

FOLIA FORESTALIA³⁴⁰

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1978

JORMA LAITINEN JA SAULI TAKALO

KANTOKÄSITTELYLAITTEIN VARUSTETTUJEN
RAIVAUSSAHOJEN VERTAILUA

COMPARISON OF CLEARING SAWS
EQUIPPED WITH STUMP
SPRAYING DEVICES

- 1976 No 263 Reino Saarnio: Viljeltyjen visakoivikoiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa.
The quality and development of cultivated curly-birch (*Betula verrucosa* f. *carelica* Sok.) stands in southern Finland.
- No 264 Yrjö Vuokila: Ensiharvennuskertymä.
Yield from the first thinning.
- No 265 Olavi Huuri: Kallistusilmiö istutusmännikoissä; tiedustelun tuloksia.
Tilting of planted pines; survey results.
- No 266 Proposed tree breeding programme in Finland 1976—1985.
Abbreviation of the report issued by the Tree Breeding Committee (Committee Report 1975:25).
- No 267 Jari Parviainen: Taimien juurten leikkaaminen kasvatuksen ja istutuksen yhteydessä.
Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Root pruning in the nursery and at planting. A study based on literature.
- No 268 Jari Parviainen: Männyn eri taimilajien juuriston alkukehitys.
Initial development of root systems of various types of nursery stock for Scots pine.
- No 269 Heikki Seppälä: Metsäsektorin alueellinen merkitys Suomessa.
Regional importance of the forest sector in Finland.
- No 270 Jaakko Virtanen: Metsänomistaja tienrakennuttajana.
The role of the forest owners in logging roads construction.
- No 271 Pertti Elovirta: Metsätalouden työvoiman tarjonta Suomessa 1945—1974 ja ennuste vuosille 1975—1985.
Forest labour supply in Finland 1945—1974 and a forecast to years 1975—1985.
- No 272 Eero Paavilainen: Typpilannoitus ohutturpeisilla piensararämeillä.
Nitrogen fertilization on shallow-peated *Carex globularis* pine swamps.
- No 273 Paavo Simola ja Markku Mäkelä: Rasiinkaato kokopuiden korjuussa.
Leaf-seasoning method in whole-tree logging.
- No 274 Kullervo Kuusela ja Sakari Salminen: Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Pohjois-Karjala in 1973—74, Etelä-Pohjanmaa, Vaasa and Keski-Pohjanmaa in 1974, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1975.
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagsekonomiska forskningsskogar åren 1945—74.
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiuhonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menetelmä
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.
The need for future education in forestry
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.
Forest worker's equipment costs 1975—1976
- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.
Cicadella viridis (L.) as a wounding of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjois-suomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien larvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehikoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.
Costs of timber production in Finland in 1972—74.

FOLIA FORESTALIA 340

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1978

Jorma Laitinen ja Sauli Takalo

KANTOKÄSITTELYLAITTEIN VARUSTETTUIJEN RAIVAUSSAHOJEN
VERTAILUA

Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua. Abstract: Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices. *Folia For.* 340:1—16.

Raivaussahaan on jo muutaman vuoden ajan kehitetty lisälaitteita kemiallisen vesakontorjunnan yhdistämiseksi raivaussahatyöhön. Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian osastolla tutkittiin ja vertailtiin kolmea hieman erilaista kantokäsittelylaitteilla varustettua raivaussahaa kesällä 1977. Tutkituista sahoista kaksi oli normaaleja pyöröterasahoja ja yksi oli varustettu ketjuterälaitteella.

Kokonaisuudessaan sahat arvosteltiin varsin tasavertaisiksi, joskin yksittäisissä ominaisuuksissa oli huomattaviakin eroja. Kaikki sahat kaipaavat kuitenkin vielä kehittämistä. Suurin puute on käsittelyaineen heikko osumatarkkuus kantoon. Kannon ympärille leviävä käsittelyaine saattaa aiheuttaa käyttäjän altistumista käsittelyaineelle. Perussuojainten lisäksi suositeltu hengityssuojain on tällöin tarpeen.

Sahaustehoiltaan pyöröteräiset olivat lähes tasavertaisia ja ketjuterällistä parempia. Torjunta-ainemenekki oli kaikilla sahoilla käytännöllisesti katsoen sama, mutta kustannusten kannalta korkea.

Clearing saws fitted with stump spraying devices have been developed during the last few years to connect chemical brush control with mechanical clearing saw work. The Finnish Forest Research Institute studied and compared three, slightly different clearing saws during the summer 1977. Two of the studied saws were equipped with normal circular blades and the third with a chain similar to that of an ordinary power saw.

In general clearing saws were found to be quite comparable, but in some respects there were great differences. All three saws need further development. The most important feature is that spraying cannot be restricted precisely to the stumps. A lot of spraying liquid misses the stump and flies up around it. That may represent a hazard to the worker. To avoid it the recommended face mask is needed in addition to the obligatory basic protective clothing.

The cutting effects of the two saws fitted with circular blades were almost equal and superior to the cutting effect of the saw fitted with a chain. All the clearing saws had practically the same spraying liquid consumption. If the costs are taken as the criterion, then consumption was high.

ALKUSANAT

Tämä tutkimus on osa metsäntutkimuslaitoksen metsäteknologian ja metsänhoidon tutkimusosastojen yhteistyönä suorittamasta raivaussahoilla tehtävää kantokäsittelyä koskevasta tutkimustyöstä. Nyt julkaistava osa käsittää keväällä 1977 markkinoilla olleiden käsittelylaitteilla varustettujen raivaussahojen teknologiaa ja käyttöä koskevan selvityksen. Kantokäsittelykokeista saatavat biologiset perustutkimustulokset julkaisee metsänhoidon tutkimusosasto.

Keskusosuusliike Hankkija, Kesko Oy sekä Oy Husqvarna Ab luovuttivat korvauksetta tutkimuksessa käytetyt sahat ja Kemira Oy sekä Farnos Oy tarvitut käsittelyaineet. Kokeita suoritettiin mm. Imatran Voima Oy:n ja Ilmailuhallituksen alueilla.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet Pertti Harstela ja Matti Kärkkäinen ja tutkimusryhmään osallistunut, bio-

logisista kokeista vastannut Mirja Ruokonen. Maastotoissa avustivat Tapio Järvinen, Sami Kalaja ja Kari Kanerva. Konekirjoitustöistä vastasi Aune Rytönen. Piirrookset ovat Leena Kunnarin. Englannin kielen on tarkastanut John Derome.

Allekirjoittaneiden kesken työ on jakaantunut niin, että Laitinen on johtanut tutkimuksen, käsitellyt aineiston ja laatinut tutkimusraportin, Takalo puolestaan on vastannut maastotöiden ja kokeiden teknisistä järjestelyistä sekä tutkimuksen jälkeen tapahtuneesta laitekehittelystä ja uuden sahatyypin työtekniikan suunnittelusta. Takalo on osallistunut myös tutkimusraportin kohtien 31 ja 35 alustavaan käsikirjoitustyöhön.

Kiitämme saamastamme avusta.

