa tärisi kuorimakone melkoisesti. Ilmiön vaikutus koneen keston samoin kuin terien kulumiseen ei kuitenkaan ollut selvitettävissä lyhyen kokeen perusteella.

Tukkien syötössä sahan raamiin ja varsinaisessa sahausvaiheessa ei silmävaraisesti tarkastellen voitu havaita eroja tynkäkarsittujen ja pinnanmyötäisesti karsittujen tukkien välillä.

JOHANSSON (1968) toteaa, ettei kuorinnan laadussa ollut eroja pinnanmyötäisesti karsittujen ja tynkäkarsittujen tukkien välillä, mutta tynkäkarsinta lisäsi kuorinnan ajanmenekkiä n. 20 %. Ajanmenekin kasvu johtui JOHANSSONIN (1968) mukaan oksantynkien aiheuttamista häiriöistä pitkittäiskuljettimilla. Tulos on erilainen kuin käsillä olevassa tutkimuksessa saatu. Ero tuloksissa saattaa johtua siitä, että JOHANSSONIN (1968) kuvaamassa tekomenetelmässä sallittiin pidempiä oksantynkiä (10 cm), tai kuljettimien mahdollisista eroavuuksista.

7. PÄÄTELMIÄ

Tutkimusten ja tähänastisten käytännön kokemusten perusteella voidaan todeta, että pelkästään korjuuteknisenä kysymyksenä tarkasteltuna vajaakarsinta ja silmävarainen apteraus eivät aiheuta erityisiä ongelmia sahapuun teko-vaiheessa. Karsinta- ja apterausvaiheita yksinkertaistamalla saavutettava tuotoksen nousu

perinteiseen sahapuun tekoon verrattuna on huomattava. Tässä tutkimuksessa todettiin tynkäkarsinnan, silmävaraisen apterauksen ja latvakuitupuun katkonnan vapaanpituiseksi nopeuttavan työtä 36 % tavaralajimenetelmässä, kun latvakuitupuun kasattiin vinsaustaakkoihin palstalle.

Työterveydelliseltä kannalta katsoen on havaittavissa työntekijän tärinäaltistuksen lisääntyminen yksinkertaistettaessa sahapuun tekomenetelmiä. Luvussa 5 todettiin, että teoreettisesti laskettu tärinäaltistusajan suurin mahdollinen osuus työmaa-ajasta oli pinnanmyötäistä karsintaa ja vanhaa apteeraustapaa käytettäessä n. 48 %. Kun siirryttiin tynkäkarsintaa ja silmävaraiseen apteeraukseen, kasvoi osuus 54–61 %:ksi. Tärinäaltistus voitaneen pitää mm. ISO/TC 108/WG 7-normiehdotuksen sallimissa rajoissa, mikäli tekomiehet käyttävät tehokkaasti tärinävaimennettuja moottorisahoja ja työhön sisällytetään 1–2 kpl yli 10 minuutin tärinätöntä työjaksoa tai lepotaukoa tuntia kohden.

Toistaiseksi ei ole selvitelty, vaikuttaako karsinta- ja apteerausvaiheiden yksinkertaistaminen sekä siitä johtuva tuotoksen nousu ja päivän mittaan kasattavan kuitupuun määrän lisääntyminen ratkaisevasti työn luonteeseen ja työntekijän fyysiseen kuormitukseen. Kasausvaiheessa voidaan tekomiehen työtä keventää, jos on mahdollista siirtyä kasauksesta palstatiin varteen kasaukseen palstalle. Jos 2- m tai 3- m kuitupuun asemesta latva katkotaan vapaanpituiseksi rangaksi, lisääntyy kasattavien pölkkyjen paino, ja samalla alenee tuotos metsäkuljetuksessa (vrt. KAHALA & RANTAPUU 1970). Vapaanpituista rankaa edullisempi kasauksen ja metsäkuljetuksen osalta on esimerkiksi n. 3- m kuitupuu. Tosin senkin kasaus on rasittavampaa kuin 2- m tavarankasaus (vrt. HARSTELA 1970).

Puutavaran kuljetuksessa on suoraan palstalta alkava autokuljetus jäänyt pois käytännöstä miltei kokonaan. Tämän on aiheuttanut metsätraktori- ja autokaluston kehitys. KAHALAN & RANTAPUUN (1970) mukaan ei karsintatapa ole vaikuttanut puutavaran metsäkuljetukseen. Kaukokuljetuksessa vaikuttanee

karsinnan laatu kuorman koon kautta tuotokseen enemmän kuin metsäkuljetuksessa varsinkin kuitupuun osalta.