Helsingissä, tammikuussa 1978

Jorma Laitinen

Sauli Takalo

Sisällys

| | Sivu |
|---|------|
| 1. JOHDANTO..... | 5 |
| 2. AINEISTO JA MENETELMÄT | 6 |
| 21. Vertailtavat laitteet..... | 6 |
| 22. Aineiston koko ja keruu | 7 |
| 3. TULOKSET..... | 8 |
| 31. Sahojen käyttöominaisuudet..... | 8 |
| Torjunta-aineen leviäminen | 8 |
| Tekniset ominaisuudet | 10 |
| 32. Sahausajan menekki | 11 |
| 33. Torjunta-aineen menekki | 11 |
| 34. Käsittelyn kustannukset | 13 |
| 35. Tutkimuksen jälkeen tapahtunut kehitystyö | 13 |
| 4. TULOSTEN TARKASTELU | 15 |
| KIRJALLISUUS..... | 16 |

1. JOHDANTO

Lehtipuuvesakon mekaanisessa poistamisessa raivaussaha on todettu tehokkaaksi välineeksi (Heino 1972). Kantojen uudelleen vesomisen takia työ täytyy kuitenkin usein toistaa muutaman vuoden kuluttua. Kemiallinen kantokäsittely vähentää uudelleen vesomista tai poistaa sen kokonaan. Erillinen käsittely raivauksen jälkeen lisää ihmistyön tarvetta, ja kaikkien käsittelyä tarvitsevien kantojen löytyminen kaadettujen vesojen alta on epätodennäköistä.

Yhdistämällä kantokäsittelylaite raivaussahaan voidaan vesakontorjunta-aineen levittäminen kantoihin suorittaa samanaikaisesti kaatosahauksen kanssa. Näitä sahoihin liitettäviä käsittelylaitteita on kehitetty muutaman vuoden ajan, ja markkinoille on ilmestynyt kolme toisistaan hieman poikkeavaa laiteratkaisua.

Raivaussahoilla tehtävästä kantokäsittelystä on ilmestynyt vain vähän tutkimuksia. Heino (1975) totesi prototyypilaitteella tehtyjen kokeiden perusteella voitavan tuntuvasti vähentää työpanosta siitä, mitä raivaussahatyö ja erillinen kantokäsittely vaativat. Myös käsittelyn tehokkuus oli parempi

kuin vertailumenetelmänä käytettyä vesapistoolliruiskutusta käytettäessä.

Hokka ja Herranen (1976) selvittivät kantokäsittelylaitteiston aiheuttamaa ajanmenekin lisäystä tavallisella raivaussahalla suoritettavaan taimiston perkaukseen verrattuna. Tutkitun laitteiston todettiin olevan kehityskelpoinen sekä vähentävän työpanosta ja kustannuksia.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää kantokäsittelylaitteilla varustettujen raivaussahojen soveltuvuutta ja käyttöominaisuuksia. Selvitykset tehtiin keväällä 1977 markkinoilla olleista kolmesta erilaisesta laitteesta. Jatkuvan kehittämistyön takia on laitteisiin tullut joitakin muutoksia tutkimuksen jälkeen. Työntutkimuksen lisäksi kokeisiin yhdistettiin sahoilla saatavien biologisten torjuntatulosten ja käytettyjen käsittelyaineiden vertailu. Näiden tulokset metsänhoidon tutkimusosasto julkaisee yhdessä sahoilla tehtävää kantokäsittelyä simuloivien, lähinnä torjunta-ainemääriä ja kantoon kohdistamista koskevien tutkimustulosten kanssa.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

21. Vertailtavat laitteet

Tutkimuksessa olivat mukana seuraavat raivaussahat: Husqvarna 165 R, Jobu Companion ja Kaaz 40.

Husqvarna oli varustettu maahantuojan lisävarusteilla kantokäsittelyä varten ja Jobu tehtaan valmistamalla alkujaan suomalaisten kehittämällä laitteistolla (T a - k a l o ja N i s u l a 1975). Kaazissa oli Työväline

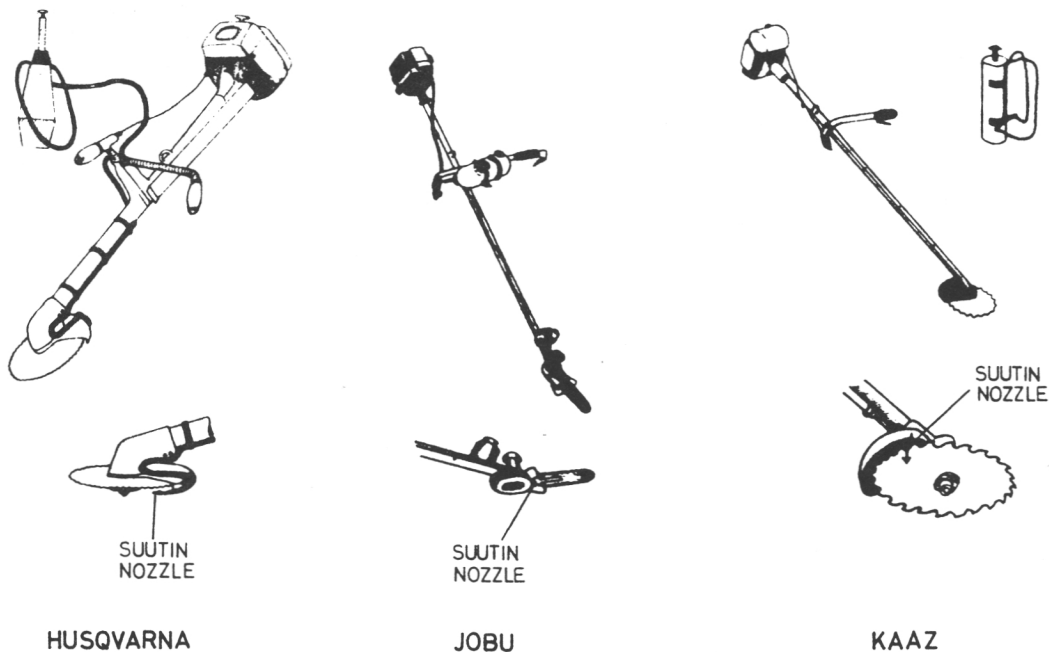
Taulukko 1. Sahojen tekniset tiedot.

Table 1. Specifications of clearing saws.

| Saha Saw | Husqvarna 165 R | Jobu Companion | Kaaz 40 |
|--|--------------------|--|--------------------|
| Paino ^{x)} Weight ^{x)} | 11,5 kg | 8,0 kg | 8,0 kg |
| Moottori Engine | Husqvarna | Kioritz | Kawasaki |
| Moottorin iskutilavuus Engine volume | 65 cm ³ | 30 cm ³ | 31 cm ³ |
| Terälaite Cutting equipment | 225 mm 0 | 1/4" ketju, chain 10" laippa, blade | 230 mm 0 |
| Terän suurin nopeus Max. rotation speed | 200 r/s | 12,5 m/s | 85 r/s |
| Käsittelyainesäiliön tilavuus Volume of the liquid tank | 3 l | 2 l | 5 l |

^{x)} Paino polttoainesäiliö täynnä, ilman kantohihnoja ja käsittelylaitetta.

^{x)} Weight with full fuel tank, without straps and spraying device.



Kuva 1: Kantokäsittelylaittein varustetut raivaussahat: 1) Husqvarna 165 R, 2) Jobu Companion, 3) Kaaz 40.

Fig. 1: Clearing saws equipped with stump spraying devices: 1) Husqvarna 165 R, 2) Jobu Companion, 3) Kaaz 40.

Oy:n TS-kantokäsittelylaite.

Perustoimintaperiaatteeltaan kaikkien sahojen kantokäsittelylaitteet ovat samanlaisia. Käsittelyaine johdetaan säiliöön pumpatun paineen avulla terälle, josta se kulkeutuu kantoleikkaukseen ja kannon sivuille. Laitteistojen varsinaiset erot ovat nesteen ohjaamisessa terälle. Husqvarnassa suutin on terän alapuolella ja suihku ohjautuu ylös terää vasten. Jobussa on raivaussahas normaalisti käytetty pyöröterä korvattu ketjuterälaitteella, jossa vesakontorjunta-aine suihkutetaan laipan alapinnalle työstettyä uraa pitkin kannon pinnalle. Kaazissa suihku kulkee ylhäältä alas terän hampaiden lomitse. Suuttimien kokoja voidaan muuttaa kaikissa sahoissa.

Torjunta-ainesäiliö on Husqvarnassa käyttäjän kuppeella, Jobussa liitetty kiinteästi sahaan ja Kaazissa selässä kannettava. Kaikki säiliöt on valmistettu muovista. Paineen lisäämistä varten Jobun säiliöön tarvitaan erillistä pumppua, kun taas muissa pumppu on kiinteästi yhdistetty säiliöön. Kaikissa on liiallisen paineen täytön estävä ylipaineventtiili. Venttiilit avautuvat samassa 300 kPa paineessa.

Husqvarnassa ja Kaazissa käytetyt käsittelylaitteet ovat lisälaitteina helposti irrotettavissa ja liitettävissä periaatteessa mihin tahansa raivaussahaan. Jobun konstruktio sen sijaan on kehitetty käytettäväksi nimenomaan ketjuterän ja käsittelylaitteen yhdistelmänä.

Taulukossa 1 ovat sahojen tärkeimmät tekniset ominaisuudet Statens maskinprovningarin (1977) tai valmistajan ilmoittamien tietojen mukaan. Kuvassa 1 on esitetty tutkimuksessa mukana olleet raivaussahat.

22. Aineiston koko ja keruu

Laboratoriokokeet

Käsittelylaitteiden ominaisuuksien selvittämiseksi sahoilla suoritettiin laboratoriokokeita ennen maastotöiden aloittamista. Torjunta-aineen leviämiskokeessa saha kiinnitettiin koepenkkiin niin, että terä oli vaakasuorassa 25 cm korkeudella. Täydellä kaasulla käyvästä sahasta lentävä käsittelyaine kasteli allaan kullekin sahalalla tyypillisen alueen, jonka pinta-ala mitattiin. Sahankäyttöaika oli 5 sekuntia ja koe toistettiin kerran. Ruiskutettavana nesteenä käytettiin Vesakontuho Special-vesiliuosta, jonka väkevyys oli 10 %. Ennen koetta säiliöön pumpattiin ylipaineventtiilin sallima paine.

Annostelulaitteiden arvoitelemiseksi mitattiin Husqvarnalla ja Kaazilla kahden litran ja Jobulla pienemmän säiliön takia yhden litran ruiskuttamiseen tarvittava aika, josta laskettiin keskimääräinen tilavuusvirtaus. Ennen ruiskuttamista säiliössä oli maksimipaine.

Maastotyöt

Aikatutkimusaineisto kerättiin Siuntiossa ja Vantaalla. Kokeiden pinta-ala oli kaikkiaan 1,2 ha. Tästä käsiteltiin torjunta-aineilla 1,0 ha lopun jäädessä kontrollialueiksi. Torjunta-aineina olivat 2,4,5 T-valmiste, Vesakontuho Special ja glyfosaattia sisältävä Roundup. Molemmissa käytettiin vesiliuoksina. Specialin liuosväkevyytenä oli 10 % valmistajan suositaman 10—20 % mukaisesti.

Roundup-käyttöliuosväkevyytenä oli 20 %. Toistaiseksi ei valmistajalla ole valmiina ohjeita tuotteen käytöstä kantokäsittelyyn.

Havaintoyksikkönä oli koepalsta. Yhteinen tehollinen 28 palstan sahaus aika oli 15 tuntia. Koalueet jakautuivat jokseenkin tasan kaikkien sahojen kesken. Koehenkilö oli kaiken aikaa sama ja tunsivat laitteet hyvin.

Siuntiossa työ oli voimalinja-alueen raivausta. Palstoja oli 21 kpl kooltaan 6 x 30 m tilastollisesti tarvittavien toistojen saamiseksi. Pääpuulajina oli haapa ja muina puina koivu, leppä, pihlaja ja kuusi. Vantaalla harvennettiin koivutaimistoa, josta osa oli vesasyntyistä. Palstoja oli 7 kooltaan noin 30 x 40 m. Maasto oli molemmissa Heinon ym. (1973) esittämän luokituksen mukaan vaikeusluokkaa 1. Aineisto katsottiin tarkoituksenmukaiseksi käsitellä yhtenä kokonaisuutena. Poistuma inventointiin linjoittaisella koeala-arvioinnilla. Palstan lävistäjille sijoitettujen koealojen koko oli 4 m² ja koealaväli 5 m.

Inventoinnissa todettiin lehtipuupoistumaksi 18 000—43 000 kpl/ha. Havupuuta poistettiin 3 400 kpl/ha. Keskimääräinen lehtipuuden pituus oli 3,3 m ja havupuuden 4,3 m. Edellisiä tarkemmat tiedot poistumasta ovat taulukossa 2.

Taulukko 2. Työmaapalstojen poistuma.
Table 2. Information about removal on working sites.

| Tunnus Characteristics | Keskiarvo Mean | Hajonta ^{x)} Deviation |
|--|-------------------|------------------------------------|
| Lehtipuupoistuma, kpl/ha Removal of broadleaved trees number/ha | 30 160 | 12 500 |
| Lehtipuun kantoläpimitta, mm Dsh, broadleaved trees, mm | 17 | 5 |
| Havupuupoistuma, kpl/ha Removal of conifers, number/ha | 3 390 | 3 450 |
| Havupuun kantoläpimitta, mm Dsh, conifers, mm | 27 | 16 |

^{x)} Hajonnalla tarkoitetaan keskihajontaa eli standardipoiikkeamaa.

^{x)} Deviation refers to standard deviation.

3. TULOKSET

31. Sahojen käyttöominaisuudet

Torjunta-aineen leviäminen

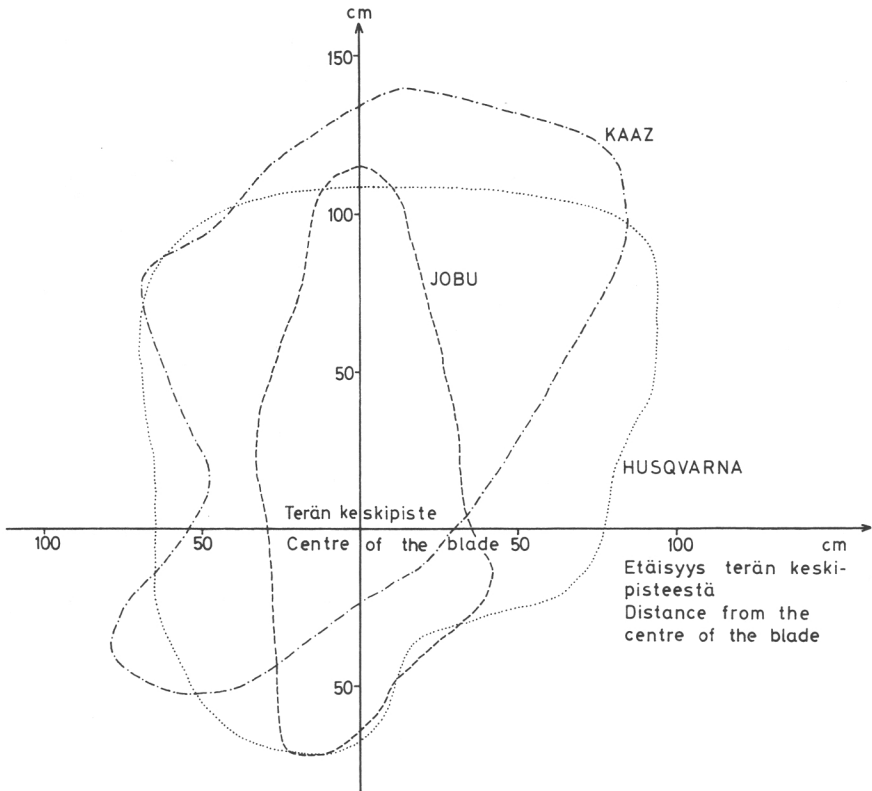
Kaikkien vertailussa mukana olleiden sahojen todettiin levittävän käsittelyainetta runsaasti myös kannon ympäristöön, mikä saattaa aiheuttaa käyttäjän altistumisen torjunta-aineelle. Kokeissa olleissa malleissa käsittelyaine osuu pyörivään terään, jolloin terä toimii eräänlaisena keskipakoislevittimenä. Ketjuterällisessä sahasa ilmiö ei ole yhtä selvä. Osoittautui, että terän pyörintänopeuden lisäksi mm. torjunta-aineen ominaisuudet ja ruiskutusaine, suuttimen koko, paikka ja suuntaus, teräsuojuksen ja jo-