Kuorittaessa koetukkeja sahan kuorimossa jäi tynkäkarsittuihin tukkeihin enemmän kuorilaikkuja kuin pinnanmyötäisesti karsittuihin. Muuten ei lyhyen tarkastelujakson aikana havaittu eroja tynkäkarsittujen ja pinnanmyötäisesti karsittujen tukkien käsittelyssä sahalla. Mahdollisten erojen esille saaminen mm. kuorimakoneen ja sen terien kulumisessa vaatisi pitempiä aikoja tutkimista.

Puolikarsittujen tukkien osalta voidaan sanoa, että tämän tutkimuksen valossa niiden sahauskäsittelyssä esiintyneet vaikeudet tekevät puolikarsinnan käyttökeltottomaksi kuusisahapuun teossa tavaralajimenetelmällä. Puolikarsinta pienensi tuotosyksikköä kohden laskettua työmaa-aikaa sahapuun tekovaiheessa tynkäkarsintaan verrattuna vain n. 3 prosenttiyksikköä.

Erillisen jakomiehen käyttö sahapuun teossa on nykyisin vähäistä. Tämän tutkimuksen mukaan pieneni tekomiehen tuotosyksikköä kohden laskettu työmaa-aika n. 6 %, kun rungot oli apteerattu valmiiksi ennen katkontaa. Jakomiehen käytön vaikutus tekomiehen työhön vaihtelee kuitenkin melkoisesti riippuen leimikkotekijöistä sekä työn suunnittelusta.

Mikäli halutaan täydellinen selvitys vajaa-karsinnan ja silmävaraisen apteerauksen vaikutuksista kuusisahapuun hankintaan, on suoritettava koko puunkorjuuprosessin kattava kustannustarkastelu. Silmävaraisen apteerauksen järkevä käyttö edellyttää tekomiehen palkan maksua varten työmittausta, jossa tukkeja ei tarvitse mitata. Urakkapalkkausta varten on kuitenkin valmistettavan puutavaran määrä saatava selville. Tästä johtuen rajoittuu silmävaraisen apteerauksen soveltamisalue ainakin toistaiseksi vain pystymittattuihin leimikoihin.

8. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tärkeimpänä päämääränä oli selvittää erilaisten apteeraus- ja karsintatapojen vaikutusta kuusisahapuun tekoon. Tutkitut tekomenetelmät olivat seuraavat:

Menetelmä 1. K a a t o: suunnaten

K a r s i n t a: pinnanmyötäinen karsinta moottorisahalla

A p t e e r a u s: tekemies apteeraamittaten

Katkonta: palstalla
Latvakuitupu: määräpitäiseksi
(2-m) tavaraksi vinssaustaakkoihin palstalla

Menetelmä 2. Kaato: suunnaten
Karsinta: pinnanmyötäinen karsinta moottorisahalla
Apteeraus: jakomies apteeraa mitaten
Katkonta: palstalla apteerauksen jälkeen
Latvakuitupu: määräpitäiseksi
(2-m) tavaraksi vinssaustaakkoihin palstalla

Menetelmä 3. Kaato: suunnaten
Karsinta: tynkäkarsinta moottorisahalla
Apteeraus: tekemies apteeraa silmävaraisesti
Katkonta: palstalla
Latvakuitupu: 3–6 metriseksi vapaanpitäiseksi tavaraksi vinssaustaakkoihin palstalla

Menetelmä 4. Kaato: suunnaten
Karsinta: tukkiosalla puolikarsinta, latvaosalla tyhkäkarsinta
Apteeraus: tekemies apteeraa silmävaraisesti
Katkonta: palstalla
Latvakuitupu: ks. menetelmä 3.

Eri karsintatavoissa sovellettiin seuraavia laatuvaatimuksia:

- pinnanmyötäisessä karsinnassa rungon käyttöosalta karsittiin sekä elävät että kuivat oksat, oksantynkiä ei sallittu
- tynkäkarsinnassa kuiva latvusosa jätettiin karsimatta ja elävällä latvusosalla sallittiin korkeintaan 5 cm:n pituisia oksantynkiä
- puolikarsinnassa tukkiosan yläpuoli ja sivut karsittiin tynkäkarsinnan vaatimusten mukaisesti, alapuoli jätettiin karsimatta, kuitupuosa karsittiin tynkäkarsinnan vaatimusten mukaan.

Aineisto, joka koostui 1899:n kuusirungon teosta tavaralajeiksi, kerättiin kahdelta IV palkkausalueessa sijainneelta leimikolta. Tutkittuja tekemiehiä oli kolme. Aineistosta laskettiin ensin työvaiheittaiset ajat rungon koon mukaan luokiteltuna graafista tasoitusta käyttäen. Karsinta-aikoja laskettaessa otettiin mukaan vain ne rungot, jotka kuuluivat oksaisuusluokkaan 3. Työmaa-ajat saatiin lisäämällä työvaiheittaisten aikojen summaan apuajat ja keskeytykset. Suhteelliset ajanmenekit tekomenetelmien vertailu varten laskettiin menetelmää 1 lähtökohtana käyttäen. Tekomenetelmien vertailu suoritettiin 0.5 m³:n suuruisilla rungoilla.