pa hampaiden muoto vaikuttavat nesteen leviämiskuvioon ja pisarakokoon. Silmävaraisesti tarkastellen pienin pisarakoko todettiin Kaazilla ja suurin Jobulla. Kaazissa käsitte-

Taulukko 3. Käsittelyaineen leviämisalaj ja tilavuusvirtaus.

Table 3. Spraying areas of the liquid and volume flow rate.

| Raivaussaha Clearing saw | Leviämiala Spraying area m ² | Tilavuusvirtaus Volume flow rate cm ³ /s |
|-----------------------------|---|---|
| Husqvarna 165 R | 2,225 | 6,67 |
| Jobu Companion | 0,910 | 4,17 |
| Kaaz 40 | 1,880 | 12,50 |



Kuva 2: Raivaussahojen 25 cm korkeudelta kastelemat alueet leviämiskokeessa.

Fig. 2: Spraying areas measured at a distance of 25 cm below the clearing saws.



Kuva 3: Käsittelyainetta leviää runsaasti myös kannon ympäristöön.

Fig. 3: A lot of spraying liquid flies up around the stump.

lyaine hajaantuu hyvin pienikokoisiksi pisaroiksi kulkiessaan pyörivän terän hampaiden lomitse, kun taas Jobussa vain osa käsittelyaineesta osuu ketjuterään. Mitä pienempiä pisarat ovat, sitä helpommin käsittelyaine kaasuuntuu ja kulkeutuu tuulen mukana. Taulukossa 3 on esitetty leviämiskuvioiden pinta-alat ja suihkutetun käsittelyaineen tilavuusvirtaus sekä kuvassa 2 sahojen kastelemat kuviot. Huomattava on, että kuvioista tyydyttiin selvittämään vain selvästi ja yksiselitteisesti todettavat pinta-alat. Levitystasaisuutta ei näinollen tarkasteltu.

Ketjuterällisen laitteen kastelema pinta-ala oli alle puolet pyöröteräsahojen kastelemista alueista. Huolimatta selvästi pienemmästä terän kierrosnopeudesta Kaazin tulos on miltei samaa luokkaa Husqvarnan kanssa. Suuret erot käsittelyaineen tilavuusvirtauksissa aiheuttavat eroja työskentelyyn, sillä saman nestemäärän ruiskuttamiseen Kaazilla riittää vain noin 1/3 Jobulla tarvittavasta ajasta. Vastaavasti lyhyen käsittelyajan oikea ajoitus kaatosahauksen kanssa vaatii onnistuakseen tarkkuutta.

Käsittelyaineen leviämistä kannon pintaan kontrolloitiin lisäämällä väriainetta tor-

junta-aineeseen. Havaintojen mukaan käytetty työtekniikka, mm. ruiskutuksen ajoitus kaatosahaukseen nähden, vaikuttaa oleellisesti aineen osumiseen kantaan. Ratkaiseva merkitys on myös kaatosahaukseen käytetyllä terän sektorilla. Sahaamalla oikeanpuoleisella, terän työntävällä sektorilla kulkeutuu käsittelyainetta terän mukana paremmin kaatoleikkaukseen. Lisäksi aineen roiskuminen kannon ympäristöön on tällöin vähäisintä. Jobulla voidaan suuttimen sijainnin ja teräkonstruktion ansiosta käyttää laipan molempia puolia sahaukseen ilman olennaista eroa.

Kaikilla sahoilla torjunta-ainetta joutuu sekä kantoleikkaukseen että kannon sivuihin ja ympäristöön. Käytettävän liuottimen valinnalla voidaan aineen roiskumiseen ja puuhun imeytymiskykyyn vaikuttaa. Eri liuottimien tai pisarakokoa muuttavien vaahdotusaineiden ominaisuuksia ei kuitenkaan selvitetty tässä tutkimuksessa.

Vesakontorjunta-aineet luetaan yleensä lievästi myrkyllisiin aineisiin, ja käsittelyohjeet edellyttävät ns. perussuojainten käyttöä. Näitä ovat päähine, suojaapuku, saappaat ja käsineet. Lisäksi suositeltaviin luetaan mu-

kaan hengitys- ja kasvosuojaimet.

Suoritetuissa kenttäkokeissa mukana olleiden sahojen aiheuttama käsittelyaineen leviäminen oli voimakasta, minkä takia hengityssuojain otettiin käyttöön. Tehtyjen havaintojen mukaan kaasusuodattimella varustettu hengityssuojain on tarpeen, jos halutaan välttää käsittelyaineiden aiheuttamista oireilta. Vesakontorjunta-aineiden terveydellisiä vaikutuksia tutkinut työryhmä on kuvannut torjuntatyötä tehneillä esiintyneen ohimenevästi päänsärkyä, vatsavaivoja, väsymistä ja ärystystä hengityselimissä ja iholla (Vesakontorjunta-aineiden... 1973). Vastaavia kuvauksia lievästä myrkytysoireista on esitetty myöhemminkin (Kaartinen 1977). Nyt tehdyn tutkimuksen koehenkilöillä todettiin vastaavia oireita, jotka katosivat hengityssuojainta käytettäessä. Oireiden aiheuttajaa ei voitu yksilöidä, koska molempia torjunta-aineita käytettiin vuorotellen. Noin kahden tehotunnin jälkeen suojaimen suodatinpatruuna todettiin käsittelyaineen värjäjäksi. Suodattimeen sitoutuneen käsittelyaineen määrää patruunasta ei kuitenkaan pystytty laboratorioissa selvittämään.

Hengityssuojain vähentää työskentelijän suorituskykyä ja vaikutus riippuu lähinnä suojaimen hengitysvastuksesta (Stemler ja Craig 1977).

Tekniset ominaisuudet

Teknisiltä ominaisuuksiltaan raivaussahat vaikuttivat varsin käyttökelpoisilta. Kuitenkin lisälaitteiden kytkeminen sahoihin tuo mukanaan uusia ongelmia, joiden ratkaisemisessa ei aina ole onnistuttu parhaalla mahdollisella tavalla. Seuraavassa ryhmitellyssä ovat tärkeimmät havainnot merkeittäin.

Husqvarna 165 R

Sahan käynnistys oli varmaa ja käynti häiriötöntä. Moottoria kiihdytettäessä esiintyi tärinää, joka kuitenkin hävisi normaalilla käyntinopeusalueella. Moottorin suuresta sylinteritilavuudesta johtuu, että sahan leikkuuteho on hyvä, mutta paino suuri muihin tutkimuksessa olleisiin sahoihin verrattuna. Husqvarnan kupeella olkahihnasta kannettava käsittelyainesäiliö on epämukava ja liitosletku haittaa jonkin verran työskentelyä.

Liitosputkesta puuttuu painepikaliitin. Tämän takia paineen pumppaus sahasta irtikytkettyyn säiliöön on hankalaa ja paineellisen, käsittelyainetta sisältävän säiliön irrottaminen sahasta kastelee helposti työntekijän.

Jobu Companion

Saha oli helppo käynnistää ja kävi hyvin. Leikkuuteholtaan ketjuterä ei ole pyöröterän veroinen pieniläpimittaisia vesoja sahattaessa (Lehtonen 1976). Hennot risut on sahattava poikki teräsuojaan tukien yksinomaan terän vetävällä sivulla, jotta ne eivät taipuisi teräketjun edessä. Jobussa käytetty teräketju ja sen alhainen nopeus heikentävät leikkuuominaisuuksia varsinkin pieniä vesoja katkottaessa. Sen sijaan jo muutaman sentin vahvuisia vesoja sahatessa ketjuterää on miellyttävä käyttää. Pyöröteräsahoille tyypillisiä sivusuuntaisia heittoja, takapotkuja, esiintyy vain vähän.

Työskentelyä vaikeutti teräketjun öljysäiliön virheellinen sijoitus vaihteiston viereen. Sahatut puut ja risut tarttuivat usein öljysäiliön ja kulmavaihteiston väliin. Säiliön vaikutus sahan painonjakaumaan on myös epäedullinen. Teräsuojassa olevat puruaukot todettiin ahtaiksi.

Käsittelyainesäiliö on sahassa kiinteästi sijoitettu poikittain käsikahvojen väliin, jolloin säiliössä hölskyvä neste pyrkii kallistelemaan sahaa. Säiliön ja putkiston liitántä on hankalasti sahaajan reittä vasten.

Kaaz 40

Sahassa esiintyi käynnistyshäiriöitä, jotka todettiin kuitenkin vain yksilökohtaiseksi harmiksi. Käynnistyttyään saha toimi moitteettomasti kaikissa käyttöasentoissa, vaikka onkin varustettu uimurikaasuttimella. Pienestä moottorikoosta ja terän alhaisesta pyörintänopeudesta huolimatta sahan leikkuuteho oli tutkimusolosuhteissa hyvä. Vahvoja puita sahattaessa terä ei leikannut tasan, vaan pyrki hypähtelemään. Terän hampaiden muotoa oli käsittelylaitetta liitettäessä muutettu alkuperäisestä torjunta-aineen osumatarkkuuden parantamiseksi.

Säiliön kantolaitteen muotoilu voisi olla paremmin selkään sopiva. Liitántäletku haittaa jonkin verran työskentelyä.

32. Sahausajan menekki

Sahausten tehoaikaan vaikuttavista tekijöistä laadittiin malli valikoivalla regressio-analyysillä. Malliin tulivat mukaan merkittäviksi selittäjiksi poistettavien lehti- ja havupuiden hehtaariohtaiset lukumäärät ja eri sahoja kuvaavat menetelmävalemuuttujat. Lehtipuiden kantoläpimitan pienen standardihajonnan ja vähäisten havaintojen vuoksi kannon paksaus ei ole selittäjissä mukana. Sahoille lasketut erot ovat t-testin mukaan tilastollisesti merkitseviä 5 % riskillä.

Mallin (1) selitysaste on 0,76 ja F-arvo 19 ($v = 4,23$).

$$(1) y = 11,620x_1 + 3,1084x_2 - 1,5010x_2x_3 - 1,2309x_2x_4 + 10374$$

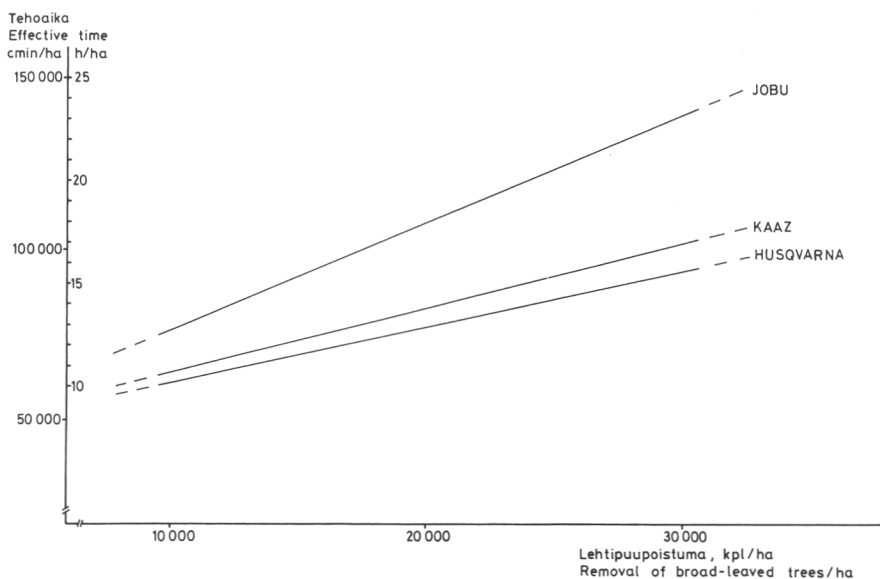
- y = sahausten tehoaika, cmin/ha
- x_1 = havupuupoistuma, kpl/ha
- x_2 = lehtipuupoistuma, kpl/ha
- x_3 = menetelmävalemuuttuja; saa arvon 0, kun saha on Jobu tai Kaaz, 1, kun saha on Husqvarna
- x_4 = menetelmävalemuuttuja; saa arvon 0, kun saha on Jobu tai Husqvarna, 1, kun saha on Kaaz

Kuvassa 4 on sahausaika esitetty poistettavien lehtipuiden lukumäärän funktiona. Ero ketjuterällisen Jobun ja pyöröteräisten Husqvarnan ja Kaazin välillä on selvä, kun taas pyöröteräisten keskinäinen ero on varsin pieni. Osansa ketjuterällisen suurempaan ajanmenekkiin on lehtipuiden pienellä kantoläpimitalla. Ilmeisesti pienestä vesakon koosta johtuu myös se, että tehokkaalla "ammattilaissahalla" Husqvarnalla ajanmenekki on vain jonkin verran kevytsahoihin luettavan Kaazin ajanmenekkiä pienempi. Jos mallin mukaista Husqvarnan keskimääräistä ajanmenekkiä kuvataan luvulla 100, on Kaazin vertausluku 107 ja Jobun 137.

Nyt saadut ajanmenekit ovat Heinoon (1975) esittämiin verrattuina vähintään 14 % korkeammat. Todennäköisenä syynä lienevät koehenkilöistä ja olosuhdetekijöistä aiheutuvat erot.

33. Torjunta-aineen menekki

Hehtaariohtaiseen torjunta-aineen menekkiin vaikuttavat ensisijassa puukohtainen käsittelyainetarve, lehtipuupoistuman suuruus sekä työskentelytapa. Käsittelyaine-



Kuva 4: Hehtaariohtainen ajanmenekki kantokäsittelylaitteilla varustettuja raivaussahoja käytettäessä, kun havupuuta poistetaan 3 000 kpl/ha.