Tukkiosan karsinnassa oli tynkäkarsinta keskimäärin 28 % ja puolikarsinta 42 % pinnan-

myötäistä karsintaa nopeampaa. Latvakuitupuun karsinnassa nopeutti tynkäkarsinta työtä 10 %. Rungon käyttöosan karsintaa nopeutti tynkäkarsinta 19 % sekä tukkiosan puolikarsinta ja kuitupuuosan tynkäkarsinta yhteensä 27 %.

Erillisen jakomiehen käyttö pienensi tekomiehen apteeraus- ja katkonta-aikaa tukkiosalla 63 % ja koko rungolla 44 % verrattuna menetelmään, jossa tekemies apteerasi mitaten. Silmävarainen apteeraus nopeutti apteeraus- ja katkontavaihetta tukkiosalla 61 % sekä koko rungolla 73 %.

Rungon teossa tavaralajeiksi, johon luettiin karsinta, apteeraus ja katkonta, nopeutti jakomiehen käyttö tekomiehen työtä 16 %. Silmävarainen apteeraus ja tynkäkarsinta pienensivät ajanmenekkiä 42 % sekä silmävarainen apteeraus ja puolikarsinta 46 %.

Vapaanpituisen (3–6 m) latvakuitupuurangan kasaus vinssaustaakkoihin palstalle oli keskimäärin 59 % nopeampaa kuin 2-m latvakuitupuun. Ero johtui osaksi siitä, että 2-m tavaraa kasattaessa taakoista tuli suurempia kuin 3–6 m tavaralla.

Erillisen jakomiehen käyttö pienensi tuotosyksikköä kohden laskettua työmaa-aikaa 7 %. Tynkäkarsinta ja silmävarainen apteeraus vähensivät yhdessä ajanmenekkiä 36 % sekä vastaavasti puolikarsinta tukkiosalla, tynkäkarsinta kuitupuuosalla ja silmävarainen apteeraus yhteensä 39 %. Ajanmenekin pieneminen jakautui eri työvaiheille seuraavasti: karsinta 7–10 (puolikarsinta 11–12), apteeraus ja katkonta 10–13, latvakuitupuun katkonta n. 6 ja latvakuitupuun kasaus n. 5 prosenttiyksikköä.

Työntekijän teoreettisesti laskettu tärinäaltistus lisääntyi 5–12 prosenttiyksikköä siirryttäessä perinteisestä sahapuun tekomenetelmästä yksinkertaistettuihin menetelmiin. Mahdollisesti se voitaneen pitää mm. ISO/TC 108/WG 7-normiehdotuksen sallimissa rajoissa, jos käytetään tehokkaasti tärinävaimennettuja moottorisahoja sekä sijoitetaan riittävä määrä (1–2 kpl tunnissa) kyllin pitkiä (yli 10 min) tärinättömiä jaksoja työpäivän eri osiin. Tämän kysymyksen selvittäminen vaatisi kuitenkin tärinäaltistuksen tarkempaa tutkimista.

Pinnanmyötäisesti karsittujen ja tynkäkarsittujen tukkien kuormauksessa kuorma-autoon puominosturilla ei ollut eroa ajanmenekissä. Sen sijaan puolikarsittujen tukkien kuormaus oli n. 15 % hitaampaa kuin pinnanmyötäisesti karsittujen.

Tynkäkarsituilla tukeilla oli kuorinnan laatu hieman huonompi kuin pinnanmyötäisesti karsituilla. Muuten ei käsittelyssä sahalla havaittu karsinnasta aiheutuvia eroja. Kuorimakoneen ja sen terien kestävydestä ei voitu lyhyen tarkastelun aikana tehdä luotettavia havaintoja. Puolikarsittujen tukkien siirto sahan pitkittäiskuljetimilla oli erittäin hankalaa. Puolikarsinnan käyttö sahapuun teossa tavaralajimenetelmällä näytti juuri sahakäsittelyssä esiintyneiden vaikeuksien vuoksi kyseenalaiselta.

Erillisen jakomiehen käyttö sahapuun teossa on nykyisin vähäistä. Ennen katkontaa valmiiksi suoritettun apteerauksen vaikutus tekemiehen työmaa-aikaan vaihtelee melkoisesti lei-