Fig. 4: Time consumption per hectare using different clearing saws fitted with stump spraying devices at a cutting rate of 3 000 conifers/ha.

tarve riippuu puulajista, kantoläpimitasta sekä käsittelyaineliuoksen tehoaineesta ja sen konsentraatiosta. Lehtipuupoistuma määrää käsiteltävien kantojen lukumäärän ja työskentelytapa ruiskutuksen hyötysuhteen eli kantoon osuvan ja ympäristöön leviävän ainemäärän suhteen. Käytetyn torjunta-aineen määrää ja osumista kantoihin kontrolloitiin liuoksessa olleen punaisen väriaineen aiheuttamalla kantojen värjäytymisellä.

Regressiomallissa (2) hehtaarikohtaista ai-

nemenekkiä selittävät muuttujat ovat poistettavien lehtipuiden lukumäärä ja kantoläpimita. Selitysaste on 0,88 ja F-arvo 83 (v = 2,22). Graafinen esitys on kuvassa 5.

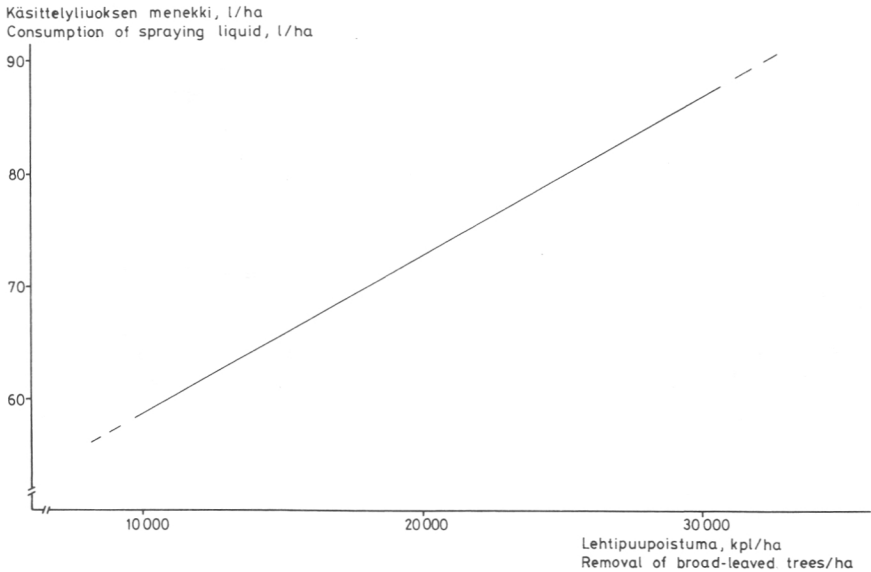
$$(2) y = 0,0014x_1 + 2,2507x_2$$

y = torjunta-ainemenekki, l/ha

x₁ = lehtipuupoistuma, kpl/ha

x₂ = lehtipuiden kantoläpimita, mm

Tilastollisesti merkitseviä eroja ei 5 % riskillä sahojen välillä pystytty osoittamaan.



Kuva 5: Kantokäsittelyaineen menekki hehtaaria kohden. Lehtipuun kantoläpimita on 20 mm.

Fig. 5: Consumption of stump spraying liquid per hectare. Diameter at stump height is 20 mm.

Hehtaarikohtaista käsittelyainemenekkiä on pidettävä suurena. Liuosväkevyyttä muuttamalla voidaan ruiskutettavia ainemääriä säädellä, mutta toistaiseksi suurin syy suureen menekkiin on käsittelyaineen huono osuminen kantoon. Jos aineen osu-

matarkkuutta pystytään parantamaan, voidaan ainemenekkiä vähentää huomattavasti nykyisestä.

Keskimääräisissä, kantokohtaisissa käsittelyainemenekkeissä on pieniä eroja. Tulokset ovat taulukossa 4.

Taulukko 4. Keskimääräinen ainemenekki kantoa kohden eri sahoilla.

Table 4. Mean liquid consumption per stump using different clearing saws.

| Raivaussaha Clearing saw | Ainemenekki, cm ³ /kanto Liquid consumption, cm ³ /stump | |
|-----------------------------|---|----------------------|
| | Keskiarvo Mean | Hajonta Deviation |
| Husqvarna 160 R | 2,85 | 1,12 |
| Jobu Companion | 2,86 | 1,45 |
| Kaaz 40 | 3,12 | 1,07 |

Husqvarnan ja Jobun arvot ovat käytännöllisesti katsoen samat ja Kaazin hieman edellisiä korkeammat. Tilastollista merkitsevyyseroa keskiarvoilla ei kuitenkaan ole vielä 5 % riskillä. Huomattava on, että todelliset kannon pintaan joutuneet ainemäärät ovat esitettyjä lukuja pienemmät. Kannon pintaan osuneen ja ympäristöön levinneen määrän suhdetta ei selvitetty.

Nyt tehdyissä kokeissa on käsittelyainemenekki ollut suurempi kuin aikaisemmissa selvityksissä. Heino (1975) kokeissa

menekki kantoa kohden oli 1,10 cm³ sekä Hokan ja Herrasen (1976) 1,28 cm³. Vertailukelpoisuutta vähentävät kuitenkin käsittelyaineliuosten erilaiset tehoaineet ja väkevyydet. Molempien vertailututkimusten käsittelyaineena oli käytetty Vesakontuho Special -liuosta, jossa kauppavalmistepitoisuus oli 20 %.

34. Käsittelyn kustannukset

Käsittelyn kustannuksista suuri osa muodostuu torjunta-aineen hinnasta. Kesällä 1977 Vesakontuho Specialin hinnaksi ilmoitettiin 3 410 mk/100 l ja Roundupin 536,65 mk/5 l. Jos hehtaarilla on 30 000 läpimittaan noin 2 cm:n kantoa, niiden käsittelyyn tarvitaan tämän tutkimuksen ainemenekin mukaan noin 90 l liuosta, mikä 10 % Specialina merkitsee 307 mk ja 5 % Roundupina 483 mk. Työntekijän palkka sosiaalikuluneen (40 %) ja työvälinekorvauksineen tutkimusolosuhteissa on 281,16 mk/ha. Kantokäsittelylaitteella työskentelyn lisäkorvauksena on tällöin käytetty 20 % suosituspäristä. Kokonaiskustannuksiksi tulee esitetyillä perusteilla joko 588,16 tai 764,16 mk/

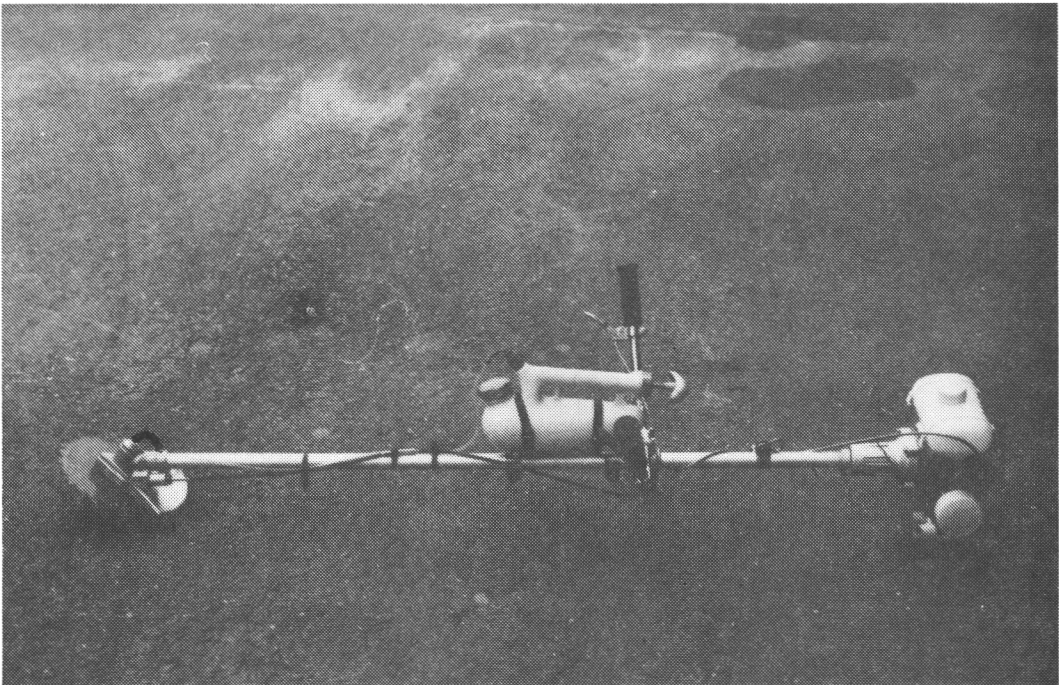
ha. Käsittelyaineen osuus kokonaiskustannuksista on siis yli 50 %, joten kustannussäästöihin pyrittäessä tulee ainemenekki ja konsentraatio minimoida. Torjunta-aineiden hintasuhde määrittelee käytettävien liuosväkevyyksien suhteen, jossa aineiden taloudellinen edullisuusjärjestys vaihtuu. Jotta Roundup olisi esitetyillä hinnoilla Specialia halvempaa, tulisi sen käyttöliuoksen konsentraation olla alle 1/3 Specialin konsentraatiosta.

Kustannusten riippuvuus poistuman määrästä on huomattava. Tutkimusolosuhteita vastaavissa, tiheissä vesakoissa käsittelykustannukset ovat niin korkeat, että halvempien menetelmien käyttöä tulisi mahdollisuuksien mukaan suosia.

Lopullisen kuvan kustannuksista voi saada vasta sen jälkeen, kun kantokäsittelyä selvittävät perustutkimukset käsittelyaineen kohdistamisesta ja tarvittavista minimimääristä vesomisen estämiseksi on saatettu päätökseen.

35. Tutkimuksen jälkeen tapahtunut kehitystyö

Kenttäkokeiden jälkeen tehtiin osaan tut-

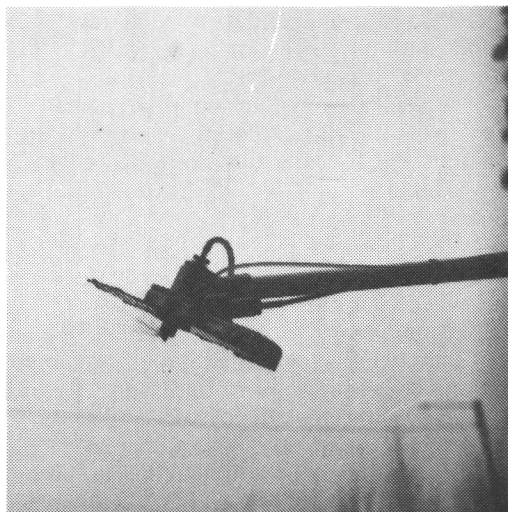


Kuva 6: Metsäntutkimuslaitoksessa kehitetty uusi käsittelylaite.

Fig. 6: The new spraying device developed at the Finnish Forest Research Institute.

kittavista laitteista metsäntutkimuslaitoksel- la muutoksia ja parannuksia. Jobun leik- kuutehoa nostettiin vaihtamalla teräketju ja vetopyörä. Tällöin alkuperäinen ketjunopeus 12,5 m/s nousi arvoon 16—17 m/s. Vaiku- tus leikkuutehoon oli selvä ja sahausominai- suudet paranivat. Pienten vesojen sahauk- sessa ei ketjuteräsaha ole kuitenkaan pyöri- täisten veroinen edes muutosten jälkeen.

Tutkimuksessa käsittelyainetta levisi lii- aksi kannon ympäristöön. Ongelman ratkai- semiseksi rakennettiin koelaitte, jossa käsit- telyaine terään osumatta suihkutetaan kan- nolle. Helpoimmin toteutettavaksi todettiin ratkaisu, jossa käsittelyaine johdetaan vai- teiston läpi terän alle ja suutin sijoitetaan akselin yhteyteen (kuvat 6, 7). Erilaisilla suuttimilla suihku voidaan ohjata haluttuun suuntaan. Jos suihku suunnataan pelkäs- tään alaspäin, täytyy terä kuljettaa kannon yli käsittelyaineen levittämiseksi, mikä luon- nollisesti hidastaa hieman työskentelyä. Hai- tallista torjunta-aineen leviämistä sahalla ei kuitenkaan tapahdu, ja koko terän leikkuu- alue on käytettävissä. Jos käytetään terän al- le vaakasuoraan suihkuttavaa sektorisuutin- ta, voidaan sahatessa käyttää vain vastaaval- la kohdalla olevaa terän sektoria, jotta käsit- telyainetta osuisi kantaan. Torjunta-ainesäi- liö on käsikahvojen etupuolella, jolloin pai- neen lisäys käy kätevästi työskentelyn aika- nakin. Laitteisto asennettiin Kaaz-raivaussa- haan. Toistaiseksi ei ole havaittu mitään, mikä viittaisi vaihteiston läpi tehdyn po- rauksen heikentäneen liikaa voimansiirron mekaanista lujuutta.



Kuva 7: Uuden laitteen käsittelyaineputki kulkee akselin läpi

Fig. 7: Feed pipe of the new prototype spraying device passes through the drive shaft.

Uutena laiteratkaisuna voidaan pitää myös syksyllä H o k a n ja V ä h ä n i k - k i l ä n (1977) esittelemää kantokäsittely- laitetta, jossa torjunta-aine siirretään putkis- toon sijoitetulla käsikäyttöisellä pumpulla säiliöstä terälle. Käsipumppuun on myös yh- distetty mahdollisuus annostella torjunta-ai- neen määrää. Säiliö on kiinnitetty sahaan moottorin ja käsikahvojen väliin. Vaikka torjunta-aine ohjataan edelleen pyörivään terään, on nesteen haitallinen sumuuntumi- nen em. kirjoittajien mukaan lähes olema- tonta.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tulosten luotettavuuden kannalta aineistoa on pidettävä suppeana sahausajan ja käsittelyaineen menekin ennustamiseksi. Lisäksi kokeiden loppuvaiheessa käyttöönotettu hengityssuojain on todennäköisesti laskeutunut työntekijän suorituskykyä. Yleistettävyyttä haittaa vain yhden koehenkilön käyttö. Sen sijaan sahojen keskinäisen järjestyksen selvittämiseen aineisto on katsottava riittäväksi. Luonnollisesti ei sahojen kestäväyydestä voida tehdä varmoja arvioita lyhyen kokeen perusteella.

Saatujen tulosten perusteella on kaikkia vertailtuja sahoja pidettävä vielä keskeneräisinä ominaisuuksiltaan. Erityisesti käsittelyaineen sumuuntumisen ja kannon ympäristöön leviämisen vuoksi laitteet kaipaavat kehittämistä. Mahdollisesti sopivilla torjunta-aineeseen lisättävillä vaahdotusaineilla voidaan roiskumista myös vähentää. Sahoja kehittämällä voidaan vähentää käyttäjän altistumista käsittelyaineelle ja säästää vesakontorjuntakustannuksia. Nyt on hengityssuojainta pidettävä tutkituilla sahoilla työskenneltäessä välttämättömänä varusteena, mikäli halutaan välttyä torjunta-aineen haitoilta. Uusien torjunta-aineiden osalta niiden tarkka haitallisuuden selvittäminen helpottaa myös suojaintarpeen arviointia.