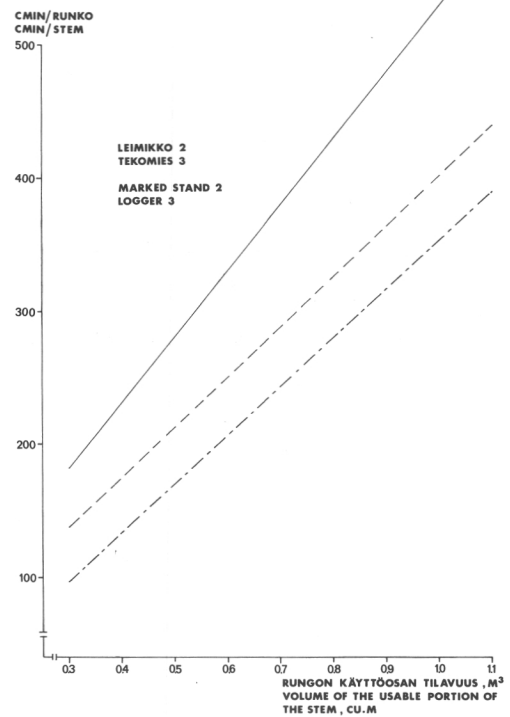
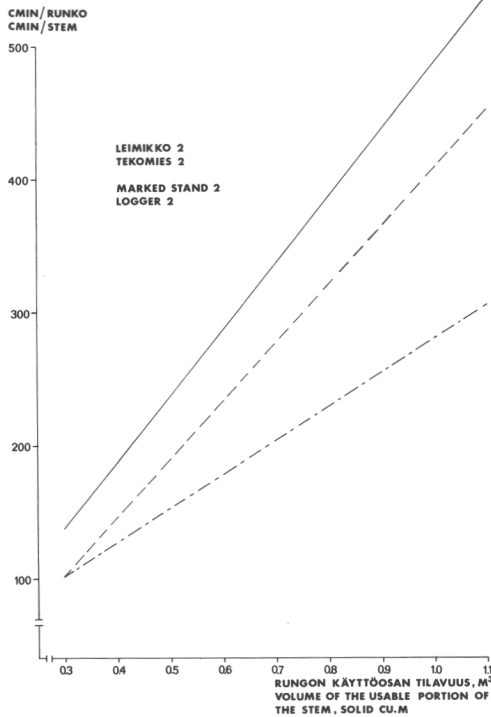
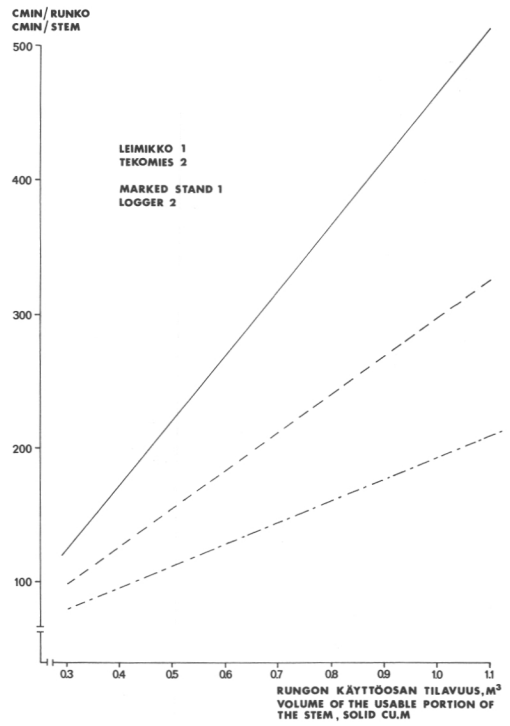
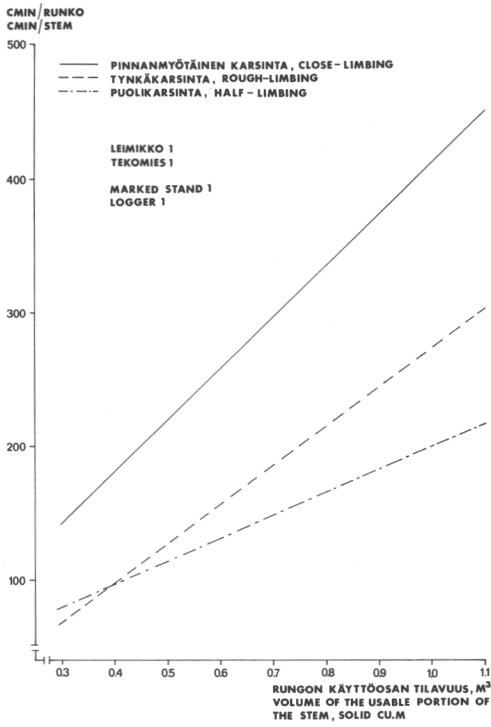
mikkotekijöistä sekä työn suunnittelusta riippuen.

Urakkapalkkausta käytettäessä on valmistettavan (tai valmistetun) puutavaran määrä voitava mitata vähin kustannuksin. Nykyisissä olosuhteissa tämä seikka rajoittaa silmävaraisen apteerauksen käytön pystymitattuihin leimikoihin.

Vajaakarsinta ja silmävarainen apteeraus eivät sahapuun tekovaiheessa aiheuta puhtaasti korjuuteknisiä ongelmia. Sen sijaan tekomenetelmien yksinkertaistamisen mahdollisesti mukanaan tuomia työterveydellisiä haittoja ei toistaiseksi ole täysin selvitetty.

KIRJALLISUUSLUTTELO

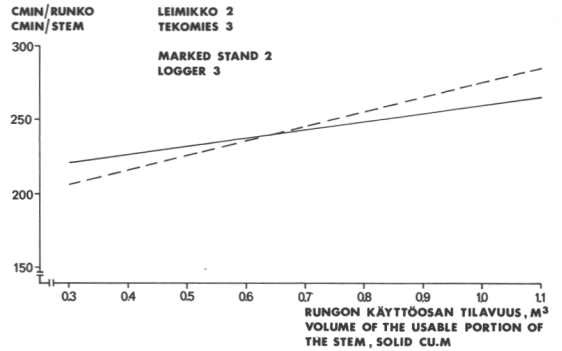
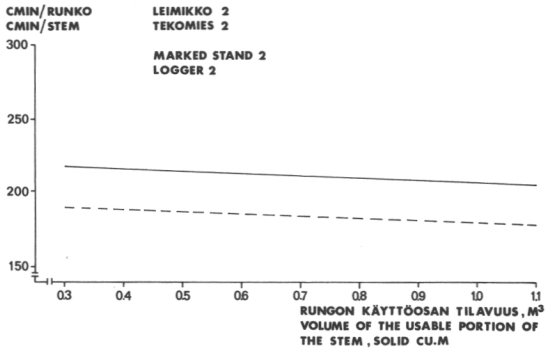
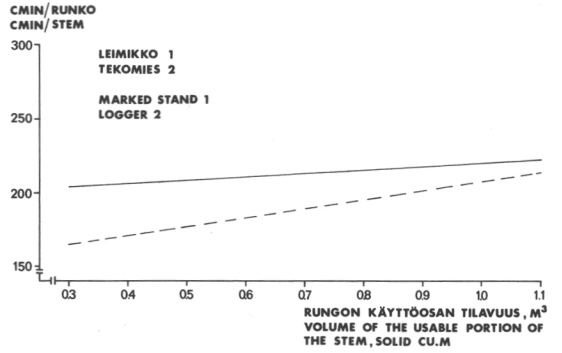
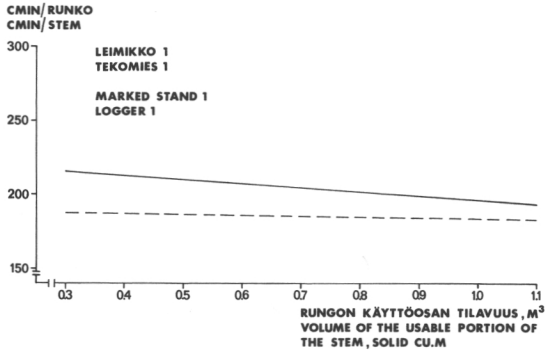
- AGER, B. H:SON. 1967. Tidformler för huggning på fältstudier 1959–67. Summary: Time formulae for felling operations. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 12.
- AHO, K. 1971. Menetelmä moottorisahan tärinän mittaamiseksi ja tulosten arvostelemiseksi. Method of measuring the vibration of chain saws and evaluating the results. Valtion maatalouskoneiden tutkimuslaitos. Tutkimusselostus 8.
- AHONEN, M. 1970. Tutkimuksia tynkä- ja puolikarsittujen kuusisahatukkien autoon kuormauksesta sekä oksaisuudesta. Metsäkoneurakoitsija 1/1970.
- AHONEN, M. 1972. Rough-limbing and ocular marking for cross-cutting in preparation of sawlogs of pine. Tiivistelmä: Tynkäkarsinnan ja silmävaraisen apterauksen vaikutuksesta mäntysahapuiden tekoon. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 73.5.
- DUUS-OTTERSTRÖM, O. & PETERSSON, B. 1969. Hugging av sortiment med användning av olika apteringsmetoder. Metodstudier 1968. Summary: Short-wood cutting applying various methods of marking for bucking. Method studies 1968. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 2.
- HAKKILA, P., LAASASENAHO, J. & OITTINEN, K. 1972. Korjuuteknisiä oksatietoja. Summary: Branch data for logging work. Folia Forestalia 147.
- HARSTELA, P. 1972. Moottorisahan tärinän vaikutuksesta työntekijän käsiin. Summary: On the effect of motor saw vibration on the hands of forest worker. Folia Forestalia 118.
- JOHANSSON, G. 1968. Kvitsningsnogrannhetens inverkan på tidsåtgången vid huggning av sortiment med motorsåg. Jämförande fältstudier 1968. Summary: The influence of delimiting accuracy on time consumption. Comparative field studies 1968. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 4.
- KAHALA, M. 1966a. Selvitys erilaisten hakkuumenetelmien käytöstä kuusipaperipuun hankinnassa. Summary: Report on the use of different methods for logging spruce pulpwood. Metsätehon katsaus 255.
- KAHALA, M. 1966b. Tutkimus 2...8 m vaihtelevan pituisen ja 2-m kuusipaperipuun hakkuusta. Summary: A study of the felling of 2...8 m length spruce pulpwood and 2 m spruce pulpwood. Metsätehon katsaus 256.
- KAHALA, M. 1967. Selvitys erilaisten hakkuumenetelmien käytöstä kuusipaperipuun hankinnassa II. Summary: Report on the use of different methods for logging spruce pulpwood. Metsätehon katsaus 267.
- KAHALA, M. & RANTAPUU, K. 1968. Tutkimus sahapuun kokoisten runkojen ja kokopuiden hakkuusta, juonnosta ja varastokäsittelystä. Summary: Study on cutting, skidding and handling at the landing of sawlog-sized stems and full trees. Metsätehon tiedotus 276.
- KAHALA, M. & RANTAPUU, K. 1970. Tutkimus puutavaran valmistustavan ja leimikko-tekijöiden vaikutuksesta hakkuuseen ja metsäkuljetukseen kuormaa kantavalla metsätraktorilla. Summary: Study of the effect of the method of timber preparation and marked stand factors on cutting and forwarding with a forwarder. Metsätehon tiedotus 292.



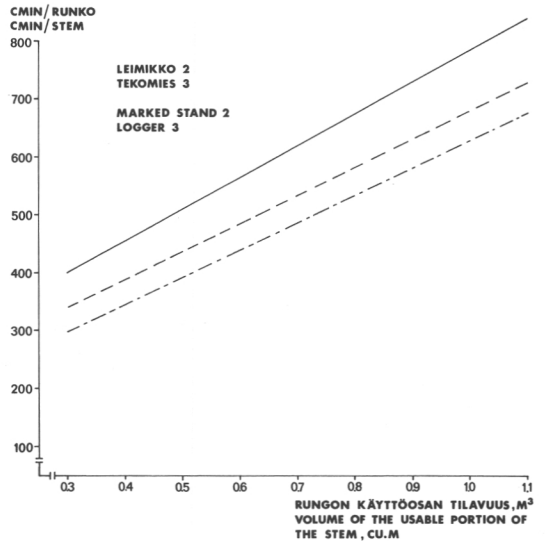
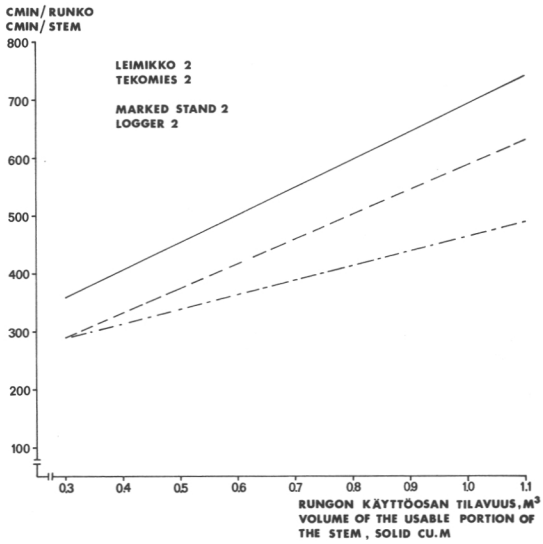
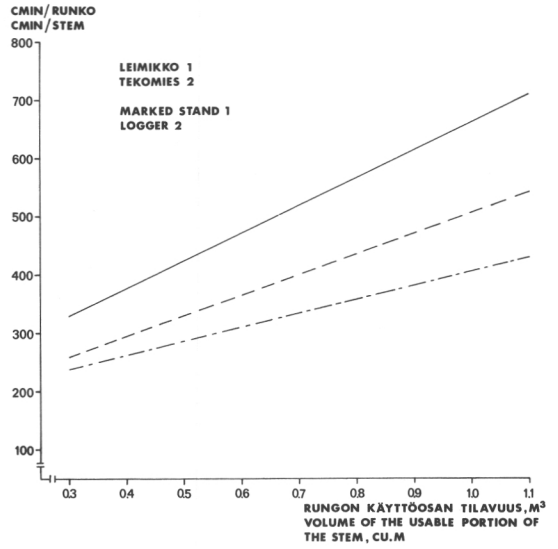
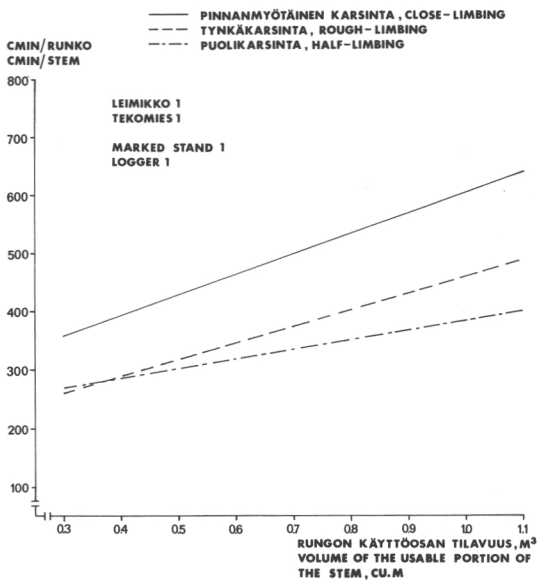
Liite 1. Rungon tukkiosan karsinta-aika rungon käyttöosan tilavuuden funktiona tekomenetelmittäin ja -miehittään.

Appendix 1. Limbing time of the sawlog portion of the stem, by methods of work and by loggers, as a function of the volume of the usable portion of the stem.

— PINNANMYÖTÄINEN KARSINTA, CLOSE-LIMBING
 - - - - - TYNKÄKARSINTA, ROUGH-LIMBING



Liite 2. Latvakuitupuun karsinta-aika rungon käyttöosan tilavuuden funktiona tekomenetelmittäin ja -miehittään.
 Appendix 2. Limbing time of the pulpwood portion of the stem, by methods of work and by loggers, as a function of the volume of the usable portion of the stem.



Liite 3. Rungon karsinta-aika rungon käyttöosan tilavuuden funktiona tekomenetelmittäin ja -miehittäin.

Appendix 3. Limbing time of the stem, by methods of work and by loggers, as a function of the volume of the usable portion of the stem.

Liite 4. Ajanmenekki latvakuitupuun katkonnassa.

Appendix 4. The expenditure of time on cross-cutting the pulpwood portion of the stem.

Leimikko <i>Marked stand</i>	Tekomies <i>Logger</i>	Tekomenetelmä <i>Logging method</i>	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ <i>Volume of the usable portion of the stem, cu.m.</i>								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Katkonta-aika, cmin/runko <i>The expenditure of time on cross-cutting, cmin/stem</i>								
1 1	1 1	1 + 2 3 + 4	62 8	61 8	60 8	59 8	58 8	57 8	56 8	55 8	54 8
1 1	2 2	1 + 2 3 + 4	67 6	66 6	66 6	65 6	65 6	64 6	63 6	63 6	62 6
2 2	2 2	1 + 2 3 + 4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2 2	3 3	1 + 2 3 + 4	21	21	21	21	21	21	21	21	21
1	1 + 2	1 + 2 3 + 4	64 7	63 7	63 7	62 7	61 7	60 7	59 7	59 7	58 7
2	2 + 3	1 + 2 3 + 4	16	16	16	16	16	16	16	16	16

Liite 5. Ajanmenekki rungon apteerauksessa ja katkonnassa tavaralajeiksi rungon käyttöosan tilavuuden funktiona.

Appendix 5. The expenditure of time on marking for cross-cutting and cross-cutting the stem into assortments, as a function of the volume of the usable portion of the stem.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Apteeraus- ja katkonta-aika, cmin/runko – The expenditure of time on marking for cross-cutting and cross-cutting, cmin/stem								
1	1	1	214	230	246	259	273	285	295	304	312
1	1	2	110	120	129	137	146	155	162	170	178
1	1	3+4	34	43	53	62	71	81	90	99	109
1	2	1	188	227	262	295	325	352	374	397	415
1	2	2	128	142	157	168	180	193	203	214	224
1	2	3+4	59	71	83	95	107	119	131	143	155
2	2	1	97	131	162	191	219	244	266	286	304
2	2	2	42	57	72	86	99	111	123	135	146
2	2	3+4	42	52	64	76	86	98	109	121	133
2	2	1	163	201	238	269	298	326	353	378	400
2	3	2	59	69	79	88	97	105	113	120	128
2	3	3+4	104	121	137	154	171	186	203	220	236
1	1+2	1	201	229	254	277	299	318	335	351	364
		2	119	131	143	151	163	174	183	192	201
		3+4	47	57	68	79	89	100	111	121	132
2	2+3	1	130	166	200	230	259	285	320	332	352
		2	51	63	76	87	98	108	118	128	137
		3+4	73	87	101	115	129	142	156	171	185

Liite 6. Ajanmenekki rungon teossa tavaralajeiksi rungon käyttöosan tilavuuden funktiona.
 Appendix 6. The expenditure of time on conversion of the stem into assortments, as a function of the volume of the usable portion of the stem.

Leimikko Marked stand	Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
			0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
			Teho aika, cmin/runko – Effective time, cmin/stem								
1	1	1	572	623	674	723	773	821	867	912	955
1	1	2	468	513	557	601	646	691	734	778	821
1	1	3	294	331	369	406	444	483	520	558	596
1	1	4	303	328	354	381	406	433	459	485	511
1	2	1	516	603	685	766	843	917	986	1057	1122
1	2	2	456	518	580	639	698	758	815	874	931
1	2	3	322	369	415	462	508	555	601	649	695
1	2	4	303	337	373	408	443	478	512	548	583
2	2	1	452	535	615	693	770	843	913	983	1048
2	2	2	397	461	525	588	650	710	770	832	890
2	2	3	334	387	441	495	548	603	656	710	765
2	2	4	334	369	405	440	475	511	546	581	618
2	3	1	566	657	749	836	911	1003	1086	1166	1243
2	3	2	462	525	590	655	720	782	846	908	971
2	3	3	448	513	577	641	706	768	832	897	961
2	3	4	407	470	534	597	661	721	795	849	912
1	1 + 2	1	544	613	679	745	813	869	922	985	1039
		2	462	515	569	620	672	725	775	826	876
		3	313	350	392	434	476	519	561	604	646
		4	303	333	364	395	425	456	486	517	547
2	2 + 3	1	509	596	682	765	841	923	1000	1075	1146
		2	430	493	558	622	685	746	808	870	931
		3	391	450	509	568	627	686	744	804	863
		4	371	420	470	519	568	616	671	715	765

Liite 7. Ajanmenekki latvakuitupuun kasauksessa rungon käyttöosan tilavuuden funktiona (leimikko 1).
Appendix 7. The expenditure of time on bunching of pulpwood, as a function of the volume of the usable portion of the stem (marked stand 1).

Tekomies Logger	Tekomenetelmä Logging method	Rungon käyttöosan tilavuus, m ³ – Volume of the usable portion of the stem, cu.m.								
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
		Kasausaika, cmin/runko – The expenditure of time on bunching, cmin/stem								
1	1 + 2	100	95	92	90	89	88	87	86	85
1	3 + 4	37	34	31	29	27	26	25	24	23
2	1 + 2	115	112	110	109	107	106	105	105	104
2	3 + 4	56	54	51	49	47	45	43	42	40
1 + 2	1 + 2	108	105	101	100	98	97	96	95	95
	3 + 4	47	44	41	39	37	35	34	33	32

Liite 8. Työmaa-ajan jako osa-aikoihin.
Appendix 8. Distribution of the work-site time into components.

Työmaa-aika – Work-site time		
Teho-aika – Effective time	Apuajat – By-times	Keskeytykset – Interruptions
Siirtyminen tyvelle <i>Moving in connection with felling</i>	Kasauksen valmistelu <i>Preparing for bunching</i>	Ruokailu <i>Lunch break</i>
Kaato – <i>Felling</i>	Työn suunnittelu <i>Planning of the work</i>	Lepo <i>Rest</i>
Karsinta – <i>Limbing</i>	Sahan käynnistys <i>Starting the power-saw</i>	Hukkatyö <i>Lost times</i>
Tukkiosan karsinta <i>Limbing of the sawlog portion</i>	Polttoaineen ja öljyn täydennys – <i>Refuelling</i>	Muut <i>Other interruptions</i>
Kuitupuun karsinta <i>Limbing of the pulpwood portion</i>	Sahan huolto ja korjaus <i>Maintenance of the power saw</i>	
Apteeraus <i>Marking for cross-cutting</i>	Muut <i>Other by-times</i>	
Mittaus – <i>Measuring</i>		
Mittojen merkintä <i>Marking</i>		
Katkonta – <i>Cross-cutting</i>		
Tukkiosan katkonta <i>Cross-cutting of the sawlog portion</i>		
Latvakuitupuun katkonta <i>Gross-cutting pulpwood portion</i>		
Latvakuitupuun kasaus <i>Bunching of the pulpwood</i>		
Muu siirtyminen <i>Other movements</i>		

* Työmaa-aikoja laskettaessa ei ruokataukoa luettu työaikaan kuuluvaksi. – *In the calculations of work-site time the lunch break was not included.*

- 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 Metsätilastollinen 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,—
- No 167 Paavo Tiihonen: Rinnankorkeusläpimitaan ja pituuteen perustuvat uudet puutavaralajitaulukot.
Auf Brusthöhendurchmesser und Höhe gestützte neue Sortimententafeln. 1,50
- 1973 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: Pinotiheysluvun 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 muuntoiuvuista 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 Päälä: 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 ennakointi.
Short-term forecasting of cut in Finland.
- 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 & Jyrki Raulo: Tutkimuksia taimityyppiäluokituksen 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 Rikkinen: Havusahatukkien latvamuotoluvut erilaisia läpimittaluokituksia käytettäessä. 1,—
- No 181 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien 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 kehysmitta ja pinotiheys autokuljetuksen eri vaiheissa.
Piled measure and solid volume content of pulpwood piles in various phases of truck transportation. 2,50.

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