Laitteiden rakenne kaipaa myös tarkistamista. Työskentelyn helpottamiseksi erilliset torjunta-ainesäiliöt tulisi korvata sahaan kiinnitettävillä säiliöillä. Säiliön koolla voidaan vaikuttaa sahan kokonaispainoon. Käsittelylaitteet torjunta-aineeseen nostavat helposti kevyenkin perussahan painoa huomattavasti, jolloin työntekijää rasitetaan tarpeettomasti. Nyt saatujen kokemusten mukaan kevyen ns. isännän linjan raivaussahan leikkuuteho on riittävä normaaleissa vesakontorjuntaolosuhteissa.

Torjunta-ainesäiliöön pumpattavan paineen käytöstä käsittelyaineen siirtoon tulisi pyrkiä eroon, sillä järjestelmän rikkoutuessa liuos useimmiten kastelee käyttäjän. Lisäksi säiliön vajenemisesta johtuva paineen lasku vähentää käsittelyaineen tilavuusvirtausta.

Saadut viitteet raivaussahojen kantokäsittelylaitteiden kehittymismahdollisuuksista antavat aiheen olettaa, että työntekijän alistuminen käsittelyaineelle on mahdollisesti teknisesti eliminoitavissa. Lisäselvityksiä vaaditaan jo pelkästään uusien torjunta-aineiden haitallisuuden toteamiseksi. Myös muut nyt havaitut puutteet ovat ratkaistavissa niin, että laitteet voivat yleistyä käyttöön ja näin täydentää muita vesakontorjuntamenetelmiä.

KIRJALLISUUS

- HEINO, E. E. 1972. Vertaileva tutkimus vesurin ja raivaussahan käytöstä taimiston harvennuksessa. Summary: Comparative Study of the Cleaning of Young Stands with Brush Hook and Clearing Saw. Metsätehon katsaus 19/1972: 1—4.
- 1975. Raivaussahaan kytketty kantoruiskutuslaite. Summary: Stump-spraying Device Fitted to the Brush Saw. Metsätehon katsaus 6/1975: 1—4.
- HEINO, E. E., PELTONEN, J. & TYNKKYNNEN, M. 1973. Työvaikeustekijöiden vaikutus vesuri- ja raivaussahatyöhön taimiston perkauksessa ja harvennuksessa. Summary: Effect of Work Difficulty Factors on Brush-Hook and Clearing-Saw Work in the Tending of Young Stands. Metsätehon tiedotus—Metsäteho Report 322: 1—15.
- HOKKA, P. & HERRANEN, T. 1976. Raivaussahauksen yhteydessä suoritettava kantokäsittely. Metsähallituksen Kehittämisjaoston koeselostus n:o 105: 1—10.
- HOKKA, P. & VÄHÄNIKKILÄ, M. 1977. Raivaussahauksen yhteydessä kantokäsittely. Teho 10/1977: 14—15.
- KAARTINEN, V. 1977. Hysteriaa ja vaaran vähättelyä. Metsänhoitaja 4/1977: 21.
- LEHTONEN, E. 1976. Pienpuun kaato moottori- ja raivaussahoihin perustuvilla laitteilla. Summary: Felling of small-sized trees with felling devices based on the chain saw and clearing saw. Folia For. 261: 1—27.
- Statens maskinprovningar. 1977. Meddelande 2361: 1—8.
- STEMLER, F. W. & CRAIG, F. N. 1977. Effects of respiratory equipment on endurance in hard work. Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology 42 (1): 28—32.
- TAKALO, S. K. & NISULA, J.-P. S. 1975. Laite vesakon raivaamista varten. Suomalainen patentti 52648: 1—7.
- Vesakontorjunta-aineiden terveydellisiä vaikutuksia tutkineen työryhmän mietintö, selvitykset, tutkimukset ja toimenpide-ehdotukset. Lääkintöhallituksen asettaman työryhmän mietintö 23. 2. 1973.

ODC 362:231.32
ISBN 951-40-0322-5
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittelylaitteiden varustettujen rai-
vaussahojen vertailua. Abstract: Comparison of clearing saws equipped with
stump spraying devices. Folia For. 340:1—16.

The paper compares three different clearing saws fitted with devices for ad-
ditional chemical brush control. Two of the studied saws were equipped with nor-
mal circular blades and the third with a chain similar to that of an ordinary
power saw.

All the saws need further development, because a lot of the spraying liquid misses
the stump and is hence wasted.

The cutting effect of the circular blade is better than that of the chain.

A new device was developed.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A,
SF-00170 Helsinki 17.

ODC 362:231.32
ISBN 951-40-0322-5
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittelylaitteiden varustettujen rai-
vaussahojen vertailua. Abstract: Comparison of clearing saws equipped with
stump spraying devices. Folia For. 340:1—16.

The paper compares three different clearing saws fitted with devices for ad-
ditional chemical brush control. Two of the studied saws were equipped with nor-
mal circular blades and the third with a chain similar to that of an ordinary
power saw.

All the saws need further development, because a lot of the spraying liquid misses
the stump and is hence wasted.

The cutting effect of the circular blade is better than that of the chain.

A new device was developed.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A,
SF-00170 Helsinki 17.

ODC 362:231.32
ISBN 951-40-0322-5
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittelylaitteiden varustettujen rai-
vaussahojen vertailua. Abstract: Comparison of clearing saws equipped with stump
spraying devices. Folia For. 340:1—16.

The paper compares three different clearing saws fitted with devices for ad-
ditional chemical brush control. Two of the studied saws were equipped with nor-
mal circular blades and the third with a chain similar to that of an ordinary
power saw.

All the saws need further development, because a lot of the spraying liquid misses
the stump and is hence wasted.

The cutting effect of the circular blade is better than that of the chain.

A new device was developed.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A,
SF-00170 Helsinki 17.

ODC 362:231.32
ISBN 951-40-0322-5
ISSN 0015-5543

LAITINEN, J. & TAKALO, S. 1978. Kantokäsittelylaitteiden varustettujen rai-
vaussahojen vertailua. Abstract: Comparison of clearing saws equipped with
stump spraying devices. Folia For. 340:1—16.

The paper compares three different clearing saws fitted with devices for ad-
ditional chemical brush control. Two of the studied saws were equipped with nor-
mal circular blades and the third with a chain similar to that of an ordinary
power saw.

All the saws need further development, because a lot of the spraying liquid misses
the stump and is hence wasted.

The cutting effect of the circular blade is better than that of the chain.

A new device was developed.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A,
SF-00170 Helsinki 17.

- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- No 295 Metsätilastollinen vuosikirja 1975.
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laatuero.
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvyistä.
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levityssajan kohdasta turvemaalla.
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.
Position of the Pyrola type in the forest site type system of Cajander.
- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II Tuloksia uusintalannoituksesta.
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland. Step 1.
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojausten kestävyydestä ja sen mittaamisesta.
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv 1967—1975.
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä.
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.

- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoituminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa.
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiihonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalstalla.
Massenermittlung am stehenden Holz und Stammzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavintturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa.
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.
- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa.
Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.
- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt.
Finnish volume increment functions.
- No 332 Helander, Matti & Simula, Anna-Leena: Metsäalan toimihenkilöiden kysyntä ja tarjonta vuoteen 1985.
Demand and supply of professional forestry staff by 1985.
- No 333 Hakkila, Pentti, Kalaja, Hannu, Salakari, Martti & Valonen, Paavo: Whole-tree harvesting in the early thinning of pine.
Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksessa.
- No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi.
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Välivarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen.
Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan.
Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparision of clearing saws equipped with stump spraying devices.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10,
p. 611 022

Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää